

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

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование)

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

Проектирование технологических процессов  
(направленность (профиль) / специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления шлицевого вала зажимного  
приспособления

Обучающийся

Р.Р. Нугайбеков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.А. Расторгуев

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

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярова

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

к.т.н., доцент И.В. Резникова

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

Тольятти 2023

## Аннотация

В данной работе представлен технологический процесс изготовления вала шлицевого зажимного приспособления. Работа выполнена в соответствии с заданием на проектирование и включает в себя пять разделов.

В первом разделе выполняется анализ исходных данных, к которым относятся рабочий чертеж детали и заданный годовой объем выпуска 1000 деталей в год. С учетом служебного назначения в зажимном приспособлении обоснованы технические требования, представленные на рабочем чертеже детали. Выполнен анализ технологичности конструкции, который показал хорошую технологичность и по материалу и по обрабатываемости, а также технологичность заготовки и схему установки.

Во втором технологическом разделе на основе характеристик среднесерийного типа производства спроектирован технологический маршрут изготовления шлицевого вала. На основе результатов технико-экономического сравнения выбрана заготовка из штамповки, что обеспечивает снижение припусков и времени обработки. С учетом формы заготовки предложенный технологический маршрут включает в себя фрезерно-центровальную операцию, токарно-фрезерную. После термообработки идет группа шлифовальных операций по обработке центров, шеек, шлицов и резьбы. Лимитирующей операцией является токарно-фрезерная, которая обеспечивает весь комплекс механической обработке лезвийными методами.

Спроектировано в третьем разделе станочное приспособление для закрепления заготовки вала на токарно-фрезерной операции по двух опорной схеме. Также спроектирована шлицевая фреза для нарезания прямобочных шлицов вала. В четвертом разделе разработаны мероприятия для снижения влияния опасных и вредных производственных факторов.

В пятом разделе выполнено технико - экономическое сравнение базового и проектного вариантов.

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	7
1.1 Анализ назначения детали .....	7
1.2 Классификация поверхностей .....	7
1.3 Анализ технологичности конструкции детали.....	8
1.4 Задачи работы .....	9
2 Разработка технологии изготовления .....	10
2.1 Тип производства.....	10
2.2 Выбор метода получения заготовки .....	10
2.3 Проектирование заготовки .....	13
2.4 Выбор технологических баз .....	17
2.5 Разработка технологического маршрута.....	19
2.5 Выбор средств оснащения .....	22
2.7 Расчет режимов резания.....	24
2.8 Нормирование .....	26
3 Разработка специальной технологической оснастки .....	30
3.1 Проектирование приспособления .....	30
3.2 Проектирование инструмента .....	33
4 Экологичность и безопасность проекта.....	36
5 Экономическая эффективность работы .....	38
Заключение .....	43
Список используемой литературы и используемых источников.....	44
Приложение А Технологические карты .....	47
Приложение Б Спецификация приспособления .....	54

## Введение

Уровень технического развития страны определяет уровень благосостояния населения, возможность развития экономики. Чем больше развиты производительные силы, тем более конкурентоспособна продукция. Ее можно реализовать не только на внутреннем рынке, но и на внешнем.

Развитие экономики зависит от машиностроительного производства, так как эта отрасль создает средства производства, на которых можно изготавливать все виды транспорта, энергетическое оборудование, микроэлектронику, бытовую технику, мебель и тому подобное.

Механизированные приводы зажима заготовок на станках используются для удержания и фиксации заготовок во время их обработки. Они могут быть выполнены в разных вариантах и иметь различные особенности работы.

Одним из наиболее распространенных видов механизированных приводов зажима является гидравлический привод. Он работает на основе использования жидкости под давлением для перемещения поршневых элементов и штоков. Гидравлические приводы обладают высокой точностью, высокими силовыми параметрами и надежностью, а также позволяют регулировать силу зажима.

Еще одним видом механизированных приводов зажима является пневматический привод. Он использует сжатый воздух для перемещения зажимных элементов. Пневматические приводы обладают высокой скоростью работы и простотой управления.

Также существуют электрические приводы зажима, которые работают на основе использования электрического привода. Они обладают высокой точностью и быстродействием, а также позволяют программировать различные режимы зажима в зависимости от типа обрабатываемой заготовки.

Особенности работы механизированных приводов зажима зависят от их конструкции и типа используемого привода. В целом, они обеспечивают

высокую точность и надежность зажима, а также позволяют удерживать заготовки при высоких скоростях обработки. Кроме того, многие механизированные приводы зажима имеют возможность регулирования силы зажима, что позволяет уменьшить деформацию заготовок в процессе их обработки.

Основным элементом зажимных механизмов является вал. Он может быть элементом продольного действия. Это разного вида штоки. Вал может быть вращающимся. Тогда его функцией является передача крутящего момента. Этот момент нужен для создания перемещения в паре винт-гайка. Он может использоваться как входной вал для передачи момента на следующие валы при помощи зубчатых передач. Тогда основными рабочими элементами таких валов являются шпоночные, зубчатые, шлицевые и резьбовые поверхности. От того, насколько точно заданы и исполнены эти конструктивные элементы, зависит эффективность работы вала и всего механизма.

В современном высокотехнологичном машиностроении используются разнообразные технологические воздействия. Эти процессы реализуются, начиная с заготовительного этапа до мойки и контроля.

Эффективность производства определяется с одной стороны конструкторской проработкой изделий. Необходимо закладывать соответствующий уровень конструкторских решений, которые определяют параметры конструкторских показателей качества. С другой стороны, технологическая проработка вопросов, связанных с изготовлением этих изделий относится к области машиностроения. Необходимо использовать оптимальное сочетание современных и традиционных методов обработки.

Использование прогрессивных материалов в изделиях создает не только новые возможности при их эксплуатации, но и вызывает дополнительные трудности при изготовлении деталей из таких новых и перспективных материалов. Обычно они имеют повышенные физико-механические свойства, что определяет значительный уровень сил и

температур в зоне обработки. Это приводит к значительным нагрузкам на оборудование и инструмент.

Использование на этапе технологической подготовки систем автоматизированного проектирования дает возможность ускорить и повысить качество этого проектирования. Использование таких систем обеспечивает оперативное формирование управляющих программ на станках с числовым программным управлением. В случае изготовления деталей типовой конфигурации и простых форм можно сочетать современные методы обработки и соответствующее оборудование и традиционные технологии. Например, при изготовлении валов можно использовать современные токарно-фрезерные центры с концентрацией технологических переходов и возможностью обработки максимального количества поверхностей с одного установка. На финишных операциях задействовать традиционное шлифовальное оборудование, которое доказало свою эффективность.

Поэтому в технологическом процессе изготовления вала шлицевого можно использовать как современные, так и традиционные подходы к проектированию и проведению технологического процесса.

В работе необходимо разработать технологию изготовления точной детали, которая является элементом зажимного приспособления.

# 1 Анализ исходных данных

## 1.1 Анализ назначения детали

Шлицевой вал работает в зажимном приспособлении. Он служит для передачи крутящего момента с маховика на шлицевую поверхность, при помощи которой приводят во вращение зубчатое колесо. Оно осуществляет перемещения штока для преобразования вращательного движения в поступательное.

Нагрузки на вал средние по величине. Нагрузки статические и динамические по характеру.

## 1.2 Классификация поверхностей

Для определения технических требований на чертеже разделяем поверхности шлицевого вала на четыре группы.

Основная конструкторская база определяет положение вала в корпусе приспособления (рисунок 1).

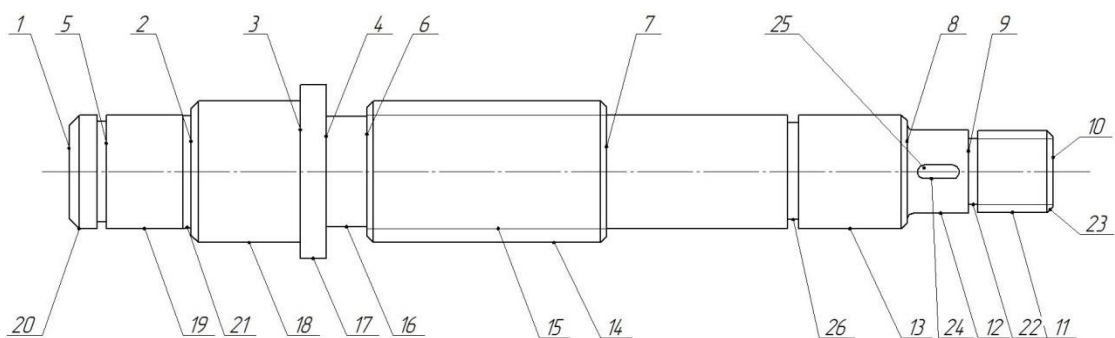


Рисунок 1 – Эскиз шлицевого вала

Эта шейка под подшипник 19, с прилегающим торцом 3 и поверхность 13. Основная конструкторская баз - шейка под маховик 12 с прилегающей резьбой 11 под фиксирующую гайку. Шпоночный паз для передачи крутящего момента 25, 24, а также шлицевая поверхность для передачи крутящего момента. Также к этой категории относятся канавка прямоугольной формы для стопорного кольца 2.

«В качестве материала детали примем сталь 40ХН ГОСТ 4543-7. Состав и свойства материала показаны в таблицах 1 и 2» [2].

Таблица 1 - Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

Элемент	C	Si	Mn	S	Cr	P	Cu	Ni
Содержание	0,42-0,50	0,17--0,37	0,5-0,8	До 0,035	0,45-0,75	До 0,035	До 0,03	1-1,4

Таблица 2 - Механические свойства

Временное сопротивление, МПа	Предел текучести $\sigma_0$ , МПа	Относительное удлинение, %
980	760	18

Остальные поверхности являются свободными и на них назначают технические требования по 14 качеству.

### 1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Конструкция шлицевого вала является относительно простой.

Вал односторонней ступенчатости и средней жесткости. Конструктивные элементы являются типовыми. Протяженность поверхностей средняя.

Точность отдельных поверхностей составляет 6 качество, при высоких требованиях к шероховатости.



Материалом вала выбрана сталь 40ХН, которая имеет нормальную обрабатываемость.

Закрытыми поверхностями являются стопорная канавка, которая получается типовым канавочным резцом при поперечном движении, и канавка под выход шлицевого нарезного инструмента. Эту канавку необходимо обрабатывать с учетом закрытой зоны обработки и сложности в подводе инструмента.

Деталь типовой конфигурации и для нее может быть использован типовой технологический процесс.

Из-за формы и материала детали можно применять заготовки простой формы, включая прокат. Также можно использовать штамповку. В этом случае необходимо провести экономическое сравнение заготовок между собой для проката и штамповки. Заготовку на операциях устанавливать можно с поджимом задним центром. Вал можно считать технологичным.

#### **1.4 Задачи работы**

Цель - обеспечить выпуск шлицевого в объеме 1000 деталей в год заданного качества.

Задачи работы:

1. Определить тип производства.
2. Выбрать способ получения заготовки и спроектировать ее. Выбрать технологические переходы и операции. Разработать технологический маршрут.
5. Разработать зажимное приспособление и режущий инструмент.
6. Разработать меры по защите и охране труда.
7. Рассчитать экономический эффект.

Выводы по разделу

В разделе рассмотрена конструкция шлицевого вала по техническим требованиям и технологичности.

## **2 Разработка технологии изготовления**

### **2.1 Тип производства**

С учетом заданной годового объема выпуска деталей 1000 деталей и определенной по чертежу массы вала 10,4 кг получается среднесерийный тип производства [14].

### **2.2 Выбор метода получения заготовки**

Выбор исходной заготовки в серийном производстве для вала зависит от ряда факторов:

1. Требования к геометрии и размерам. Выбор заготовки должен обеспечить возможность получения необходимой геометрии и размеров вала после его обработки.

2. Требования к качеству и прочности материала. Выбор метода получения заготовки должен обеспечить необходимую прочность и качество вала после обработки (предусмотрена термообработка).

3. Технологических возможностей метода. Он должен учитывать возможности установленного на производстве оборудования и существующих технологий обработки.

4. Выбор материала должен учитывать требования технологического процесса обработки, а также будущих эксплуатационных условий использования вала.

5. Экономические факторы должны учитывать стоимость материала, его доступность, а также экономические аспекты производства.

В целом, основным критерием при выборе исходной заготовки в серийном производстве для вала является обеспечение необходимой геометрии, размеров, качества и прочности вала после его обработки с

учетом технологических, эксплуатационных и экономических факторов производства.

Для того, чтобы выбрать альтернативные способы получения заготовки необходимо учесть конфигурацию детали. Если она представляет собой вал со ступенчатой цилиндрической поверхностью, наиболее подходящим способом получения заготовки является или штамповка или прокат.

Если марка материала легированная сталь (сталь 40ХН), технологические свойства по литью будут низкими. Поэтому использовать метод получения исходной заготовки литьем не рационально.

Штамповать заготовку вал возможно.

Поэтому для годового объема выпуска детали - 1000 штук в год можно выбрать два варианта. Это сортовой прокат из прутка и штамповка.

Для выбора способа получения необходимо ориентировочно определить массу заготовки. Делается это на основе объема описанного около детали прутка

$$M = \frac{\pi d^2}{4} l \rho, \quad (1)$$

где  $d$  – диаметр прутка, м;

$l$  – длина прутка, мм;

$\rho$  – плотность, кг/мм<sup>3</sup>.

Диаметр принимаем увеличенным на 5 мм для припуска на обработку. Для длины добавляем 2,5 мм на сторону. Тогда масса прутка

$$M = \frac{\pi \cdot 0,081^2}{4} 0,425 \cdot 7850 = 14,9 \text{ кг.}$$

Себестоимость изготовления  $C_T$  вала с учетом затрат на заготовительный этап и механическую обработку равна

$$C_T = C_{\text{заг.}} \cdot M + C_{\text{мех.}} \cdot (M - m) - C_{\text{отх.}} \cdot (M - m), \quad (2)$$

где  $C_{\text{заг.}}$  – стоимость исходной заготовки, руб/кг;

$C_{\text{мехя}}$  – стоимость обработки, руб/кг;

$m$  – масса вала, кг;

$C_{\text{отх.}}$  – цена лома, руб/кг.

Затраты на обработку

$$C_{\text{мех}} = C_{\text{с}} + E_{\text{н}} \cdot C_{\text{к}}, C_{\text{мех}}, \quad (3)$$

где  $C_{\text{с}}$  – текущие затраты, руб/кг;

$E_{\text{н}}$  – коэффициент эффективности капитальных вложений;

$C_{\text{к}}$  – капитальные затраты, руб/кг.

Для машиностроения стоимость обработки

$$C_{\text{мех}} = 10,6 + 0,15 \cdot 22,13 = 14 \text{ руб/кг.}$$

Для отходов  $C_{\text{отх}} = 1,4$  руб/кг.

Стоимость проката

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{пр}} \cdot h_{\text{ф}}, \quad (4)$$

где  $C_{\text{пр}}$  – стоимость материала, руб/кг;

$h_{\text{ф}}$  – коэффициент длины ( $h_{\text{ф}} = 1,1$ ).

Тогда

$$C_{\text{заг}} = 20,74 \cdot 1,1 = 22,8 \text{ руб./кг.}$$

Суммируем затраты на заготовку

$$C_{\text{т.пр.}} = 14,9 + 22,8 + 14 + (14,9 - 10,4) - 1,4 + (14,9 - 10,4) = 396,4 \text{ руб.}$$

Стоимость штамповки

$$C_{\text{шт}} = C_{\text{баз}} h_1 h_2 h_3 h_4 h_5, \quad (5)$$

где  $C_{\text{баз}}$  – стоимость штамповки, руб/кг;

$h_1$  – коэффициент класса точности;

- $h_2$  – коэффициент группы сложности;
- $h_3$  – коэффициент марки материала и массы заготовки;
- $h_4$  – коэффициент от марки материала;
- $h_5$  – коэффициент серийности.

Стоимость штамповки

$$C_{\text{шт}} = 29,96 \cdot 1 \cdot 1,18 \cdot 0,88 \cdot 0,89 \cdot 1 = 27,69 \text{ руб.}$$

Общая стоимость

$$C_{\text{т.шт.}} = 12,5 \cdot 27,69 + 14 \cdot (12,5 - 10,4) - 1,4 \cdot (12,5 - 10,4) = 372,6 \text{ руб.}$$

Выбираем более выгодную штамповку.

### 2.3 Проектирование заготовки

Для проектирования выбранной заготовки необходимо к размерам детали прибавить припуски.

Расчетные припуски включает в себя четыре элемента. Эти составляющие припуска определяются параметрами операционной или исходной заготовки, полученными на предыдущих операциях, и одним параметром, относящимся к операции, для которой рассчитывается припуск. Дополнительно к дефектному слою и шероховатости должна прибавляться погрешность расположения обрабатываемой поверхности. Она является расчетной величиной и зависит от вида погрешности и этапа технологического процесса, на котором она формируется [11].

Для расчета аналитическим способом выбирается наиболее точная и ответственная поверхность. В данном случае это шейка под подшипник 48 мм по 6 качеству точности.

Пространственные отклонения могут определяться по различным расчетным формулам. Для осесимметричных деталей к этим параметрам относится величина коробления  $\rho_{\text{кор}}$ , которая возникает на заготовительном

этапе. Параметры рассчитываются через характерный размер заготовки, к которому относится его длина (420 мм).

Величина смещения  $\rho_{см}$  используется непосредственно как параметр, указанный на чертеже заготовки [20]. В данном случае она равна смещению штампов – 0,8 мм.

Так как все погрешности являются векторными параметрами и имеют случайное направление, суммарная погрешность будет результатом их сложения. Оно будет проводиться алгебраически

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (6)$$

где  $\rho_{кор}$  - коробление, мкм;

$\rho_{ц}$  - смещение отверстий, мкм;

$\rho_{см}$  – отклонение от соосности, мкм.

Для коробления заготовки с размером  $l$

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot l, \quad (7)$$

где  $\Delta_k$  – удельное коробление для штамповки точности Т4, мкм/мм;

$l$  - характерный размер, мкм.

Для заготовки

$$\rho_{кор} = 1,4 \cdot 420 = 588 \text{ мкм.}$$

Погрешность зацентровки равна

$$\rho_{ц} = \sqrt{0,25 \cdot TD_3^2 + 1}, \quad (8)$$

где  $TD_3$  – допуск базовой шейки, мм.

Для вала на первой операции

$$\rho_{ц} = 0,25 \cdot 2,8 + 1 = 1,7 \text{ мм.}$$

Общая погрешность заготовки

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{1,7^2 + 0,8^2 + 0,59^2} = 2 \text{ мм.}$$

По переходам это отклонение будет уменьшаться

$$\rho_i = k_i \cdot \rho_{\text{заг}}, \quad (9)$$

где  $k_i$  – коэффициент уточнения.

Элементарные составляющие занесем в таблицу 3.

Таблица 3 - Элементы припуска, мкм

Переход	Шероховатость	Глубина дефектного слоя	Отклонения	Погрешность установки
Заготовка	300	100	2000	-
Точение черновое	50	50	120	150
Точение чистовое	30	30	100	20
Шлифование черновое	10	10	80	15
Шлифование чистовое	5	5	60	6

Для обработки выбираем четыре типовых перехода: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

$$\rho_1 = k_1 \rho_{\text{заг}} = 0,06 \cdot 2 = 0,12 \text{ мм.}$$

$$\rho_2 = k_2 \rho_{\text{заг}} = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ мм.}$$

$$\rho_3 = k_3 \rho_{\text{заг}} = 0,04 \cdot 2 = 0,08 \text{ мм.}$$

$$\rho_4 = k_4 \rho_{\text{заг}} = 0,03 \cdot 2 = 0,06 \text{ мм.}$$

Результаты расчета припуска даны в таблице 4.

Схема размеров с допусками и припусками показана на рисунке 2.

Полученные для поверхности результаты расчета используются для проектирования заготовки и на этапе проектирования технологических операций при расчете режимов резания [18].

Таблица 4 - Расчет размеров

Переход	Допуск, МКМ	Размер, ММ		Припуск, МКМ	
		$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2z_{\min}^{np}$	$2z_{\max}^{np}$
Заготовка	2,8	49,8	52,6	--	-
Точение черновое	0,25	48,47	48,72	1,3	3,85
Точение чистовое	0,074	48,218	48,292	0,25	0,42
Шлифование черновое	0,03	48,062	48,092	0,156	0,274
Шлифование чистовое	0,016	48,002	48,018	0,06	0,074

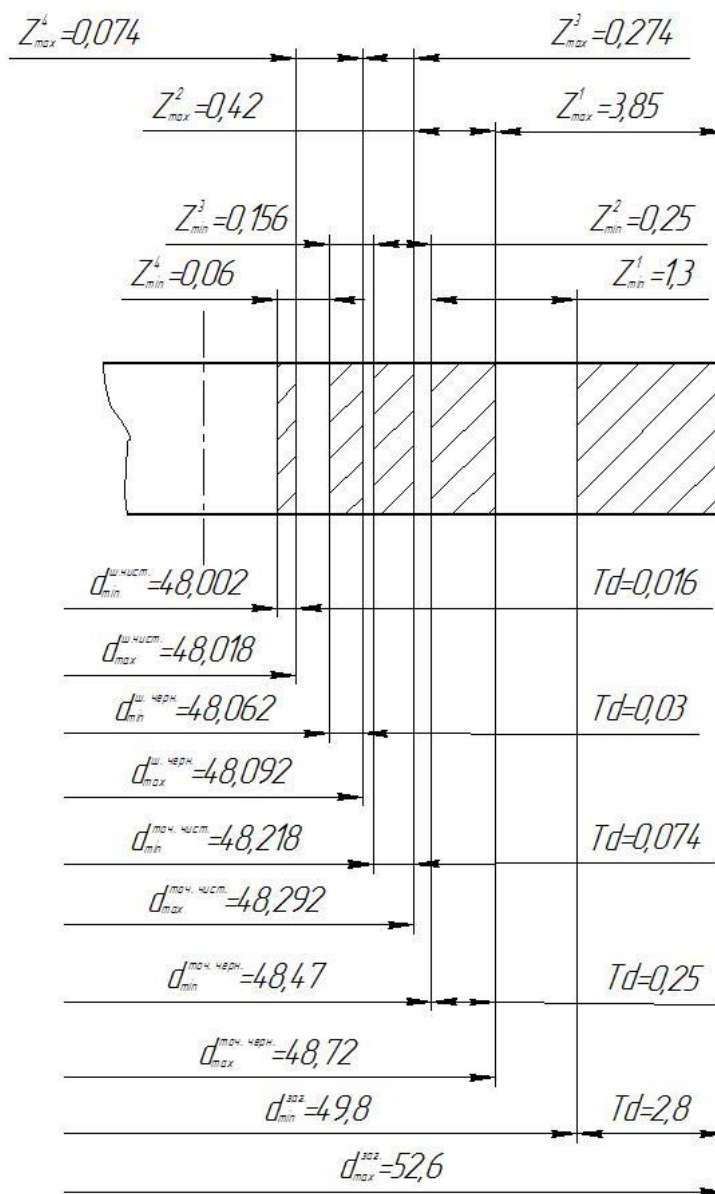


Рисунок 2 - Схема размеров для поверхности 48 мм



Для проектирования заготовки необходимо назначить припуски на все поверхности, которые обрабатываются механическим способом. Кроме поверхности, на которую рассчитан припуск по формулам, на все остальные принимает припуск табличным по соответствующим стандартам. Выбор значения определяется способом штамповки, материалом, сложностью, массой. Для отливки необходимо учесть способ получения, геометрические соотношения и общий размер заготовки.

Выбранные припуски даются в таблице 5, где сразу пересчитаны размеры заготовки.

Таблица 5 - Назначение припусков, мм

Размер детали	Допуск	Припуск	Размер заготовки
Диаметр 76	2,8	2,0	80
Диаметр 58	2,8	1,9	61,8
Диаметр 48	2,8	1,9	51,8
Длина 420	4,5	2,2	424,4
Длина 110	3,6	1,9	114,1

Класс точности заготовки – Т4 (для штамповки на ГКШП, открытая штамповка).

Степень сложности по коэффициенту по соотношению массы детали и проката 0,83 равен С1.

Группа стали – М2. Исходный индекс – 13. Смещение штампа –0,8 мм. Радиус закруглений 2 мм. Остаточный облой – 0,9 мм. Спроектированная заготовка представлена на листе графической части.

## 2.4 Выбор технологических баз

Выбор технологических баз подчиняется двум принципам. На всех операциях необходимо соблюдать принцип постоянства баз, то есть одни и те же поверхности должны использоваться для установки заготовки на

операциях обработки. Вторым принципом является совмещение нескольких по назначению баз. Главное - обеспечить единство технологической и измерительной баз. Это исключает из структуры технологического допуска погрешность базирования. За счет этого повышается точность на операциях механической обработки и снижается количество необходимых переходов.

Ситуация облегчается тем, что заготовка имеет простую форму [16].

Деталь типа шлицевой вал имеет простые цилиндрические наружные формы. Заготовку можно закреплять как по цилиндрическим шейкам, так и использовать центровые отверстия, которые необходимо получить на первой операции механической обработки.

Ступенчатость детали имеет несимметричную форму. Параметры зажима заготовки на станках, когда заготовка закрепляется с разных сторон, будут иметь разные параметры конструктивной жесткости, а это снижает точность обработки.

Особенностью установки заготовки является то, что схема установки будет двух опорная - в патроне с поджимом задним центром. Вторая схема будет с установкой заготовки только в патроне.

На рисунке 3 представлена типовая схема базирования на операциях при установке в центрах.

В таблице 6 приведена классификация баз, выбранных для установки заготовки [19].

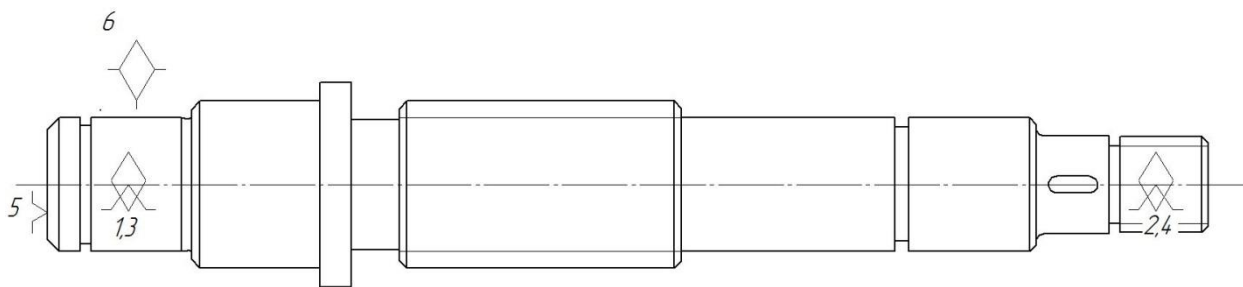


Рисунок 3 - Теоретическая схема базирования

Таблица 6 – Базы заготовки

Опорные точки	Наименование базы	Характер проявления		Реализация	
		Явная	Скрытая	Естественная	Искусственная
1,2,3,4	Двойная направляющая	Нет	Да	Да	Нет
5	Опорная	Да	Нет	Да	Нет
6	Опорная	Да	Нет	Да	Нет

Для указанной схемы базирования обеспечивается соответствующее оснащение.

## 2.5 Разработка технологического маршрута

Разработка технологического маршрута обработки вала шлицевого веем на базе типового технологического процесса. С учетом конфигурации детали и материала заготовки стали 40ХН и среднесерийного типа производства выбираем методы обработки наиболее подходящие для данных условий (таблица 7).

Таблица 7 - Выбор маршрутов обработки поверхностей

Вид поверхности	IT	Ra	Маршрут (шероховатость Ra, мкм)
1	2	3	4
Плоские крайние торцы	14	12,5	Фт(12,5)- ТО
Плоские промежуточные торцы	14	3,2	Т(12,5)- Тч(3,2)- ТО - Ш(2,5)
Цилиндрические шейки, основная база	6	0,63	Т(12,5) - Тч(3,2)-ТО-Ш(2,5)- Шч(0,63)
Цилиндрические, вспомогательная база	6	0,63	Т(12,5) - Тч(3,2)-ТО-Ш(2,5)- Шч(0,63)
Центровые отверстия, технологическая база	7	1,25	С(6,3) - ТО – Шц(1,25)

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
Шлицевая поверхность, исполнительная поверхность	7/9	2,5/3,2	Шф(6,3) - ТО – Шш(3,2) Т(12,5) - Тч(3,2)-ТО-Ш(2,5)
Шпоночный паз, вспомогательная база	9	1,6	Фк(1,6)- ТО
Фасонная (канавка наружная)	14	3,2	Т(12,5)- Тч(3,2)- Тк(3,2) – ТО
Резьбовая, вспомогательная база	4	2,5	Т(12,5)- Тч(3,2)- Нр(3,2) – ТО – Рш(2,5)
Примечание: Фт – фрезерование торцовое; Фк – фрезерование концевое; Т – точение черновое; Тч – точение чистовое; Шц – шлифование центров; Ш – шлифование круглое наружное черновое; Шч – шлифование круглое наружное чистовое; Шф – шлицефрезерование; Шш – шлицешлифование; С – сверление; З – зенкерование; Тк – точение канавки; ТО- термообработка; Нр – точение резьбы; Рш - резьбошлифование			

Выбранные технологические переходы для отдельных поверхностей нужно распределить между этапами технологического процесса. Технологические операции должны соответствовать принципам концентрации переходов. Это обеспечит минимальное время обработки и наибольшую точность за счет минимального количества переустановок заготовки [10].

Оборудование для этого должно быть современного типа. К ним относятся высокоскоростные станки с широкими функциональными возможностями. Это обеспечивается за счет современных подходов в проектировании оборудования. Модульная компоновка станков позволяет формировать необходимый набор возможностей для обработки детали конкретного типа.

Исходя из этого, в таблице 8 представлен технологический маршрут изготовления детали. В соответствующих колонках приведено содержание технологических операций, которое соответствует предыдущей таблице [13].

Таблица 8 -Технологический маршрут

Операция, наименование	Станок	Этап	Содержание	Параметры
1	2	3	4	5
000 Заготовительная	ГКШП	-	Штамповка	Точность 16 квалитет, шероховатость Ra 20 мкм
005 Фрезерно- центровальная	Фрезерно - центроваль ный МР- 72	Позиция I Позиция II	Фрезерование торцов 80 мм Сверление отверстий 5 мм на 6 мм	12 квалитет, Ra 12,5 мкм 9 квалитет, Ra 2,5 мкм
010 Токарная	Токарный станок с ЧПУ SP 180	Установ А	Точение черновое диаметров 80/76 мм на 100мм	13 квалитет, Ra 12,5 мкм
		Установ Б	Точение черновое диаметров 80/36 мм на 320 мм	13 квалитет, Ra 12,5 мкм
			Точение чистовое диаметров 76/35 мм на 320 мм	10 квалитет, Ra 3,2 мкм
			Точение канавки под круг	10 квалитет, Ra 3,2 мкм
			Точение канавки под фрезу	10 квалитет, Ra 3,2 мкм
			Точение канавки под кольцо	10 квалитет, Ra 3,2 мкм
			Нарезание резьбы М35-6h	6 класс точности, Ra 3,2 мкм
		Установ В	Фрезерование шпоночного паза 6 мм на длину 16 мм за 3 прохода	9 квалитет, Ra 3,2 мкм
			Фрезерование шлицев на длину 120 мм за 3 прохода	9 квалитет, Ra 3,2 мкм
			Точение чистовое диаметров 60 мм на 98 мм	10 квалитет, Ra 3,2 мкм
			Точение канавки	10 квалитет, Ra 3,2 мкм
		Точение канавки под круг	10 квалитет, Ra 3,2 мкм	
			Точение канавки под кольцо	10 квалитет, Ra 3,2 мкм
015 Термическая	Печь	-	Закалка	HRC 40-42
020 Центрошлифоваль ная	Центрошл ифовальн ый 3922Е	Установ А	Шлифование центрового отверстия 4 мм	7 квалитет, Ra 1,25 мкм
		Установ	Шлифование центрового	7 квалитет, Ra

## Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
-	-	Б	отверстия 4 мм	1,25 мкм
025 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3Т153Е	Установ А	Шлифование шейки черновое	7 квалитет, Ra 2,5 мкм
		Установ Б	Шлифование шейки черновое	7 квалитет, Ra 2,5 мкм
030 Шлицешлифовальная	Шлицешлифовальный станок 3451В		Шлифование шлицев чистовое	7 квалитет, Ra 0,63 мкм
035 Резьбошлифовальная	Резьбошлифовальный полуавтомат 5К822В	-	Резьбошлифование чистовое	4 класс точности, Ra 1,25 мкм
035 Моечная	Моечная камера	-	Мойка	-
040 Контрольная	Стол	-	Контроль	-

### 2.5 Выбор средств оснащения

При проектировании технологического процесса для технологических операций необходимо обеспечить выбор рационального оборудования и соответствующего оснащения.

Для закрепления заготовки необходимо подобрать станочные приспособления. При этом данные приспособления должны реализовать схемы базирования, выбранные в предыдущем разделе [17].

Для обеспечения выбранных технологических переходов необходим режущий инструмент [15].

Для контроля выполненных операционных размеров и обеспечения общего комплексного контроля в конце технологического процесса необходимо подобрать соответствующие контрольно-измерительные средства [19].

Все эти составляющие технологического процесса представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Средства оснащения

Операция	Станок	Приспособление	Инструмент	Измерительное средство
1	2	3	4	5
000 Заготовительная	ГКШП	Пресс-форма	-	
005 Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный МР-72	Тиски 7201-0007 ГОСТ 14904-80	2214-0505 Фреза диаметр 100, z=8 Т15К6 ГОСТ 28719-90; 2317-0033 Сверло диаметр 4 Р6М5 ГОСТ 14952-75	Линейка ГОСТ 427-75; Штангенциркуль ШЦК-І-250-0,02 ГОСТ 166-89
010 Токарная	Токарный станок с ЧПУ SP 180	Патрон ГОСТ 2571-71; Центр А-1-4-Н ГОСТ 8742-75	PCLNR 2525M12 Резец Т15К6 ТУ 2-035-892-82; 2130-0002 Резец канавочный Т15К6 ГОСТ 18884-73 035-2126-1179 Резец канавочный Т14К8 ОСТ 2И10-7-84; 035-2159-0539 Резец резьбовой Т15К6 ОСТ 2И10-9-84; 2234-0356 Фреза диаметр 6, z=2 Р6М5 ГОСТ 9140-78; 2520-0714 Фреза шлицевая Р6М5 ГОСТ 8027-86	Штангенциркуль ШЦК-І-250-0,02 ГОСТ 166-89
015 Термическая	Печь	-	-	Приспособление индикаторное для контроля биения
020 Центрошлифовальная	Центрошлифовальный 3922Е	Тиски 7201-0007 ГОСТ 14904-80	EW 6x10 24A F60 N 7 V 35м/с ГОСТ 2447-2008	Шаблон
030 Торцевкруглошлифовальная	Торцевкруглошлифовальный станок ЗБ151Т	Патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71; Центр 7032-0020 ГОСТ 13214-79	Круг 1 300x40x127 25А F46 N 7 V35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-2008	Микрометр МГ Н25 ГОСТ 6507- 90; Скоба ГОСТ 11098-75
025Шлице		Патрон 7108-0025	Круг 1	

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5
шлифовальная	Шлицешлифовальный станок 3451В	ГОСТ 2571-71; Центр 7032-0020 ГОСТ 13214-79	150x1,6x32 15А F60 В 7 V 50м/с 2 кл ГОСТ 2424-2008	Приспособление индикаторное для контроля биения -
035	Резьбошлифовальный полуавтомат 5К822В	Патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71; Центр 7032-0020 ГОСТ 13214-79	2727-0128 Круг АС6 200/160 100 М2-01 ГОСТ 30352-96	Калибр ПР-НЕ М33 ГОСТ 18645-73
045 Моечная	Моечная камера	-	-	-
050 Контрольная	Стол	-	-	Приспособление индикаторное для контроля биения;

Данные сведения переносятся также в таблицы А1 и А.2 приложения А и в наладки на листе графической части.

## 2.7 Расчет режимов резания

Глубина резания при точении для первого перехода – 1,3 мм; для второго – 0,17 мм. Соответствующие подачи: 0,5 и 0,25 мм/об.

Для точения расчет будет проходить по другим формулам [9]

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v \quad (11)$$

где  $C_v$ ,  $m$ ,  $x$ ,  $y$  - параметры условий обработки;

$T$  – период стойкости, мин;

$t$ ,  $S$  – глубина резания и подача, мм и мм/об;

$K_v$  - коэффициент.

Для материала 40ХН



$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (12)$$

где  $n_v$  - показатель для метода обработки.

Для материала заготовки

$$K_{mv} = 1,1 \left( \frac{750}{980} \right)^1 = 0,84.$$

С учетом остальных коэффициентов для черновой обработки

$$K_v = 0,84 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,76.$$

Для чистовой обработки

$$K_v = 0,84 \cdot 1 \cdot 1 = 0,84.$$

Тогда скорость при черновом и чистовом точении

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,3^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,76 = 144 \text{ м/мин.}$$

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,17^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,84 = 268 \text{ м/мин.}$$

Результат подстановки

$$n = \frac{1000 \cdot 144}{3,14 \cdot 56} = 819 \text{ мин}^{-1};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 268}{3,14 \cdot 56} = 1524 \text{ мин}^{-1}.$$

Результат вычислений по подаче

$$S_m = 0,5 \cdot 819 = 410 \text{ мм/мин.}$$

$$S_m = 0,25 \cdot 1524 = 381 \text{ мм/мин.}$$

Сила резания считается по формуле для первого прохода

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (13)$$

где  $C_p$  – коэффициент условий обработки;

$x, y, n$  – показатели условий обработки;

$K_{mp}$  – коэффициент на материал заготовки и инструмента.

Коэффициент

$$K_p = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,35} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (14)$$

где  $k_1, k_2, k_3, k_4$  – учитывают влияние геометрии режущей части (главного угла в плане, переднего, угла наклона, радиуса).

После подстановки показателя для точения

$$K_{mp} = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,35} = 1,1.$$

$$K_p = 1,1 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,91.$$

Для перехода с наибольшими значениями припуска и подачи

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,3^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 144^{-0,15} \cdot 0,91 = 1001 \text{ Н}.$$

Общая информация по технологическому процессу переносится в маршрутную карту, представленную в приложении А в таблице А.1. Подробные сведения по операциям приведены в операционной карте в таблице Б.2 в приложении Б.

Также информация переносится в технологическую наладку.

## 2.8 Нормирование

Штучно-калькуляционное время

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}. \quad (15)$$

где  $n$  – партия запуска (236 детали).

Первое слагаемое подготовительно-заключительное время  $T_{п-з}$  определяет общее время подготовки к обработке партии запуска данной детали, а также время завершения работ.

Вторым слагаемым является штучное время  $T_{шт}$ , которое включает в себя четыре элемента:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от}, \quad (16)$$

«где  $T_o$  – время обработки, мин;

$T_v$  – время на вспомогательные переходы, мин;

$T_{об}$  – время обслуживания, мин;

$T_{от}$  – время отдыха» [8].

Для расчета штучного времени необходимо определить основное время выполняемых переходов. Оно находится в соответствии с длиной обрабатываемых поверхностей, количеством технологических переходов, количеством однотипных рабочих ходов, а также режимом обработки: подачей и частотой вращения.

«Время обработки:

$$T_o = \frac{l_1 + l_p + l_2}{S_{мин}}, \quad (17)$$

где  $l_1$  – быстрый подвод, мм;

$l_p$  – длина резания, мм;

$l_2$  – перебег, мм;

$S_{мин}$  – минутная подача, мм/мин» [12].

Черновой проход из двух установов. Общая длина вала, а также длина по снятию напусков [7]

$$T_o = \frac{(3 \cdot 400 + 2 \cdot 200 + 2 \cdot 100 + 52 + 50 + 9 \cdot (3 + 5))}{410} = 4,7 \text{ мин.}$$

$$T_o = \frac{(458)}{318} = 1,44 \text{ мин.}$$

Для фрезерования шлицев длина врезания по методике [14]

$$l_1 = \sqrt{3(90 - 3)} = 16 \text{ мм.}$$

Для основного времени фрезерования шлицев надо найти частоту вращения фрезы с поправочным коэффициентом на число зубьев фрезы

$$n = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 90} 1,4 = 174 \text{ мин}^{-1}.$$

Осевая подача принята 1,4 мм/об фрезы.

Основное время

$$T_0 = \frac{(110+16+3)}{1,4 \cdot 174} = 5,3 \text{ мин.}$$

Для всех технологических переходов необходимо определить время вспомогательных переходов с установкой заготовки, выполнением операционного контроля, а также управлением станка

$$T_B = (T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из}) \cdot K_{cp}, \quad (18)$$

«где  $T_{y.c.}$  - время базирования и снятие вала;

$T_{з.о.}$  - время фиксации и раскрепления вала;

$T_{уп}$  - время управления, мин;

$T_{из}$  - время операционных измерений, мин;

$K_{cp}$  - коэффициент серийного производства, принимаем 1,85» [21].

$$T_B = (0,1 + 0,08 + 0,065 \cdot 11 + 0,25 \cdot 11) \cdot 1,85 = 6,74 \text{ мин.}$$

Оперативное время

$$T_{оп} = T_B + T_0. \quad (19)$$

$$T_{оп} = 10,3 + 6,74 = 17,04 \text{ мин.}$$

Третье слагаемое время на организационно-техническое обслуживание. Так же, как и четвертый элемент - время на личные надобности, они определяются в процентах от оперативного времени

$$T_{об} = T_{оп} \cdot \frac{a}{100}. \quad (20)$$

где  $a$  – коэффициент.

$$T_{от} = T_{оп} \cdot \frac{b}{100}. \quad (21)$$

где  $b$  – для детали заданной массы.

$$T_{об} = 17,04 \cdot \frac{6}{100} = 1 \text{ мин.}$$

$$T_{от} = 17,04 \cdot \frac{5}{100} = 0,85 \text{ мин.}$$

В результате суммарное штучное время равно

$$T_{шт} = 17,04 + 1 + 0,85 = 18,9 \text{ мин.}$$

Итогом нормирования является определение штучно-калькуляционного времени, которое равно

$$T_{шт-к} = \frac{35}{24} + 18,9 = 20,4 \text{ мин.}$$

Для всех переходов проведено определение основного времени и необходимых выбранных вспомогательных переходов.

Выводы по разделу

Во втором технологическом разделе на основе характеристик среднесерийного типа производства спроектирован технологический маршрут изготовления шлицевого вала. На основе результатов технико-экономического сравнения выбрана заготовка из штамповки, что обеспечивает снижение припусков и времени обработки. С учетом формы заготовки предложенный технологический маршрут включает в себя фрезерно-центровальную операцию, токарно-фрезерную. После термообработки идет группа шлифовальных операций по обработке центров, шеек, шлицов и резьбы. Лимитирующей операцией является токарно-фрезерная, которая обеспечивает весь комплекс механической обработке лезвийными методами.

### 3 Разработка специальной технологической оснастки

#### 3.1 Проектирование приспособления

Сведения о заготовке включают в себя информацию о типе заготовки, состоянии поверхности, материале. Штамповка, без обработки, 40ХН.

Станок токарный центр SP 180.

Инструмент - PCLNR 2525M12 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82.

Сила резания 1001 Н.

Тип приспособления – наладочное с механизированным зажимом [1].

Сила резания для чернового перехода (рисунок 4).

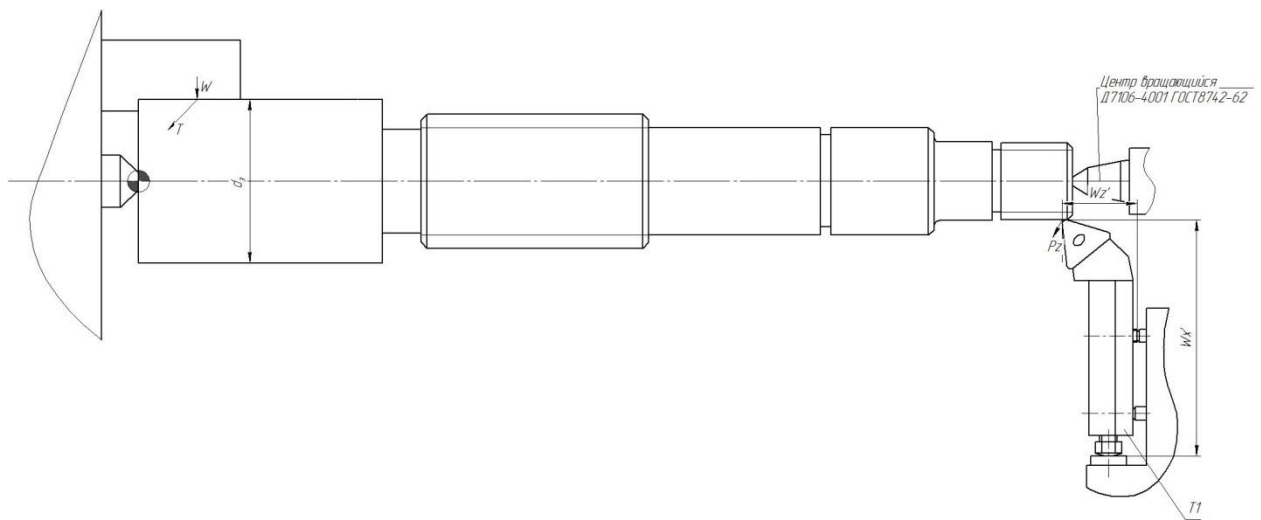


Рисунок 4 -Схема сил резания и зажима при точении

Моменты резания и закрепления должны уравниваться с учетом дополнительного коэффициент безопасности, который необходим для гарантированного и надежного закрепления заготовки [5]

$$W = \frac{k \cdot (P_z \cdot d_1)}{n \cdot f \cdot d_3}, \quad (22)$$

«где  $k$  – коэффициент безопасности;

$P_Z$  – тангенциальная сила, Н;

$d_{1,3}$  – диаметр поверхности резания и закрепления, м;

$m$  – количество зажимов;

$f$  – коэффициент трения» [4].

«Коэффициент безопасности

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (23)$$

где  $k_0$  – базовый коэффициент;

$k_1$  – коэффициент непостоянства сил резания;

$k_2$  – коэффициент для износа;

$k_3$  – коэффициент для ударного резания;

$k_4$  – коэффициент зажима ручного и механизированного;

$k_5$  – коэффициент удобства для ручного зажима;

$k_6$  – коэффициент базирования» [14].

Для базового коэффициента 1,5. Тогда

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,28.$$

Для выбранных режимов по [15]

$$W = \frac{2,5 \cdot (1001 \cdot 0,076)}{3 \cdot 0,3 \cdot 0,076} = 2781 \text{ Н}.$$

Приращение сил из-за потерь на трение

$$W_1 = \frac{2781}{1 - \left( \frac{90}{110} \cdot 0,1 \right)} = 3023 \text{ Н}.$$

Силовое отношение определяется параметрами зажимного механизма

$$Q = \frac{W}{i_C}, \quad (24)$$

где  $i_C$  – передаточное силовое отношение.

Силовое отношение  $i_C$  определяется параметрами плеч рычага

$$Q = \frac{3023 \cdot 35}{45} = 2351, \text{ Н.}$$

Диаметр патрона:

$$d_{\Pi} = d_{\max} + 2 \cdot H, \quad (25)$$

где  $d_{\max}$  – диаметр базовой поверхности, мм.

$$d_{\Pi} = 76 + 2 \cdot 110 = 286 \text{ мм.}$$

Округлим до 290 мм.

Определяем диаметр поршня с учетом определенного процента потерь

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P \cdot \eta}} \quad (26)$$

где  $P$  – давление, Мпа;

$\eta$  - коэффициент полезного действия.

Для пневматики примем  $P = 0,4$  МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{2351}{0,95 \cdot 0,4}} = 89 \text{ мм.}$$

Принимаем поршень размером 100 мм.

Спроектированное приспособление предназначено для установки и базирования заготовки корпуса привода на токарной операциях.

Приспособление состоит из корпуса 1, присоединительные размеры посадочного отверстия которого соответствует параметрам шпинделя станка А6. В центральном отверстии корпуса 1 по скользящей посадке перемещается клиновой привод 2. По резьбе он соединяется со штоком гидравлического привода зажима. При помощи винта 3 происходит фиксация штока по резьбовому отверстию. В Т-образных наклонных пазах клинового привода 2 по скользящей посадке перемещаются постоянные кулачки 4. Они



соединяются со сменными кулачками 5, которые имеют возможность перемещаться в радиальном направлении от регулировочного винта 7. Этот винт 7 через промежуточные втулки 6 и 8 зацепляется как с постоянными кулачками 4, так и со сменными кулачками 5. Фиксация регулировочного винта 7 в определенном угловом положении, соответствующем определенному радиальному размеру зажимаемой заготовки, обеспечивается шариковым упором 9, который упирается в пружину 10. Для обеспечения соосности движения клинового привода 2, а также защиты внутренних механизмов от попадания грязи и стружки, отверстие в корпусе 1 со стороны заготовки закрывается ступенчатой крышкой 11, которая фиксируется при помощи винтов 12.

Патрон работает следующим образом. Перед обработкой заготовки на заданный диаметр выставляются сменные кулачки 5 путем вращения регулировочных винтов 7. При достижении определенного расстояния происходит защелкивание фиксатора 9 в соответствующей сферической выемке на цилиндрической поверхности регулировочных винтов 7. После этого происходит обработка заготовки. При подаче давления в привод зажима и перемещении клинового привода 2 влево происходит смещение кулачков 4 и 5 к осевой линии и происходит закрепление заготовки. При подаче давления в противоположную полость рабочего цилиндра и перемещении клинового привода 2 происходит подъем кулачков 5 от заготовки ее раскрепление.

### **3.2 Проектирование инструмента**

Нарезание зубчатых поверхностей является одним из основных процессов в производстве таких деталей, как зубчатые колеса, шестерни и вал-шестерни. Этот процесс заключается в создании зубьев на поверхности детали, которые будут взаимодействовать с другими зубчатыми элементами.

Усовершенствование конструкции фрезы может быть достигнуто следующими способами:

1. Использование новых материалов с высокой твердостью и износостойкостью.
2. Изменение геометрии зубьев для улучшения качества поверхности обработки и снижения шума и вибрации.
3. Улучшение конструкции корпуса фрезы для повышения жесткости и уменьшения вибрации.
4. Внедрение новых технологий обработки, таких как высокоскоростное фрезерование или использование технологических сред для смазки и охлаждения.
5. Применение автоматических систем управления процессом обработки для повышения точности и производительности.

Червячная фреза для нарезания прямобочных шлицев имеет зубья, которые выполнены с модифицированным профилем. Она имеет зубья, расположенные по спирали вдоль оси фрезы.

Для проектирования червячной фрезы необходимо определить параметры режущей части, включая диаметр, шаг, число зубьев и угол спирали.

Затем необходимо выполнить расчет геометрии зубьев, включая угол наклона, угол задней и передней поверхностей и радиус вершины зуба.

Далее следует определить геометрию корпуса фрезы, включая диаметр корпуса, длину корпуса и толщину буртиков.

Необходимо также выбрать материал и твердость фрезы.

Параметры фрезы влияют на скорость резания и подачу, а также параметры точности, качества поверхности и производительность.

Проектируется червячная фреза. Это высокоточный и универсальный инструмент для обработки шлицевой поверхности.

Расчет ведется по [15] для рабочих конструктивных параметров червячной фрезы, используемой на токарно-фрезерной операции.

Фреза работает методом обката.

Сначала назначаем основные размеры фрезы по ГОСТ 8027-86.

Наружный диаметр фрезы 90 мм.

Диаметр посадочного отверстия под оправку 32 мм.

Диаметр буртика 45 мм.

Длина фрезы 80 мм.

Рабочая длина фрезы 74 мм.

Число зубьев 14.

Размеры профиля зубьев в нормальном сечении и в осевом сечении:  
профильный угол рейки в нормальном сечении  $\alpha 15^\circ$ .

Технические требования на фрезу принимаем по ГОСТ 9324-80Е.

Для повышения стойкости инструмента используем покрытие AlCrN толщиной 6 мкм. Это позволит повысить стойкость инструмента в 2 раза и увеличить скорость резания.

Выполненный чертеж фрезы с учетом выполненных расчетов представлен на листе графической части.

Выводы по разделу

Спроектировано в третьем разделе станочное приспособление для закрепления заготовки вала на токарно-фрезерной операции по двух опорной схеме. Спецификация на приспособление приведена в приложении Б.

Также спроектирована шлицевая фреза для нарезания прямобочных шлицов вала.

#### 4 Экологичность и безопасность проекта

Раздел связан с выявлением и предупреждением опасных производственных факторов.

После заготовительного этапа - штамповки, выполняется предложенный технологический маршрут. Он включает в себя фрезерно-центровальную операцию, токарно-фрезерную. После термообработки идет группа шлифовальных операций. Они включают в себя центровальную, круглошлифовальную, зубошлифовальную и резбошлифовальную операции.

Инструмент используется лезвийный и абразивный. Приспособления наладочные с механизированным приводом.

Заготовка вала из материала 40ХН - штамповка.

Обработка со снятием стружки приводит к возникновению опасных и вредных факторов. «Возможное травмирование рабочих движущимися и вращающимися частями станков, инструмента, стружкой, отлетающими частями при поломке инструмента, при вылете отработанной детали или инструмента. Также возможно поражение электрически током, попадание СОЖ, шум и вибрация, загазованность. Существует пожарная опасность» [3].

Меры по защите и охране труда для технологии изготовления шлицевого вала следующие.

«Для предупреждения травматизма все движущиеся и вращающиеся части станка, механизмов ограждаются, используются смотровые защитные экраны, изготовленные из прозрачного материала, применяются зажимные приспособления с механизированным приводом» [3].

Рабочие должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты. Одежда – специальная защитная, обувь, перчатки. Для защиты органов слуха – наушники. Для защиты глаз – очки.

Оборудование располагается по технологическому процессу изготовления вала (среднесерийное производство).

Нормы размещения станков и параметры проездов соблюдаются. Перемещение тары с заготовками – электрокарами.

Для безопасной работы с оборудованием поверхность движущихся узлов станков выделяется окраской (светло-желтый цвет).

Все станки имеют заземление, а электрические сети оснащаются устройствами автоматического выключения.

Оборудование устанавливается на пружинные амортизаторы, проводится акустическая обработка помещения. Она заключается в облицовке цеха звукопоглощающими материалами.

Пыль и испарения отводятся из зоны обработки системами вытяжки с последующей фильтрацией.

Также обеспечиваются системы отопления и освещения. Освещение на участке применяется естественное и искусственное. Нормы освещенности обеспечиваются на рабочих местах соответствующими лампами.

«Механосборочный цех по пожарной опасности сгораемости относится к категории «Д». По огнестойкости здание относится ко II степени» [3].

Для защиты участка от пожара предусматривается наличие стационарных огнетушащих установок, устройства сигнализации загорания. При возникновении пожара предусмотрена безопасная эвакуация людей из опасной зоны.

Для снижения нагрузки на окружающую среду воздух, выходящий из цеха проходит фильтрацию, технологические жидкие среды – очистку с фильтрацией в очистных сооружениях. Стружка идет на переплавку. Остальные твердые отходы идут на захоронение на полигоны.

Выводы по разделу

Проанализирован технологический процесс изготовления вала шлицевого по опасным факторам.

Разработаны мероприятия для снижения влияния опасных и вредных производственных факторов для защиты от травматизма, воздушной среды, шума, вибраций.

## 5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел предполагает решение главной задачи бакалаврской работы, которая заключается в экономическом обосновании целесообразности внедрения предложенных в технологический процесс изменений.

Для решения поставленной задачи необходимо провести сравнительный анализ технических и экономических параметров, двух вариантов технологического процесса, описанных в предыдущих разделах.

Основное изменение технологического процесса предполагает замену инструмента. Он имеет большую износостойкость, поэтому может обеспечить снижение трудоемкости операции за счет увеличения режимов резания. Результаты технических изменений после совершенствований операций, а именно замена инструмента:

- сокращение основного времени выполнения операций на 22,6 %;
- сокращение вспомогательного времени – на 2,6 %;
- увеличение стойкости применяемого инструмента в 2 раза.

Описанные результаты достаточно существенны для того чтобы сделать предварительное положительное заключение о необходимости внедрения данных изменений. Однако, чтобы полноценно в этом убедиться, необходимо провести некоторые экономические расчеты. Они связаны с определением величины инвестиций и их сроком окупаемости, а также с расчетом самого важного показателя, такого как экономический эффект.

На рисунке 5 представлены методики, которые позволяют грамотно рассчитать все вышеперечисленные экономические показатели.

Используя, описанную на рисунке 5, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций ( $K_{BV}$ ), которая составила 49822,62 руб. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в совершенствование

проекта.



Рисунок 5 – Применяемые методики для определения необходимых экономических показателей [6]

На рисунке 6 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

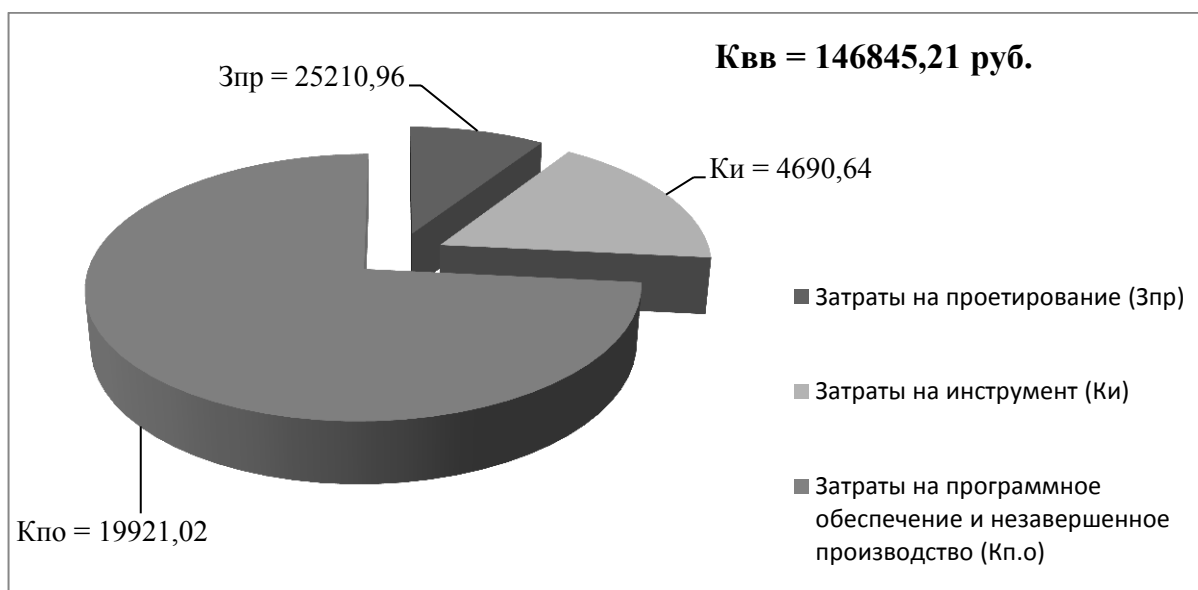


Рисунок 6 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемых совершенствований

Анализируя рисунок 6, можно сказать, что затраты на проектирование являются самыми существенными, так как их доля составила 50,6 % в общем объеме инвестиций.

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

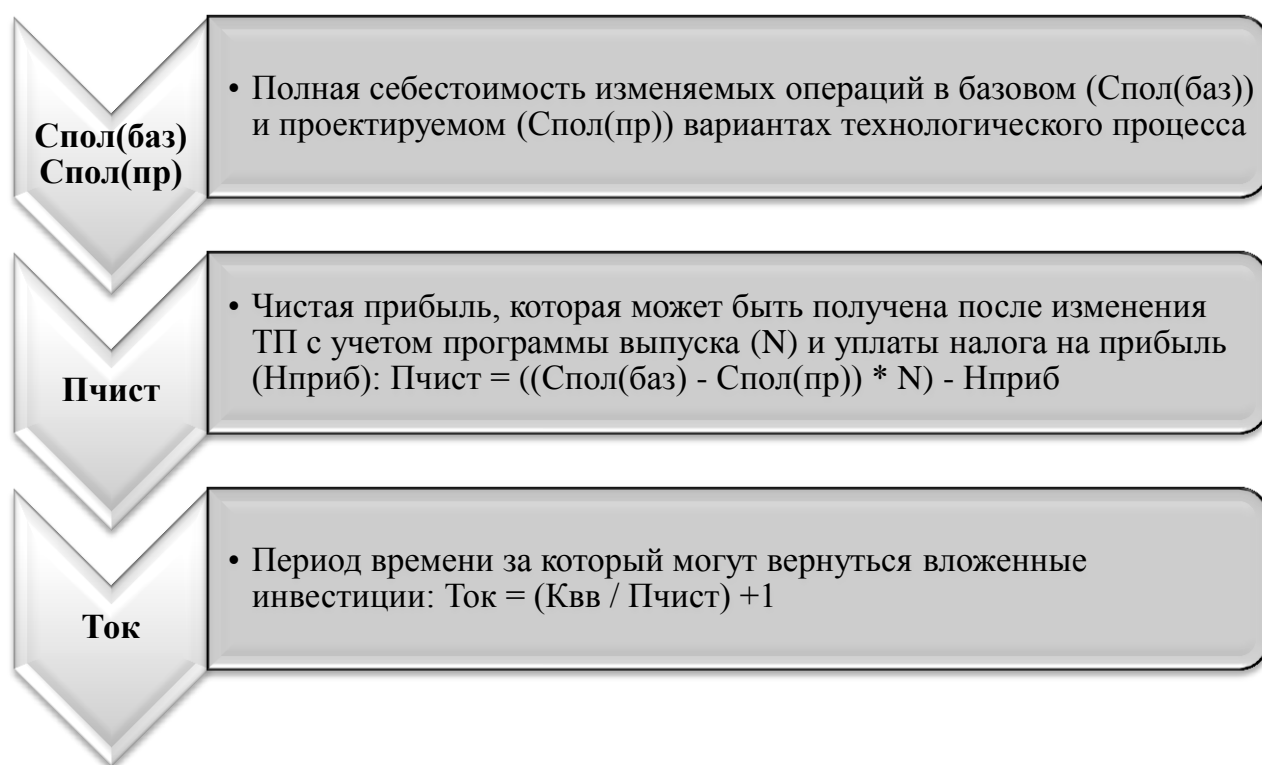


Рисунок 7 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Как видно из рисунка 7, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого экономического показателя как полная себестоимость изменяемых операций. Эту величину рассчитывают по двум вариантам, базовому и проектируемому. Это необходимо для того чтобы можно было определить изменения, т. е. посмотреть на сколько снизится или увеличится



себестоимость выполнения этих операций. Чтобы окупить вложенные инвестиции себестоимость проектируемого варианта должна снижаться. Также важно, на сколько она снизится, потому что чем больше будет разница у полной себестоимости, тем быстрее окупятся вложенные инвестиции.

Результаты расчета полной себестоимости по вариантам технологического процесса представлены на рисунке 8.

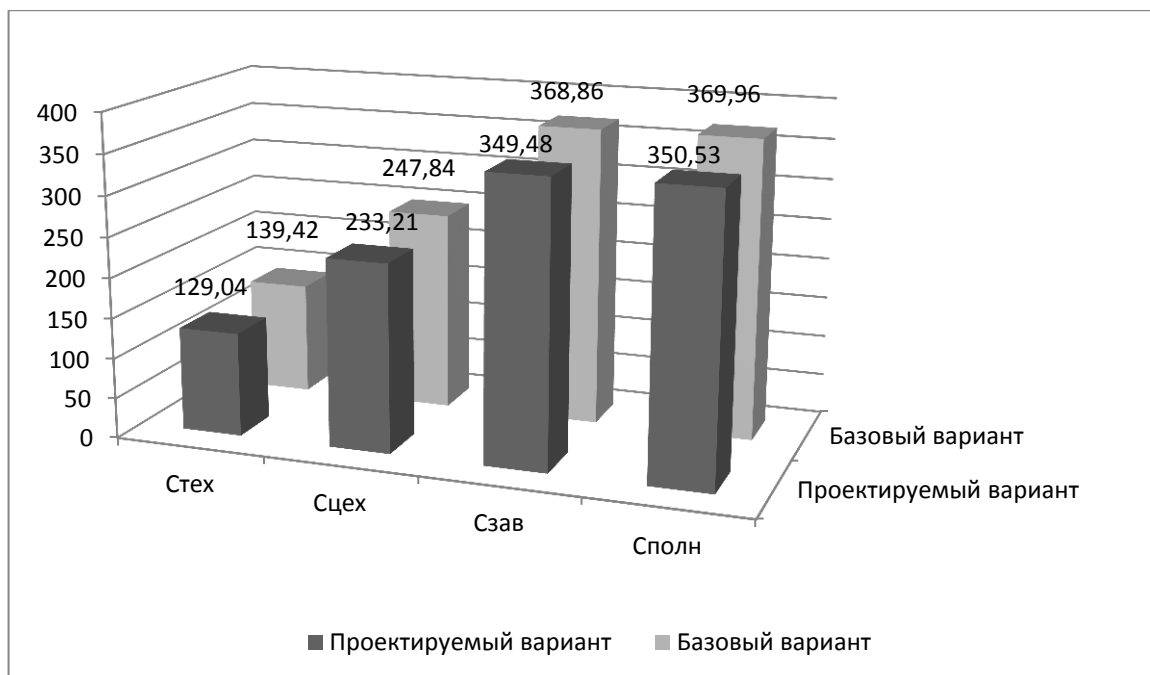


Рисунок 8 – Результаты расчета полной себестоимости по вариантам

Из рисунка 8 видно, что полная себестоимость в проектируемом варианте снижается, это изменение составляет около 5,3 %.

Далее, благодаря значениям полной себестоимости базового и проектируемого варианта операций, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения совершенствований.

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. Другими словами срок

окупаемости не должен превышать этого значения.

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

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

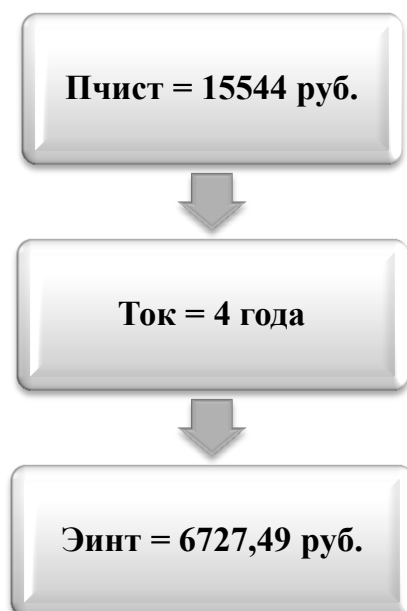


Рисунок 9 – Значения показателей чистой прибыли ( $P_{ЧИСТ}$ ), срока окупаемости ( $T_{ОК}$ ) и экономического эффекта ( $\mathcal{E}_{ИНТ}$ )

Как показано на рисунке 9, экономический эффект является положительной величиной.

Вывод по разделу

Так как получен положительный эффект, внедрение предлагаемых совершенствований можно считать целесообразными.

## Заключение

В данной работе представлен технологический процесс изготовления вала шлицевого зажимного приспособления. Работа выполнена в соответствии с заданием на проектирование и включает в себя пять разделов.

В первом разделе выполняется анализ исходных данных, к которым относятся рабочий чертеж детали и заданный годовой объем выпуска 1000 деталей в год. С учетом служебного назначения в зажимном приспособлении обоснованы технические требования, представленные на рабочем чертеже детали. Выполнен анализ технологичности конструкции, который показал хорошую технологичность и по материалу и по обрабатываемости, а также технологичность заготовки и сему установки.

Во втором технологическом разделе на основе характеристик среднесерийного типа производства спроектирован технологический маршрут изготовления шлицевого вала. На основе результатов технико-экономического сравнения выбрана заготовка из штамповки, что обеспечивает снижение припусков и времени обработки. С учетом формы заготовки предложенный технологический маршрут включает в себя фрезерно-центровальную операцию, токарно-фрезерную. После термообработки идет группа шлифовальных операций по обработке центров, шеек, шлицов и резьбы. Лимитирующей операцией является токарно-фрезерная, которая обеспечивает весь комплекс механической обработке лезвийными методами.

Спроектировано в третьем разделе станочное приспособление для закрепления заготовки вала на токарно-фрезерной операции по двух опорной схеме. Также спроектирована червячная фреза для нарезания прямобочных шлицов вала. В четвертом разделе разработаны мероприятия для снижения вредного влияния опасных и вредных производственных факторов. В пятом разделе выполнено технико - экономическое сравнение базового и проектного вариантов.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с. : ил. - 5-50. - Текст : непосредственный.
2. Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 5-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 220 с.
3. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с. - Прил.: с. 31-41. - Библиогр.: с. 26-30. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1370-4. - Текст : электронный.
4. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с. : ил. - Прил.: с. 252-297. - Библиогр.: с. 298-299. - ISBN 978-5-94178-181-2 : 329-60. - Текст : непосредственный.
5. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 392-395. - ISBN 978-5-8114-1856-5 : 1091-00. - Текст : непосредственный.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.
7. Маталин, А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. - Изд. 5-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 512 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - URL:

<https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 29.04.2023).

8. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.

9. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке : учебное пособие / В. М. Кишуров, М. В. Кишуров, П. П. Черников, Н. В. Юрасова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-4521-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 17.05.2020)

10. Обработка металлов резанием [Текст] : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 764-779. - Предм. указ.: с. 780-784. - ISBN 5-94275-049-1 : 1242-91. - 1000-00.

11. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин [Текст] : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

12. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.

13. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

14. Расчет режимов резания при точении и фрезеровании [Текст] : метод. пособие к курс. работе по дисциплине "Технол. процессы машиностроит. пр-ва" для заоч. формы обучения спец. 12 01 00, 12 02 00, 15 01 00, 150200 / ТГУ ; Каф. "Технология машиностроения". - Тольятти : ТГУ, 2002. - 59 с. : ил.
15. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 510-511. - ISBN 5-217-03250-2 : 312-00.
16. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.
17. Строителев В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителев ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с. : ил. - (Управление качеством). - Библиогр.: с. 150. - Прил.: с. 115-149. - ISBN 5-94768-023-8 : 180-00.
18. Станочные приспособления : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.
19. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с.
20. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.
21. Nee A. Y. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London : Springer Reference, 2015.

Приложение А

Технологические карты

Таблица А.1 - Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1													
Дубл.													
Взам.													
Людл.													
										3			
										1			
Разраб.	Нугайбеков												
Проверил	Расторгуев												
Утвердил	Логинев												
Н. контр.	Расторгуев												
Вал шлицевой													
М 01	Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71												
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ			
М 02		кг	10,4	1	1	0,75	Круг	76x420	1	12,5			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции								
Б	Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Лз.	Тшт.
А03	000		Штамповка заготовительная										
Б04	Пресс К8542												
А05	07	2	005	4221	Фрезерно-центровальная								
Б06	Фрезерно-центровальный станок МР179Ф4												
А07	07	2	010	4114	Токарная-фрезерная		ИОТ Т5, С6						
Б08	Токарно-фрезерный центр SP 180												
А09	015		5030	Термообработка (закалка)									
Б10													
А11	020		4143	Центрошлифовальная									
Б12	Центрошлифовальный станок 3922Е												
А13	025		4141	Шлицешлифовальная									
Б14	Шлицешлифовальный станок 3451В												
А15	07	2	030	Торцевуголшлифовальная									
Б16	Торцевуголшлифовальный станок 3Б151Т												
МК	Маршрутная карта												

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1 – Операционная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма																
Дубл.																
Взам.																
Лист.											2					
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Глз	Тшт.
Б	Код. наименование оборудования					Обозначение документа										
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код										
А01	035 4135 Резьбошлифовальная															
Б02	Резьбо-шлифовальный полуавтомат 5К822В					1 1 1 1										
А03	045 0125 Промывка															
Б04	Моечная машина					1 1 1 1										
А05	07	2	050	0200	Контроль											
Б06	Стол					4 1 1 1										
А07																
Б08																
О09																
Т10																
Т11																
Т12																
О13																
Т14																
Т15																
Т16																
Т17																
МК	Маршрутная карта															



Продолжение Приложения А

Таблица А.2 – Операционная карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3												
Дубл.												
Взам.												
Тюпл.												
											3	1
Разраб.	Нугайбеков											
Проверил	Распоргуев											
Утвердил	Логинев											
Н. контр.	Распоргуев											
Наименование операции		Вал шлицевой										
Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Токарная-фрезерная		HB=220		кг	10,4	76x420			12,5	1		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		To	Tв	Tшт.		СОЖ				
Токарный центр SP 180				10,3	6,7	35		20,4				
P			ПИ			L	t	i	s	n	v	
T01	Патрон ГОСТ 2571-71											
T02	Центр А-1-4-Н ГОСТ 8742-75											
O03	1. Установить деталь											
O04	2. Точить заготовку											
T05	PCLNR 2525M12 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82											
P06		-	56	225	1,5	1	0,5	819	144			
O07	3. Точить канавку											
T08	035-2126-1179 Резец T14K8 ОСТ 2М10-7-84											
P09		-	44	10	1,5	1	0,5	819	144			
O10	4. Переустановить и закрепить заготовку											
O11	5. Точить заготовку											
T12	PCLNR 2525M12 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82											
P13		-	56	105	1,5	1	0,5	819	144			
OK	Операционная карта											

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

		ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а										
Дюбл.	Взам.											
Т100л.												
		2										
		010										
P		П	И	Д	или	B	L	t	i	s	n	v
O01	6. Точить заготовку											
T02	PCLNR 2525M12 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82											
P03		-	56	110	0,7	1	0,25	1524	268			
O04	7. Точить канавку под круг											
T05	035-2126-1179 Резец T14K8 ОСТ 2И10-7-84											
P06		-	46	6	0,7	1	0,25	1524	268			
O07	8. Переустановить и закрепить заготовку											
O08	9. Точить заготовку											
T09	PCLNR 2525M12 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82											
P10		-	56	225	0,7	1	0,25	1524	268			
O11	10. Точить канавку под круг											
T12	035-2126-1179 Резец T14K8 ОСТ 2И10-7-84											
P13		-	32	5	0,7	1	0,25	1524	268			
O14	11. Точить канавку под кольцо											
T15	035-2126-1179 Резец T14K8 ОСТ 2И10-7-84											
T16			46	6	0,5	1	0,25	1524	268			
O17	12. Точить канавку под фрезу											
T18	035-2126-1179 Резец T14K8 ОСТ 2И10-7-84											
OK	Операционная карта											

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

		ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а										
Дуол.	Взам.											
Т/пол.	Т/пол.											
												3
												010
P	ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v				
T01												
O02		13. Нарезать резьбу										
T03		035-2159-0539 Резец Т15К6 ОСТ 2И10-9-84										
P04	-	35	36	0,8	4	1,5	953	98,8				
O05		14. Фрезеровать паз										
T06		2234-0356 Фреза диаметр 6, мм z=2 Р6М5 ГОСТ 9140-78										
P07	-	6	24	6	3	0,04	828	16				
O08		15. Фрезеровать шлицы										
T09		2510-4458 Фреза Р6М5 ГОСТ 10331-81										
P10	-	52	120	2	1	3,4	174	90				
O11		16. Снять деталь										
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
OK	Операционная карта											

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7а										
Дюп. Взам. Посл.										
										3
										010
КЭ	Карта эскизов									

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7а										
Дубл.										
Взам.										
ТЮЛ.										
									3	
									010	
КЭ	Карта эскизов									

Приложение Б

Спецификация приспособления

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

Формат Зона	Паз	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание
			<i>Документация</i>		
A1		23.ВКР.ОТМП.284.65.00.000.СБ	Сборочный чертеж. Сборочный чертеж		
			<i>Детали</i>		
	1	23.ВКР.ОТМП.284.65.00.001	Корпус	1	
	2	23.ВКР.ОТМП.284.65.00.002	Кулачок сменный	3	
	3	23.ВКР.ОТМП.284.65.00.003	Вставка промежуточная	3	
	4	23.ВКР.ОТМП.284.65.00.004	Кулачок постоянный	3	
	5	23.ВКР.ОТМП.284.65.00.005	Крышка	1	
	6	23.ВКР.ОТМП.284.65.00.006	Центровик	1	
	7	23.ВКР.ОТМП.284.65.00.007	Крышка	1	
	8	23.ВКР.ОТМП.284.65.00.008	Тяга	1	
	9	23.ВКР.ОТМП.284.65.00.009	Противовес	3	
	10	23.ВКР.ОТМП.284.65.00.010	Винт заглушка	3	
	11	23.ВКР.ОТМП.284.65.00.011	Рычаг	3	
	12	23.ВКР.ОТМП.284.65.00.012	Центр	1	
			<i>Стандартные изделия</i>		
	13		Винт 2 М12 х 0,5-6д х 23.58.35Х01 ГОСТ Р 11738-84	3	
	14		Винт 2 М12 х 0,75-6д х 78.58.35Х01 ГОСТ Р 11738-84	3	
	15		Винт 2 М14 х 0,5-6д х 52.58.35Х01 ГОСТ Р 11738-84	3	
		<b>23.ВКР.ОТМП.284.65.00.000.СП</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Исгайбеков Р.Р.			
Пров.		Рассторгцев Д.А.			
Н.контр.		Рассторгцев Д.А.			
Утв.		Логинов Н.Ю.			
<b>Патрон поводковый</b>			Лит.	Лист	Листов
				1	2
			ТГУ, ИМ ТМДп-18018		
Не для коммерческого использования		Копировал		Формат А4	

