

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Тольяттинский государственный университет»  
Институт машиностроения  
 (наименование института полностью)  
 Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
 (наименование кафедры)  
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»  
 (код и наименование направления подготовки)  
Технология машиностроения  
 (профиль)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления вторичного вала коробки передач Lada 4x4

---

Студент(ка)	<u>П.С. Филимонов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>А.В. Степаненко</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

### Допустить к защите

Заведующий кафедрой  
к.т.н, доцент

\_\_\_\_\_ Н.Ю. Логинов  
 (личная подпись)

«    » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Тольятти 2017

## АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления вторичного вала коробки передач Lada 4x4. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2017 г.

Разработан технологический процесс изготовления вала вторичного, включающего в себя совокупность технических решений, направленных на повышение производительности обработки, улучшения качества, снижения себестоимости операций и техпроцесса в целом.

Выпускная квалификационная работа состоит из:

- технологической части с разработкой технологических операций и анализом техпроцесса;
- конструкторской части с расчетом и проектированием режущего инструмента и станочного приспособления;
- раздела по безопасности и экологичности работы;
- экономической части.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали.....	7
1.2 Описание технологичности детали.....	7
1.3 Систематизация поверхностей детали.....	8
1.4 Задачи работы.....	9
2 Технологическая часть работы.....	10
2.1 Определение типа и характеристик производства.....	10
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	12
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	15
2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали.....	18
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	21
2.7 Проектирование технологических операций.....	28
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	33
3.1 Проектирование приспособления .....	33
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	37
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
5 Экономическая эффективность работы.....	49
Заключение.....	53
Список использованных источников.....	54
Приложения.....	57

## ВВЕДЕНИЕ

Семейство автомобилей Lada 4x4, несмотря на свой возраст, пользуется спросом. Это связано, прежде всего, с техническими характеристиками данных автомобилей их ремонтпригодностью и стоимостью эксплуатации. Зачастую данные автомобили эксплуатируются в условиях сельской местности, то есть на плохих дорогах или при полном их отсутствии. Такие сложные условия эксплуатации определяют повышение требований к качеству изготовления узлов и механизмов автомобилей и в первую очередь к операциям механической обработки входящих в них деталей.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса вторичного вала коробки передач Lada 4x4, который обеспечит изготовление всей годовой программы деталей при минимальных затратах и обеспечении качества выпускаемой продукции.

## 1 Описание исходных данных

### 1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Вторичный вал входит в конструкцию коробки передач и предназначен для установки на нем шестерен, синхронизаторов и фланца эластичной муфты карданной передачи.

Вал воспринимает крутящий момент от шестерен посредством шлиц, выполненных в средней его части и передает посредством шлиц выполненных на одном из его концов.

Условия работы вторичного вала достаточно жесткие. Возможно возникновение знакопеременных нагрузок, повышенных температур и ряда других неблагоприятных факторов, приводящих к интенсивному изнашиванию и выходу из строя.

### 1.2 Описание технологичности детали

Описание технологичности проводим согласно рекомендаций [1].

Материал вала сталь 20 ХГНМ ГОСТ 4543-71.

Таблица 1.1 – Химический состав по ГОСТ 4543-71

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P	S	Cu
%	%	%	%	%	%	%	%	%
0,15... ...0,22	0,40... ...0,70	0,17... ...0,37	0,40... ...0,60	1,60... ...2,0	0,20... ...0,30	≥0,035	≥0,035	≥0,030

Механические характеристики стали обеспечивают нормальную работу вторичного вала в механизме.

Поверхности детали имеют оптимальные значения качеств, шероховатости, отклонений форм и расположения, обусловленные служебным назначением. При этом конструктивные элементы обеспечивают свободный доступ режущего инструмента.

Форма и конструктивные особенности вторичного вала позволяют для производства данной детали использовать универсальные станки и станки, оснащенные системой числового программного управления. Исходя из этого, можно использовать универсальные и типовые станочные приспособления и режущий инструмент.

Рассматриваемая деталь относится к классу валов. Исходя из формы и точностных характеристик техпроцесс изготовления может быть создан на базе типового.

Из проведенного описания следует, что деталь в целом технологична.

### 1.3 Систематизация поверхностей детали

Классификацию поверхностей детали по их функциональному назначению проводим для выявления поверхностей, механической обработке которых следует уделить особое внимание. Для этого используем методику [2].

На рисунке 1.1 представлен эскиз детали с номерами поверхностей.

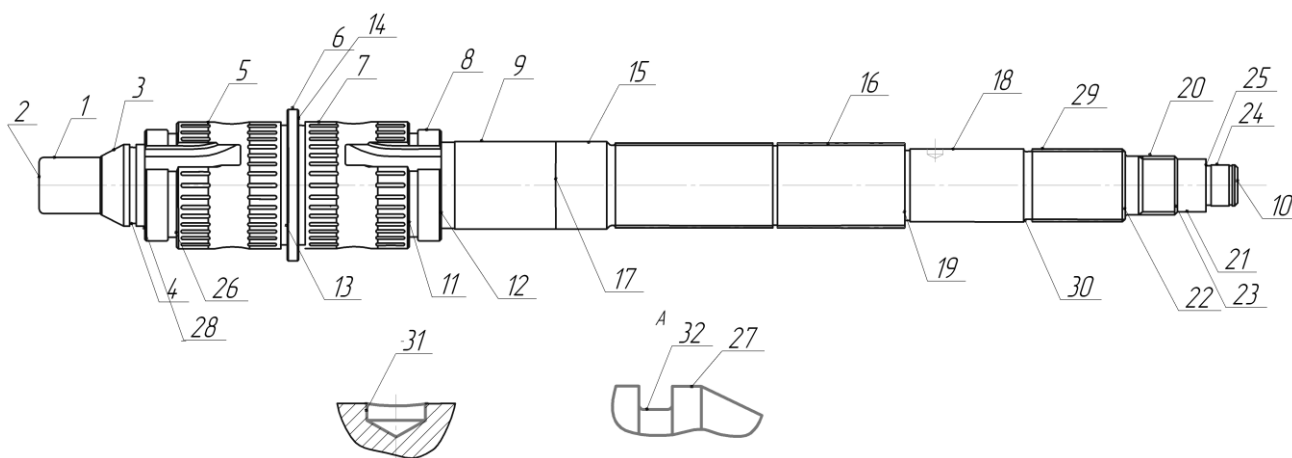


Рисунок 1.1 - Систематизация поверхностей

Исполнительными поверхностями являются - 5, 7, 16; основными конструкторскими базами являются поверхности - 1, 19, 18; вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности - 1, 4, 9, 29, 20, 21, 31, 24; свободными поверхностями являются все оставшиеся поверхности.

## 1.4 Задачи работы

Исходя из анализа технических требований к детали и описания технологичности формулируем задачи данной работы:

- определить метод получения заготовки и спроектировать ее;
- спроектировать техпроцесс изготовления детали в соответствии с типом производства;
- рассчитать режимы резания и нормы времени на обработку;
- для модернизации токарной операции спроектировать соответствующее приспособление;
- для модернизации полировальной операции спроектировать полировальный круг;
- проанализировать полученный техпроцесс с точки зрения обеспечения безопасных производственных условий;
- рассчитать экономическую эффективность для данного типа производства.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Определение типа и характеристик производства

Для определения типа производства воспользуемся методикой, которая позволяет произвести его определение по программе выпуска и массе детали. По данным, [3] при массе детали 2,4 кг и годовой программе выпуска 5000 деталей в год - производство среднесерийное.

Характеристики производства определяются согласно данным [1, 3].

### 2.2 Выбор метода получения заготовки

В данном случае можно использовать такие методы получения заготовки как литье и штамповка. Для выбора одного из этих двух методов проводим их экономическое сравнение по рекомендациям [4].

Сравним технологические себестоимости изготовления детали:

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} (Q - q) - C_{ОТХ} (Q - q) \quad (2.1)$$

где  $C_{ЗАГ}$ ,  $C_{МЕХ}$ ,  $C_{ОТХ}$  - цена кг заготовки, механической обработки и стружки соответственно.

$$C_{МЕХ} = C_C + E_H \cdot C_K \quad (2.2)$$

где  $C_C$ ,  $C_K$  – текущие и капитальные затраты на стружку;

$E_H$  - коэффициент капитальных вложений.

Эффект от выбора одного из методов получения заготовки оценивается по формуле:

$$\Delta = (C_{T_2} - C_{T_1}) \cdot N \quad (2.3)$$

где  $C_{T_1}$ ,  $C_{T_2}$  - технологическая себестоимость.



Произведем расчеты для литья.

$$C_c = 4,95$$

$$E_n = 0,1$$

$$C_k = 10,85$$

$$C_{Mex} = 4,95 + 0,1 \cdot 10,85 = 6,035$$

$$C_{заг} = C_{om} h_m h_c h_6 h_M h_n$$

$$h_m = 1,03$$

$$h_c = 0,7$$

$$h_6 = 0,93$$

$$h_M = 2,3$$

$$h_n = 0,93$$

$$C_{om} = 75,12$$

$$C_{заг} = 75,12 \cdot 1,03 \cdot 0,7 \cdot 0,93 \cdot 2,3 \cdot 0,93 = 107,74$$

$$C_{m1} = 107,74 \cdot 3,7 + 6,035(3,7 - 2,4) - 1,4(3,7 - 2,4) = 402,675 \text{ руб.}$$

Произведем расчеты для штамповки.

$$C_c = 4,95$$

$$E_n = 0,1$$

$$C_k = 10,85$$

$$C_{Mex} = 4,95 + 0,1 \cdot 10,85 = 6,035$$

$$C_{заг} = C_{om} h_m h_c h_6 h_M h_n$$

$$h_m = 1,00$$

$$h_c = 0,77$$

$$h_6 = 1,00$$

$$h_M = 1,08$$

$$h_n = 1,00$$

$$C_{om} = 38,86$$

$$C_{заг} = 38,86 \cdot 1,00 \cdot 0,77 \cdot 1,00 \cdot 1,08 \cdot 1,00 = 32,3$$

$$C_{m1} = 32,3 \cdot 3,7 + 6,035(3,7 - 2,4) - 1,4(3,7 - 2,4) = 125,54 \text{ руб.}$$

Сравнив оба варианта, выбираем изготовление заготовки штамповкой.

$$\Delta = 402,675 - 125,54 \cdot 5000 = 1385675 \text{ руб.}$$

Вывод: как видно из расчетов, стоимость штамповки наименьшая из двух вариантов. Следовательно, принимаем ее в качестве заготовки.

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Выполнение данного этапа позволяет определить содержание операций и их количество в проектируемом технологическом процессе. Для выбора методов обработки поверхностей необходимо знать их точность, шероховатость и среднюю экономическую точность методов обработки. Средняя экономическая точность зависит от уровня развития технологии и определяется в нормальных условиях работы оборудования при нормальной организации и интенсивности труда. Как правило, она ниже чем максимальная достижимая данным методом точность обработки, которая может быть обеспечена в уникальных условиях. Соответствующие данные берем из справочных данных [5].

Таблица 2.1 - Выбор методов обработки поверхностей

Номер поверхности	Метод Обработки	Точность размеров, квалитет, IT	Шероховатость поверхности, Ra, мкм
1	2	3	4
1	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
	Точение чистовое	IT8	1,6
	Полирование	IT4	0,25
2	Фрезерование центров	IT12	12,5
3	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
	Точение чистовое	IT8	1,6
	Шлифование	IT6	0,8
4	Точение получистовое	IT10	6,3
	Точение чистовое	IT8	1,8
	Шлифование	IT6	0,8
5	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
	Накатывание	IT10	6,3
6	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
7	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
	Накатывание	IT10	6,3
8	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
	Точение чистовое	IT8	1,6
9	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
	Точение чистовое	IT4	1,6
10	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
11	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
	Точение чистовое	IT8	1,6
12	Точение получистовое	IT10	6,3
	Точение чистовое	IT8	1,6
13	Точение черновое	IT12	12,5

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
	Точение получистовое	IT10	6,3
	Точение чистовое	IT8	1,8
	Шлифование	IT6	0,8
14	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
	Точение чистовое	IT8	1,6
	Шлифование	IT6	0,8
15	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
	Точение чистовое	IT6	1,6
16	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
	Накатывание	IT10	6,3
	Точение чистовое	IT6	1,6
17	Точение черновое	IT12	12,5
18	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
	Сверление	IT12	12,5
	Шлифование	IT6	1,6
19	Точение черновое	IT12	12,5
20	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
	Нарезание резьбы	IT10	6,3
21	Точение черновое	IT12	12,5
22	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
23	Точение черновое	IT12	12,5

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
	Точение получистовое	IT10	6,3
	Точение чистовое	IT8	1,6
24	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
	Точение чистовое	IT8	1,6
	Шлифование	IT6	0,8
25	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
26	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
27	Точение чистовое	IT8	1,6
28	Точение чистовое	IT8	1,6
29	Нарезание резьбы	IT10	6,3
30	Точение черновое	IT12	12,5
	Точение получистовое	IT10	6,3
	Фрезерование	IT8	1,6
31	Сверление	IT12	12,5

#### 2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Припуск - слой материала, удаляемый с поверхности заготовки при обработке. Расчет припусков состоит в определении толщины этого слоя. Выполнение этого пункта производится по данным [6].

Допуски на диаметральные размеры принимают равными статистической погрешности обработки:

$$TA^{on} = \omega A_{cm}^{on} \quad (2.4)$$

Допуски линейных размеров между измерительной базой и обработанной поверхностью определяют в зависимости от конкретных условий обработки. В случае обработки на настроенном оборудовании в состав допуска входят пространственные отклонения  $\Delta_{np}^u$ , погрешность базирования  $\varepsilon_{\delta}$ :

$$TA^{on} = \omega A_{cm}^{on} + \Delta_{np}^u + \varepsilon_{\delta} \quad (2.5)$$

В случае обработки методом пробных ходов в состав допуска включают пространственные отклонения  $\Delta_{np}^u$  измерительной базы:

$$TA^{on} = \omega A_{cm}^{on} + \Delta_{np}^u \quad (2.6)$$

В случае если поверхности обрабатываются с одного станова, допуск на размер между ними равен статистической погрешности обработки:

$$TA^{on} = \omega A_{cm}^{on} \quad (2.7)$$

Определяют составляющие элементы припуска для каждого перехода.

Определяют минимальный расчетный припуск по формуле:

$$z_{\min}^i = a^{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \Delta_i^2} \quad (2.8)$$

где индекс  $i$  означает, что параметр относится к данному переходу, а индекс  $i-1$  – к предыдущему переходу.

Определяют расчетный размер  $d$ ,  $H$ ,  $D$  для каждого перехода.

$$d_p^i = d_{\max}^i - Td^i \quad (2.9)$$

где  $d_{\max}^i$  - максимальное значение диаметра вала;

$Td^i$  - операционный допуск на  $i$ -й операции.

015 Токарная черновая

$$2Z_{\min} = 2(150 + 150 + \sqrt{1,87^2 + 0,875^2}) = 1188,16 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max} = 1188,16 + 1150 - 430 = 1908,16 \text{ мкм};$$

025 Токарная получистовая

$$2Z_{\min} = 2(100 + 80 + \sqrt{1,87^2 + 0,875^2}) = 948,2 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max} = 987,16 + 430 - 90 = 1327,16 \text{ мкм};$$

055 Токарная чистовая

$$2Z_{\min} = 2(60 + 60 + \sqrt{1,87^2 + 0,875^2}) = 828,16 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max} = 828,16 + 430 - 90 = 1168,16 \text{ мкм};$$

060 ТО

$$2Z_{\min} = 2(60 + 60 + \sqrt{1,87^2 + 0,875^2}) = 828,16 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max} = 828,16 + 430 - 90 = 1168,16 \text{ мкм};$$

095 Полировальная

$$2Z_{\min} = 2(10 + 20 + \sqrt{1,87^2 + 0,875^2}) = 648,16 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max} = 648,16 + 50 - 30 = 668,16 \text{ мкм};$$

Промежуточные расчетные размеры:

Для чистовой токарной обработки:

$$D_{p.шл.чери} = D_{\min} + 2Z_{\min пол} = 19,28 + 0,65 = 19,93 \text{ мм}$$

Для получистовой токарной обработки:

$$D_{p.т.чист} = D_{p.шл.чери} + 2Z_{\min т.чист} = 19,93 + 0,83 = 20,76 \text{ мм}$$

Для черновой токарной обработки:

$$D_{p.т.чери} = D_{p.т.чист} + 2Z_{\min т.получист} = 20,76 + 0,94 = 21,7 \text{ мм}$$

Для заготовки детали:

$$D_{p.з.} = D_{p.т.чери} + 2Z_{\min} = 21,7 + 1,19 = 22,89 \text{ мм}$$

Минимальные промежуточные размеры:

$$D_{\text{чист}} = D_{\text{д}} + 2Z_{\text{min т.чист}} = 19,27 + 0,65 = 19,92 \text{ мм}$$

$$D_{\text{min т.чист}} = D_{\text{т.чист}} + 2Z_{\text{min т.получист}} = 19,92 + 0,83 = 20,75 \text{ мм}$$

$$D_{\text{min т.чист}} = D_{\text{min т.получист}} + 2Z_{\text{min т.черн}} = 20,76 + 0,94 = 21,69 \text{ мм}$$

$$D_{\text{min з}} = D_{\text{min т.черн}} + 2Z_{\text{min т.}} = 21,7 + 1,19 = 22,88 \text{ мм}$$

Максимальные промежуточные размеры:

$$D_{\text{пол}} = D_{\text{д}} + 2Z_{\text{max т.чист}} = 19,28 + 0,68 = 19,96 \text{ мм}$$

$$D_{\text{max т.чист}} = D_{\text{т.чист}} + 2Z_{\text{max т.получист}} = 19,96 + 1,17 = 21,13 \text{ мм}$$

$$D_{\text{max т.получист}} = D_{\text{т.получист}} + 2Z_{\text{max т.черн}} = 21,13 + 1,32 = 22,45 \text{ мм}$$

$$D_{\text{max з}} = D_{\text{max т.получист}} + 2Z_{\text{max т.}} = 22,43 + 1,91 = 24,36 \text{ мм}$$

В таблице 2.2 представлены результаты выполнения расчетов.

Таблица 2.2 – Значения припусков и операционных размеров

№ операции	Квалитет	Td, мм	a	Δ	ε	Z <sub>min</sub>	Z <sub>max</sub>	Z <sub>ср</sub>	D <sub>i</sub> , мм
015	12	1,4		0,478	0,561	1,18	1,9	1,54	21,7 <sub>-0,21</sub>
025	10	0,017		0,028	0,078	0,94	1,32	1,13	20,76 <sub>-0,052</sub>
055	8	0,052		0,009	0,036	0,82	1,16	0,99	19,93 <sub>-0,017</sub>
060				0,019					
095	6	0,21		0,092	0	0,64	0,67	1,31	19,3 <sub>-0,020</sub> -0,033

Исходя из полученных значений припусков проектируем заготовку. Напуски, уклоны, радиусы закруглений, величину остаточного облоя и другие технические требования заготовки принимаем согласно данных [7].

## 2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали

Выполнение данного раздела производим на основании рекомендаций [8].



Таблица 2.3 - Технологический маршрут изготовления детали

Операция	Модель станка	Обработка поверхностей	<i>IT</i>	<i>Ra</i>
1	2	3	4	5
000 Заготовительная	Горизонтально-ковочная машина			
005 Центровально-подрезная	Фрезерно-центровальный станок МР-73	Переход 1 Фрезеровать торцы:2,10, Сверлить центовые отверстия:23,28	12	12,5
010 Токарная (черновая)	Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Установ1 Точить поверхности: 7,8,9,16,18,20,21,24,25,23,22,17,12,11,14	12	12,5
015 Токарная (черновая)	Токарный станок 16К20Ф3	Установ2 Точить поверхности: 6,5,4,28,27,1,3,26,13	12	12,5
020 Токарная получистовая	Токарный станок 16К20Ф3	Установ1 Точить поверхности: 7,8,12,9,16,18,29,21,10,24,25,23,20,22,19,17,11	10	6,3
025 Токарная получистовая	Токарный станок 16К20Ф3	Установ2 Точить поверхности: 6,13,4,5,27,28,26	10	6,3
030 Накатная	Шлиценакатной станок СТИ 1923К	Переход 1 Накатывать поверхности:5,7	10	6,3

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
035 Накатная	Шлиценакатной станок СТИ 1923К	Переход 2 Накатывать поверхности:16	10	6,3
040 Фрезерование	Фрезерный станок Ф32ГФ3	Фрезеровать поверхность: 30	8	1,6
045 Сверлильная	Сверлильный станок 2М112	Сверлить отверстие:31	12	12,5
050 Токарная чистовая	Токарный станок с ЧПУ16К20Ф3	Установ1 Точить поверхности: 14,7,11,8,9,16, 29,20,21,24,25 Нарезать резьбу:18	8	1,6
055 Токарная чистовая	Токарный станок с ЧПУ16К20Ф3	Установ2 Точить поверхности: 13,5,26,3,1,32,27	8	1,6
060 Термообработка				
065 Доводочная	Станок для зачистки 3922К	Шлифовать центровое отверстие:31	6	0,8
070 Правка	Пресс с ножным управлением «Гальдабини»			
080 Шлифовальная	Шлифовальный станок с ЧПУ MKS1320H	Установ1 Шлифовать поверхности:18, 29, 24, 25	6	0,8
085 Шлифовальная	Шлифовальный станок с ЧПУ	Установ2 Шлифовать поверхности:13,5,26,	6	0,8

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
	MKS1320H	4,3,1		
090 Резьбошлифовальная	Шлифовальный станок с ЧПУ MKS1320H	Шлифовать поверхность резьбовую:18	8	1,6
095 Полировальная	Шлифовальный станок с ЧПУ MKS1320H	Полировать поверхность:1	4	0,25

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения выбираются исходя из типа производства, конструктивных особенностей детали, экономических показателей и других ограничений. При решении данной задачи будем руководствоваться данными [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17]. В таблице 2.4 представлены результаты выбора.

Таблица 2.4 - Выбор средств технологического оснащения

№	Название операции	Оборудование	Инструмент	Приспособления	Контроль
1	2	3	4	5	6
005	Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный станок МР-73	Пластина 03124.7.2.4.15. 04.5.1 ГОСТ 19052-80 Т5К10, сверло центровальное Ø4мм ГОСТ 14952-75	Тиски самоцентрирующие ГОСТ 21168-75	Штангенциркуль 240 -710-0,05 ГОСТ 166-80, калибровочная конусная

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			Р6М5		с индикатором
010	Токарная черновая	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Пластина 03124.7.2.4.15. 04.5.1 ГОСТ 19052-80 Т5К10, Резец проходной прямой 2100-0401, угол в плане $\varphi=60^\circ$ , с пластинами из твердого сплава ГОСТ 18878-73, форма пластины по ГОСТ 25396-82	Патрон токарный трехкулачковый 7100-011 ГОСТ 2675-80, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, резцедержатель прямоугольного сечения ГОСТ166 75-80	Штангенциркуль 250-0,05 ГОСТ 166-80, скобы индикаторные СИ ГОСТ 11098-75
015	Токарная черновая	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Пластина 03124.7.2.4.15. 04.5.1 ГОСТ 19052-80 Т5К10, Резец проходной	Патрон токарный трехкулачковый 7100-011 ГОСТ	Штангенциркуль 250-0,05 ГОСТ 166-80, скобы

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			прямой 2100-0401, угол в плане $\varphi=60^\circ$ , с пластинами из твердого сплава ГОСТ 18878-73, форма пластины по ГОСТ 25396-82	2675-80, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, резцедержатель прямоугольного сечения ГОСТ 16675-80	индикаторные СИ ГОСТ 11098-75
020	Токарная получистовая	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Резец проходной прямой 2100-0401, угол в плане $\varphi=60^\circ$ , с пластинами из твердого сплава ГОСТ 18878-73, форма пластины по ГОСТ 25396-82, материал пластины Т5К10	Патрон токарный трехкулачковый 7100-011 ГОСТ 2675-81, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, резцедержатель прямоугольного	Штангенциркуль 250-0,05 ГОСТ 166-80, скобы индикаторные СИ ГОСТ 11098-75

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
				льного сечения ГОСТ 16675-80	
025	Токарная получистовая	Токарно- винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Резец проходной прямой 2100- 0401, угол в плане $\varphi=60^\circ$ , с пластинами из твердого сплава ГОСТ 18878-73, форма пластины по ГОСТ 25396- 82, материал пластины Т5К10	Патрон токарный трехкулач ковый 7100-011 ГОСТ 2675-81, центр вращающ ийся ГОСТ 8742-75, резцедерж атель прямоуго льного сечения ГОСТ 16675-80	Штангенц иркуль 250-0,05 ГОСТ 166-80, скобы индикатор ные СИ ГОСТ 11098-75
030	Накатная	Шлиценакатной станок СТИ 1923К	Накатные ролики 9539- 72	Приспосо бление	
035	Накатная	Шлиценакатной станок СТИ	Накатные ролики	Приспосо бление	

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
		1923К			
040	Фрезерная	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Ф32ГФ3	Фреза цельная концевая Ø28 2235-0109 Р6М5 ГОСТ 17025-71	Патрон трехкулачковый 2675-81, оправка для концевой фрезы 6220-0191 ГОСТ 25827-93	Калибры скоба ГОСТ 2534-79
045	Сверлильная	Вертикально-сверлильный станок 2М112	Сверло ГОСТ 10902-77	Тиски самоцентрирующие ГОСТ 21168-75	
050	Токарная чистовая	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Резец проходной прямой 2100-0401, угол в плане $\varphi=60^\circ$ , с пластинами из твердого сплава ГОСТ 18878-73, форма пластины по	Патрон токарный трехкулачковый 7100-011 ГОСТ 2675-81, центр вращающийся ГОСТ	Штангенциркуль 250-0,05 ГОСТ 166-80, скобы индикаторные СИ ГОСТ 11098-75

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			ГОСТ 25396-82, материал пластины Т5К10	8742-75, резцедержатель прямоугольного сечения ГОСТ 16675-80	
055	Токарная чистовая	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Резец проходной прямой 2100-0401, угол в плане $\varphi=60^\circ$ , с пластинами из твердого сплава ГОСТ 18878-73, форма пластины по ГОСТ 25396-82, материал пластины Т5К10	Патрон токарный трехкулачковый 7100-011 ГОСТ 2675-81, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, резцедержатель прямоугольного сечения ГОСТ 16675-80	Штангенциркуль 250-0,05 ГОСТ 166-80, скобы индикаторные СИ ГОСТ 11098-75
060	Термическая	Печь ТВЧ			



Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
065	Зачистная	Зачистной станок 3922К			
070	Правка	Пресс с ножным управлением «Гальдабини»			
075	Фосфатирование	Установка фосфатирования			
080	Шлифовальная	Шлифовальный станок с ЧПУ MKS1320H	Патрон поводковый 6155-0051 ГОСТ 20505-75	Шлифовальный круг 1-200×40×60 25A3017K ГОСТ 2424-83	Микрометр МК, шаблон ГОСТ 2534
085	Шлифовальная	Шлифовальный станок с ЧПУ MKS1320H	Патрон поводковый 6155-0051 ГОСТ 20505-75	Шлифовальный круг 1-200×40×60 25A3017K ГОСТ 2424-83	Микрометр МК, шаблон ГОСТ 2534
090	Шлифовальная	Шлифовальный станок с ЧПУ MKS1320H	Патрон поводковый 6155-0051	Шлифовальный круг 1-	Микрометр МК, шаблон

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			ГОСТ 20505-75	200×40×6 0 25А3017К ГОСТ 2424-83	ГОСТ 2534
095	Полировальная	Шлифовальный станок с ЧПУ MKS1320H	Патрон поводковый 6155-0051 ГОСТ 20505-75	Шлифовальный круг 1- 200×40×6 0 25А3017К ГОСТ 2424-83	Микрометр р МК, шаблон ГОСТ 2534
100	Моечная	Камерная моечная машина	Тринатрифосфат, нитрит натрия		

### 2.7 Проектирование технологических операций

Разработка технологической операции включает разделение ее на переходы, уточнение оборудования, приспособления, режущего, мерительного и вспомогательного инструмента для каждого перехода, выбор вида охлаждения и способа подачи охлаждающей среды, расчет режима резания и операционного времени.

Расчет режимов резания чаще всего ведется по следующей методике [6].

По справочным данным определяем глубину резания, подачу, скорость резания, силу резания.

Расчет режимов резания на 055 токарную чистовую операцию:

Расчет скорости резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v$$

$$K_v = K_{MV} K_{IV} K_{IIV}$$

$$K_v = 4,05 \cdot 0,8 \cdot 0,35 = 1,13$$

$$s = 0,47$$

$$t = 0,6$$

$$T = 60,$$

$$C_v = 292$$

$$x = 0,30$$

$$y = 0,15$$

$$m = 0,18$$

$$v = \frac{292}{60^{0,18} \cdot 0,6^{0,3} 0,19^{0,15}} \cdot 1,13 = 232,7 \text{ м/мин.}$$

Расчет силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p$$

$$C_p = 384$$

$$x = 0,90$$

$$y = 0,90$$

$$n = -0,15$$

$K_p$  – поправочный коэффициент

$$K_p = K_{MP} K_{\varphi P} K_{\gamma P} K_{\lambda P} K_{rp}$$

$$K_{MP} = 0,84$$

$$K_{\varphi P} = 0,94$$

$$K_{\gamma P} = 1,1$$

$$K_{\lambda P} = 1,0$$

$$K_{rp} = 0,87$$

$$K_p = 0,84 \cdot 0,94 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,75$$

$$P_z = 10 \cdot 384 \cdot 0,4^{0,9} \cdot 0,47^{0,9} \cdot 232,7^{-0,15} \cdot 0,75 = 282,5 \text{ Н}$$

Расчет мощности резания:

$$N = \frac{282,5 \cdot 232,7}{1020 \cdot 60} = 1,1 \text{ кВт}$$

Проточка канавок

$$s = 91 \text{ мм/мин}$$

$$v = 51,5 \text{ м/мин}$$

Расчет основного времени:

$$T_o = \frac{L_{px}}{n \cdot s} \cdot i$$

$$T_o = 0,95 \text{ мин}$$

095 Полировальная

Расчет скорости круга  $v_k = 35 \text{ м/с}$ .

Расчет скорости заготовки:

$$v_3 = 30 \text{ м/с}$$

Расчет глубины шлифования:

$$t = 0,005 \text{ мм}$$

Радиальная подача:

$$s_p = 0,015 \text{ мм/об}$$

Расчет эффективной мощности:  $N = C_N v_3^r s_p^y d^q b^z$

где:  $d$  - диаметр шлифования,

$b$  - ширина шлифования

$$C_N = 0,14$$

$$r = 0,8$$

$$x = 0,8$$

$$q = 0,2$$

$$z = 1,0$$

$$N = 0,14 \cdot 30^{0,8} \cdot 0,005 \cdot 19,280^{0,2} \cdot 19,5 = 0,37 \text{ кВт}$$

Расчет основного времени:

$$T_o = \frac{L_{px}}{n \cdot s} \cdot i$$

$$T_o = 0,30 \text{ мин}$$

Нормирование технологических операций выполняем согласно данных [1, 18, 19], результаты заносим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 –Нормирование технологических операций

№ операции	$T_o$	$T_B$			$T_{оп}$	$T_{об}$		$T_{от}$	$T_{шт}$	$T_{пз}$	$T_{шт-к}$
						$T_{тех}$	$T_{орг}$				
005	0,065	1,0	0,32	0,3	0,34	-	-	0,12	0,65	18	0,98
010	0,24	0,08	0,043	0,25	0,94	0,053	0,017	0,052	0,964	6	1,219
015	0,2	0,12	0,01	0,21	0,84	0,049	0,011	0,056	0,968	6	1,14
020	0,42	0,09	0,045	0,22	8,2	0,065	0,022	0,065	1,235	6	1,329
025	1,972	0,1	0,15	0,5	2,722	-	-	0,64	6,05	8	7,1
030	0,16	0,025	0,042	0,015	0,10	0,08	0,03	0,08	0,33	5	0,87
035	0,17	0,027	0,071	0,014	0,09	0,04	0,07	0,07	0,325	5	0,91
040	0,86	0,025	0,042	0,015	1,392	0,08	0,03	0,08	2,149	5	2,487
045	0,38	0,027	0,0469	0,074	0,166	0,04	0,075	0,146	0,57	3	1,12
050	0,541	0,091	0,442	0,24	1,305	0,04	0,02	0,09	1,51	7	1,86
055	0,8	0,094	0,026	0,16	0,017	0,07	0,014	0,034	1,96	7	2,014
080	0,38	0,094	0,445	0,22	1,139	0,07	0,02	0,07	1,43	6	1,717
085	0,31	0,4	0,17	0,3	1,25	0,06	0,02	0,06	1,18	10	1,487
090	0,22	0,4	0,17	0,35	1,14	0,06	0,02	0,06	0,36	7	0,852
095	2,75	0,094	0,02	0,2	1,056	0,05	0,02	0,034	3,119	6	3,37

### 3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

#### 3.1 Проектирование приспособления

С целью обеспечения механизации закрепления заготовки и обеспечения стабильности сил зажима, проектирование приспособления осуществляем на токарную операцию согласно данных [20].

При наружном продольном и поперечном точении составляющие  $P_z$ ,  $P_y$  силы резания рассчитываем по формуле.

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p \quad (3.1)$$

$$C_p = 384$$

$$x = 0,90$$

$$y = 0,90$$

$$n = -0,15$$

$K_p$  – поправочный коэффициент.

$$K_p = K_{MP} K_{\varphi P} K_{\gamma P} K_{\lambda P} K_{rp} \quad (3.2)$$

$$K_{MP} = 0,84$$

$$K_{\varphi P} = 0,94$$

$$K_{\gamma P} = 1,1$$

$$K_{\lambda P} = 1,0$$

$$K_{rp} = 0,87$$

$$K_p = 0,84 \cdot 0,94 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,75$$

$$\Sigma P_z = 10 \cdot 384 \cdot 2^{0,9} \cdot 0,5^{0,9} \cdot 142,3^{-0,15} \cdot 0,75 = 1369,1 \text{ Н}$$

$$\Sigma P_y = 324,4 \text{ Н}$$

Усилие зажима определяется исходя из равенства моментов закрепления резания.

Момент силы  $P_Z$ :

$$M'_P = \frac{P_z d_2}{2} \quad (3.3)$$

Момент усилия закрепления:

$$M'_3 = \frac{T d_1}{2} = \frac{W f d_1}{2} \quad (3.4)$$

Тогда,

$$W' = \frac{2KM'_P}{f d_1} = \frac{K(P_z d_2)}{f d_7} \quad (3.5)$$

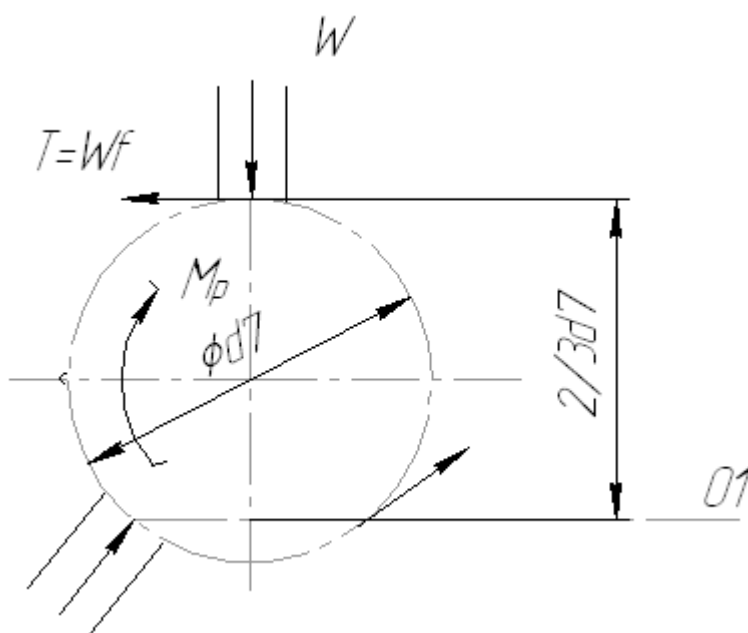


Рисунок 3.1 - Схема расположения кулачков

Получим,  $W' = \frac{1,8 \cdot 1369,1 \cdot 22,5}{0,3 \cdot 20} = 9241,4 \text{ Н.}$

Момент силы  $P_Y$ :



$$M''_p = P_y l \quad (3.6)$$

Момент усилия закрепления:

$$M''_3 = T \cdot \frac{2}{3} d_1 = \frac{2}{3} W'' f d_1 \quad (3.7)$$

Усилие закрепления:

$$W'' = \frac{1,5K \cdot P_y l}{f d_1} \quad (3.8)$$

$$W'' = \frac{1,5 \cdot 1,8 \cdot 342,4 \cdot 21}{0,3 \cdot 20} = 3235,6 \text{ Н.}$$

Значение  $W'$  больше чем  $W''$ , поэтому его принимаем для расчетов.

Усилие зажима на постоянных кулачках рассчитывается:

$$W_1 = \frac{W'}{1 - \left( \frac{3l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)} \quad (3.9)$$

где  $l_k, H_k$  – конструктивные параметры кулачков;

$f$  - коэффициент трения.

$$W_1 = \frac{9241,4}{1 - \frac{3 \cdot 90}{85} \cdot 0,1} = 13530 \text{ Н}$$

Усилие на силовом приводе для рычажного зажимного механизма определяется по формуле:

$$Q = \frac{W_1}{i_c} \quad (3.10)$$

где  $i_c$  — передаточное отношение.

$$i_{c.кл} = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1} \quad (3.11)$$

где  $\alpha$  - угол клина;

$\varphi$  и  $\varphi_1$  — угол трения соответственно на поверхности кулачка и центровика.

$$\text{Таким образом, } i_c = \frac{1}{\operatorname{tg}(18^\circ + 5^0 43') + \operatorname{tg}5^0 43'} = \frac{1}{0.439 + 0.1} = 1.86.$$

$$\text{Итак, исходное усилие } Q = \frac{9241.4}{1.86} = 4968.4 \text{ Н.}$$

Для создания исходного усилия необходимо рассчитать диаметр поршня гидроцилиндра по формуле:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}} \quad (3.12)$$

Получим  $D = 90$  мм.

Для расчёта погрешности установки заготовки в приспособлении составим его размерную схему (рисунок 3.2).

$$\varepsilon_y = \frac{\omega A_\Delta}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2} \quad (3.13)$$

где  $\omega A_\Delta$  - колебание замыкающего звена  $A_\Delta$ ;

$\Delta_1, \Delta_3, \Delta_5$  - погрешности, соответствующих размеров;

$\Delta_2, \Delta_4$  - зазоры в сопряжениях.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0.016^2 + 0.028^2 + 0.016^2 + 0.028^2 + 0.016^2} = 0.024 \text{ мм.}$$

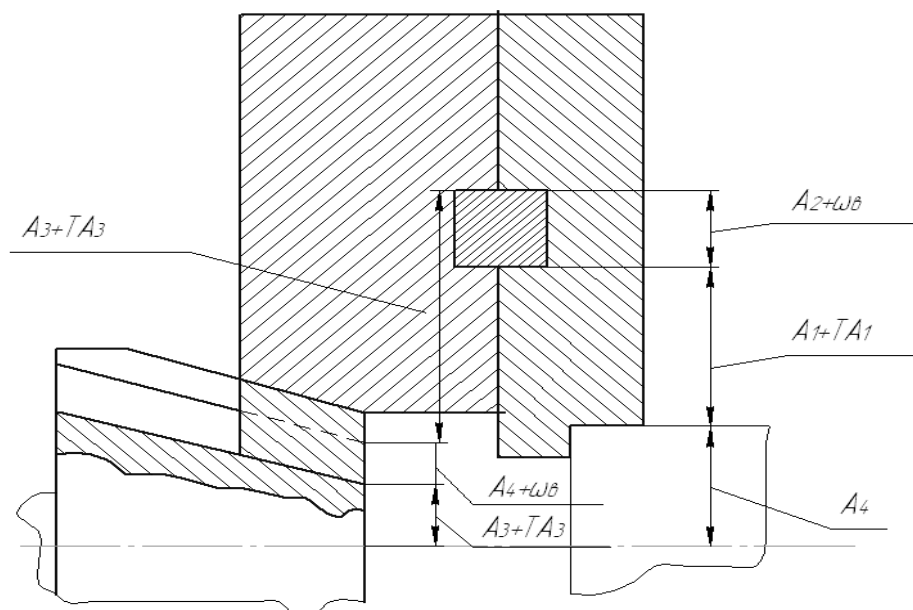


Рисунок 3.2 – Схема для расчета погрешности

Допустимая погрешность установки для черновой обработки равна

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} < Z_{\text{мин}}^{\text{чист}}.$$

В нашем случае  $0,024 \text{ мм} < 0,65 \text{ мм}$ , т.е. условие выполняется.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

Произведем проектирование режущего инструмента для операции 095 Полировальной.

Для данной операции был выбран лепестковый полировальный круг с большим количеством абразивных лепестков и с более плотной посадкой. Это достигается за счет отсутствия абразивного слоя у основания лепестков.

Лепестковые круги для полировальных и зачистных операций недавно появились в промышленности. В настоящее время абразивная промышленность выпускает круги формы 1 с наружным диаметром до 350 мм.

Выбор габаритов круга, т.е. определение его диаметра и высоты производим исходя из того, что диаметр и высота круга прямо пропорциональны производительности процесса обработки, т.е. чем больше диаметр и высота круга, тем лучше. Затем, исходя из полученных габаритов, определяем соотношение длины лепестков и радиуса ступицы. При малой длине лепестков снижается коэффициент полезного использования круга шлифовальной шкурки.

Выбираем наиболее оптимальные габаритные размеры и скорость круга:

- размер 300x36x40;
- рабочая скорость 35м/с;
- шлифматериал 14А- электрокорунд нормальный;
- зернистость по ГОСТ F40;
- твердость - К;
- структура - б;
- связка керамическая - V;
- класс точности - АА;
- класс неуравновешенности - 2.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Паспорт технического объекта

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Технический и/или технологический процесс	Операция технологического процесса и/или вид предлагаемых работ	Должность работающего, который будет выполнять предлагаемых технологический процесс и/или операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используемые материалы и/или вещества
1	Точение	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Токарный станок SAMAT 135 NC с системой программного управления	20ХГНМ, смазочно-охлаждающая жидкость Blasocut
2	Накатывание шлиц	Накатная операция	Накатчик	Шлиценакатной станок СТИ 1923К	20ХГНМ, смазочно-охлаждающая жидкость Blasocut

## 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Риски в профессиональной деятельности

Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	2	3
Токарная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, токарный станок SAMAT 135 NC с системой программного управления
Накатная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов,	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, Токарный станок SAMAT 135 NC с системой программного

Продолжение таблица 4.2

1	2	3
	<p>движущиеся машины и механизмы;</p> <p>подвижные части производственного оборудования;</p> <p>передвигающиеся изделия, заготовки;</p> <p>высокий уровень шума</p>	<p>управления, шлиценакатной станок СТИ 1923К</p>

4.3 Средства обеспечения снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Вредный производственный фактор и/или опасный производственный фактор	Технические средства защиты, организационно-технические методы частичного снижения, полного устранения вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора	СИЗ работающего
1	2	3	4
1	Повышенная температура поверхностей	Регламентированная процедура по	Краги брезентовые с

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
	оборудования, материалов	обучению по охране труда	двойным наладонником, перчатки «Ангара»
2	Движущиеся машины и механизмы	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «ОП-ТЕМА»
3	Подвижные части производственного оборудования	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «ОП-ТЕМА»
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Беруши «Лазер Лайт»

4.4 Пожарная и техногенная безопасность технического объекта



Таблица 4.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	Участок механической обработки	Токарный станок SAMAT 135 NC с системой программного управления Шлиценакатной станок СТИ 1923К	Пожары категории В, воспламенение и горение веществ в жидком состоянии и твердых веществ способных плавиться	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Попадание высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 4.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичного пожаротушения	Средства	Установки	Средства	Оборудование	СИЗ для людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
Огнетушители, ящики с песком, пожарные краны	Пожарные автомобили и пожарные лестницы	Системы пенного пожаротушения	Технические средства оповещения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	Разветвления для рукавов, рукава пожарные высокодавления	Респираторы, пожарные веревки и карабины противогазы	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
Точение	Хранение ветоши в негорючих ящиках Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ
Накатывание шлиц	Хранение ветоши в негорючих ящиках Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

#### 4.5 Определение экологически опасных факторов объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название технического объекта и/или производствен ного техпроцесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственн ого техпроцесса (производственн ого сооружения или производственн ого здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	Экологическ ое негативное воздействие рассматривае мого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемог о технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
1	2	3	4	5
Точение Сверление	Токарный станок SAMAT 135 NC с системой программного управления Шлиценакатной станок СТИ	Пыль металличес кая	Взвешенные вещества и нефтепродукт ы	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах, вывоз бытовых и промышленных

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
	1923К			отходов должен производиться своевременно

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

1	2
Название технического объекта	Точение, Накатывание
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение пылеуловителей
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение песковых площадок, биологических фильтров, флотационных установок, отстойников
Предлагаемые мероприятия для снижения	Разработка регламентированных процедур по обращению с отходами

Продолжение таблицы 4.8

1	2
негативного антропогенного воздействия на литосферу	

4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

В данном разделе были выявлены опасные и вредные производственные факторы, действующие на производстве. Разработан комплекс мер по их снижению и устранению, а также обеспечению пожарной безопасности и сохранению экологии и окружающей среды.

## 5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

В процессе написания выпускной квалификационной работы было предложено совершенствование исходного технологического процесса изготовления детали «вторичный вал коробки передач Lada 4×4». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операции «Шлиценакотная», представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Шлиценарезная операция Выполняется нарезание шлицев шейки вала. <u>Оборудование</u> – шлиценарезной станок. <u>Инструмент</u> – фреза. $T_O = 6,4 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 9,8 \text{ мин}$	Шлиценакатная операция Выполняется полирование шейки вала <u>Оборудование</u> – шлиценакатной станок, модель СТИ1923К. <u>Инструмент</u> – накатной ролик. $T_O = 0,28 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 1,08 \text{ мин}$

Описанные, в таблице 5.1, условия являются исходной информацией для проведения экономических расчетов с целью обоснованности внедрения предложенных изменений.

Для проведения полноценной экономической оценки эффективности предложенного совершенствования, необходимы также знание следующих величин:

– программы выпуска изделия, которая, согласно заданию ВКР, составляет 5000 шт.;

– массы детали и заготовки, а также марку материала, применяемого при изготовлении данной детали, но если предлагаемые изменения не касались способа получения заготовки и используемого материала для детали, то данными значениями можно пренебречь;

– стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;

– нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;

– часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя описанные значения, пакет программного обеспечения Microsoft Excel, и соответствующую методику расчета технологической себестоимости и составления калькуляции полной себестоимости [24], сначала определяем значения технологической себестоимости выполнения шлиценакотной операции. По исходному варианту технологического процесса она составляет 42,56 руб., а по проектируемому – 14,67 руб. Полученные значения используются, как исходные данные, для определения полной себестоимости выполнения анализируемой операции. Для наглядности, структуру технологической себестоимости и ее значение, а также размер полной себестоимости представим в виде диаграммы на рисунке 5.1.



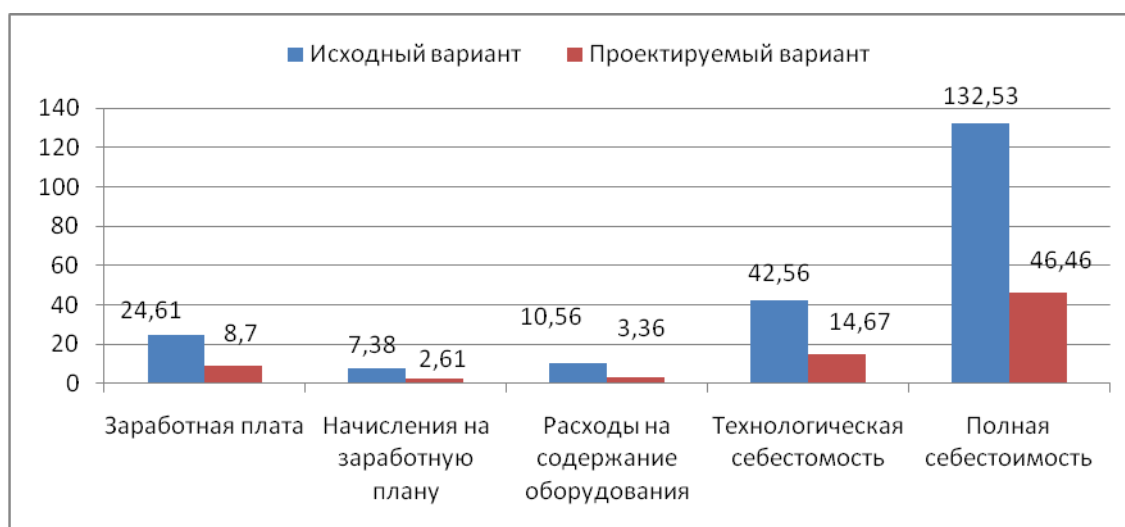


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

Анализируя представленную диаграмму, можно сделать вывод о том, что все параметры имеют тенденцию к снижению. Это следует воспринимать, как положительные изменения, которые могут привести к эффективности рассматриваемого процесса производства.

Несмотря на снижение величины полной себестоимости, говорить об экономической целесообразности предлагаемых изменений пока рано. Так как, на этом этапе еще не определена величина капитальных вложений, необходимых для внедрения совершенствований и не известен срок окупаемости данных инвестиций.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, и применяя методику расчета капитальных вложений [24], определим размер необходимых инвестиций. Данная величина составила 451120,44 руб. и весь перечень изменений при выполнении анализируемых операций «Шлиценакотная».

Чтобы окончательно удостовериться в целесообразности, предлагаемых изменений, выполним экономические расчеты по определению эффективности внедрения. Согласно методике расчета [24], применяемой в данных случаях, рассчитаем необходимые величины (чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект), на базе

которых и будут сделаны соответствующие выводы. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}} \text{ руб.}$	344280
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}} \text{ лет}$	3
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ, диск.}} \text{ руб.}$	546716,64
4	Интегральный экономический эффект	$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \text{ЧДД, руб.}$	95596,2
5	Индекс доходности	$ИД, \text{ руб.}$	1,21

Анализируя данные, представленные в таблице 5.2, можно сделать вывод о том, что внедрение предложенных изменений в технологический процесс будет эффективным. Такое заключение позволяет делать ряд представленных величин, а именно:

- положительная величина интегрального экономического эффекта – 95596,2 руб.;
- оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 3 года;
- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,21 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операции «Шлиценакотная» технологического процесса изготовления детали «вторичный вал коробки передач Lada 4×4».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе был спроектирован технологический процесс изготовления вторичного вала коробки передач Lada 4x4., который позволил обеспечить выпуск годовой программы при обеспечении качества изготовления деталей и сроков изготовления.

Этого удалось добиться благодаря использованию при проектировании множества типовых решений, современного высокопроизводительного оборудования, режущего инструмента и оснастки.

Также для совершенствования токарных операций было спроектировано специальное станочное приспособление, а для полировальной операции режущий инструмент. Станочное приспособление позволило надежно закрепить деталь и сократить время на обработку за счет механизации зажима. Режущий инструмент позволил заменить дорогостоящий импортный аналог на более дешевый инструмент, при сохранении заданного качества обработки и режимов резания.

Экономические расчеты подтвердили правильность принятых технических решений.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
2. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
3. Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.
4. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
5. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
7. Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с. : ил. - 34-00.
8. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.
9. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва :

Машиностроение-1, 2003. - 941 с

10. Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.

11. Сибикин, М.Ю. Современное металлообрабатывающее оборудование: справочник. [Электронный ресурс] / М.Ю. Сибикин, В.В. Непомилуев, А.Н. Семенов, М.В. Тимофеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 308 с.

12. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 336 с.

13. Сергель, Н.Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Н. Сергель. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 732 с.

14. Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.

15. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.

16. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.

17. Григорьев, С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: Справочник. [Электронный ресурс] / С.Н. Григорьев, М.В. Кохомский, А.Р. Маслов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 544 с.

18. 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.

19. Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И.

Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.

20. Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

21.Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.

22. Булавин, В.В. Расчет металлорежущих инструментов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ, 2011. — 136 с.

23. Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 с.

24.Зубкова, Н.В. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения». Тольятти: ТГУ, 2012. – 123 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			17.07.TM.073.008.000.СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>						
A4	1		17.07.TM.073.008.001	Корпус патрона	1	
A4	2		17.07.TM.073.008.002	Постоянный кулачок	3	
A4	3		17.07.TM.073.008.003	Сухарь	3	
A4	4		17.07.TM.073.008.004	Сменный кулачок	3	
A4	5		17.07.TM.073.008.005	Тяга	1	
A4	6		17.07.TM.073.008.006	Крышка	1	
A4	7		17.07.TM.073.008.007	Винт	1	
A4	8		17.07.TM.073.008.008	Клин	1	
A4	9		17.07.TM.073.008.009	Винт	3	
A4	10		17.07.TM.073.008.010	Шток	1	
A4	11		17.07.TM.073.008.011	Поршень	1	
A4	12		17.07.TM.073.008.012	Корпус гидроцилиндра	1	
A4	13		17.07.TM.073.008.013	Кожух	1	
A4	14		17.07.TM.073.008.014	Шпиндель	1	
<u>Стандартные изделия</u>						
	15			Винт стопорный М3 ГОСТ 8878-73	1	
	16			Гайка М24 ГОСТ 5915-70	1	
17.07.TM.073.008.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Филиманов				Лит.	Лист
Проб.	Козлов				В	1
Н.контр.	Виткалов				Листов	
Утв.	Логинов				2	
Станочное приспособление					ТГУ, ТМдз-1232	





Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	
							Изм.	Дата
				<u>Документация</u>				
A1			17.07.ТМ.073.010.000.СБ	Сборочный чертеж				
				<u>Детали</u>				
A4	1		17.07.ТМ.073.010.001	Сегмент абразивный	120			
A3	2		17.07.ТМ.073.010.002	Корпус	1			
A4	3		17.07.ТМ.073.010.003	Шайба	1			
							Изм.	Дата
							Лист	Листов
							1	1
							17.07.ТМ.073.010.000	
							Круг лепестковый	
							ТГУ, ТМдз-1232	
							Формат А4	

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты















## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Операционные карты







