

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 вала-шестерни привода  
горизонтально-фрезерного станка

Студент(ка)	<u>Березин С.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Логинов Н.Ю.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Краснопевцева И.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Степаненко А.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Виткалов В.Г.</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

В работе выполнен технологический процесс изготовления вала-шестерни привода горизонтально-фрезерного станка. Выполнено обоснование выбора метода получения и спроектирована заготовка. Разработанная технология оснащена современными технологическими средствами. Спроектирован режущий инструмент на одну из операций технологического процесса.

На шпоночно-фрезерную операцию 035 спроектировано станочное приспособление с автоматическим приводом.

На 030 шпоночно-фрезерную операцию разработан режущий инструмент.

Работа содержит 63 страницы расчетно-пояснительной записки, графическая часть составляет 7 листов формата А1.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	4
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	11
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	34
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	38
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	41
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	54
ПРИЛОЖЕНИЯ	57

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является важнейшей отраслью экономики нашей страны. Продукция машиностроения (машины разнообразного назначения) поставляется подавляющему большинству отраслей промышленности, транспорта, сельского хозяйства, определяя уровень их развития. Исключительно важное значение машиностроение имеет в обеспечении обороноспособности России.

Процесс создания машины делится на два этапа. Первый этап состоит в разработке конструкции машины с изготовлением соответствующей конструкторской документации. Вторым этапом является разработка и осуществлению производственных процессов изготовления деталей и сборки машины, что составляет основную задачу технологии машиностроения. Этапы создания машин тесно взаимосвязаны. Действительно, невозможно разработать хорошую конструкцию машины без учёта технологии её производства. Принятые технологии изготовления деталей и сборки машин определяют их качество и затраты на производство. Развитие технологии машиностроения позволяет применять новые конструкторские решения, обеспечивающие повышение качества машин и снижение затрат на их производство.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления вала-шестерни привода горизонтально-фрезерного станка заданного качества с наименьшей себестоимостью, используя современные достижения в машиностроительной промышленности.

# 1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Назначение и условия работы детали.

Вал-шестерня привода горизонтально-фрезерного станка предназначен для восприятия и передачи крутящего момента. Деталь воспринимает крутящий момент боковыми сторонами шпоночного паза малой шейки, насаженной на ней шестерёнкой, и передаёт его поверхностями зубьев венца далее в механизм.

Для анализа классификации поверхностей пронумеруем их и представим на рисунке 1.1.

## 1.2 Классификация поверхностей детали.

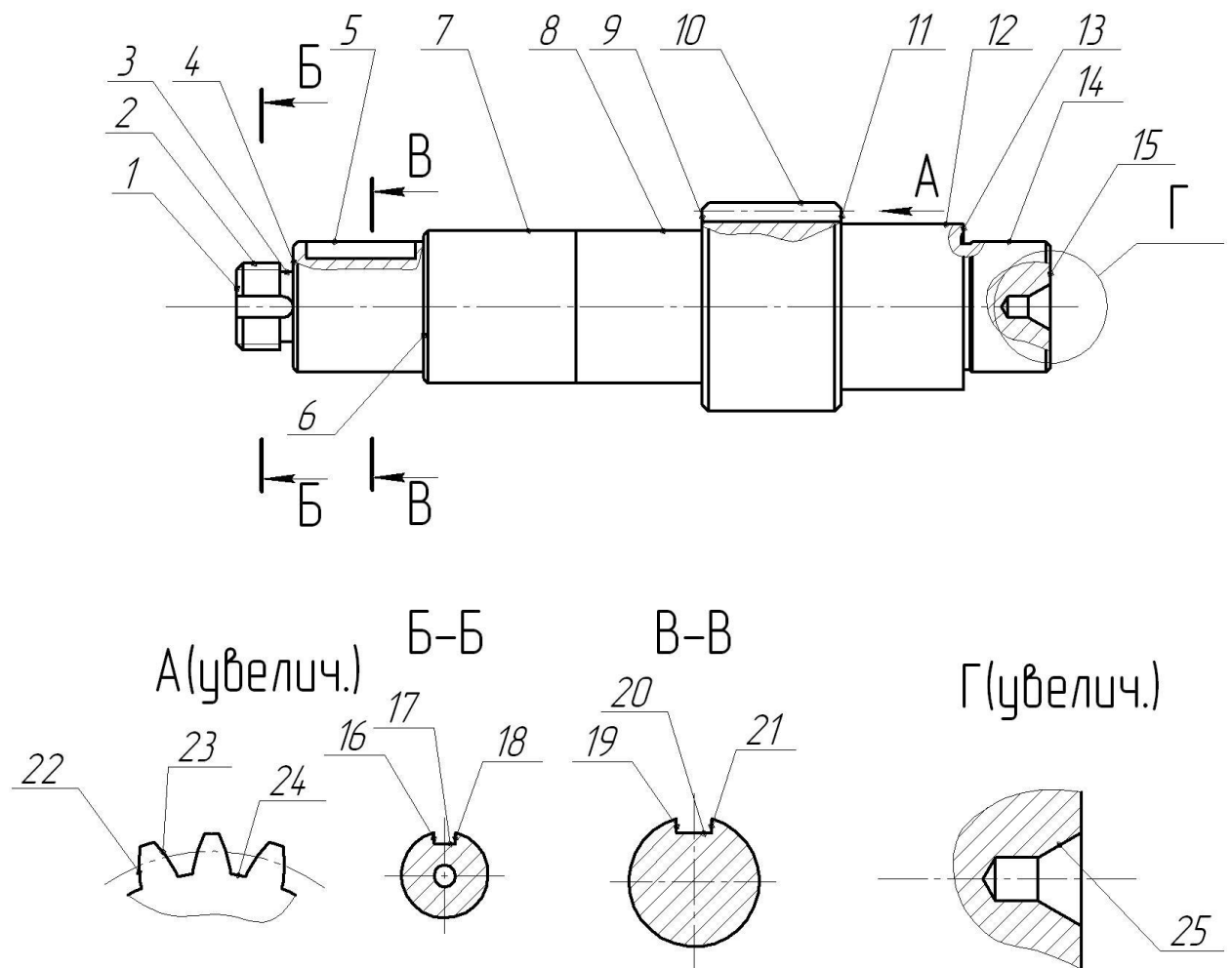


Рисунок 1.1. Классификация поверхностей детали

Результаты классификации занесём в табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Классификация поверхностей

Тип поверхности	Номер поверхности
Исполнительные поверхности	19, 21, 22, 23
Основные конструкторские базы	7, 13, 14
Вспомогательные конструкторские базы	2, 5, 6, 16, 17, 18, 20, 25
Свободные поверхности	остальные

Исполнительными в нашем случае являются боковые поверхности шпоночных пазов (19 и 21) и эвольвентные поверхности зубчатого венца 22 и 23.

Основными конструкторскими базами являются шейки под подшипники 7 и 14, а также торец 13.

Вспомогательными конструкторскими базами являются 2, 5, 6, 16, 17, 18, 20 и 25.

Остальные поверхности будут свободными, они все обеспечивают создание полного профиля детали.

### 1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

С помощью литературного источника [2] проанализируем состав и физико-механические свойства материала детали стали 40Х. Данные приведены в табл. 1.2 и 1.3.

Таблица 1.2 - Химический состав стали 40X по ГОСТ 4543-71 (в %).

Химический элемент	Содержание
С (углерод)	0,36...0,44 %
Mn (марганец)	0,5...0,8 %
Si (кремний)	0,17...0,37 %
Ni (никель)	до 0,3 %
P (фосфор)	до 0,035 %
S (сера)	до 0,035 %
Cu (медь)	до 0,3 %
Cr (хром)	0,8...1,1 %
Fe (железо)	остальное

Таблица 1.3 - Механические свойства стали 40X по ГОСТ 4543-71.

$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta_5$	KCU	HB
МПа	МПа	%	Дж/см <sup>2</sup>	Не более
785	980	10	45	217

Химический состав и механические свойства материала позволяют обеспечить нормальную функцию детали в узле. Материал является недефицитным.

Заготовку можно получить или методом проката, или штамповкой на горизонтально-ковочной машине. В этих случаях конфигурация заготовки достаточно элементарна.

Конструкция детали в целом обеспечивает доступность инструмента к обрабатываемым поверхностям при всяком виде механической обработки. Это позволяет нам использовать в основном стандартный, а иногда унифицированный тип инструментов.

Также форма расположения поверхностей детали обеспечивает свободную доступность к обрабатываемым поверхностям инструментов для контроля.

В результате проведения анализа можно сделать вывод о достаточной технологичности детали.

#### 1.4 Формулировка задач работы.

На базе анализа технических требований к детали можно сформулировать следующие задачи работы, которые необходимо решить для достижения цели работы, сформулированной во введении – обеспечить необходимую программу выпуска валов-шестерен привода горизонтально-фрезерного станка заданного качества с минимальными затратами путем разработки техпроцесса его механической обработки: определим тип машиностроительного производства; выработаем стратегию проектирования технологического процесса; выполним технико-экономический расчет метода получения заготовки; разработаем технологический план обработки детали, разработав схемы базирования; выберем средства технологического оснащения на каждую операцию техпроцесса; рассчитаем на одну поверхность припуски по операциям техпроцесса, а на остальные – назначим табличным способом; рассчитаем режимы резания и определим содержание операций, спроектируем наладки; на одну из операций техпроцесса спроектируем режущий инструмент; для одной из операций спроектируем станочное приспособление.



## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

Для построения правильного технологического процесса обработки детали определим тип производства, так как с ним связана рациональность изготовления детали.

### 2.1 Определение типа производства.

Стратегия разработки технологического процесса зависит от типа производства, который при прочих неизвестных условиях зависит от массы детали и объема выпуска деталей в год. В нашем случае при  $m=1,4$  кг и  $N_r = 10000$  деталей в год выберем тип производства по таблице. [3]

Исходя из того, что годовой объем выпуска равен  $N_r = 10000$  деталей в год, а масса детали  $m=1,4$  кг, то тип производства определяется как среднесерийное.

### 2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.

Для среднесерийного типа производства принимаем такую стратегию разработки техпроцесса, чтобы обеспечить заданный выпуск деталей с требуемым качеством и наименьшими затратами.

Руководствуясь [3], принимаем следующую стратегию разработки техпроцесса: заготовка – прокат или штамповка на ГКМ; повторяемость изделий – периодическая повторяемость партий; форма организации техпроцесса – переменнo-поточная; припуск на обработку – незначительный; оборудование – специализированное с ЧПУ или универсальное; расчет припусков – подробный по переходам.

Остальные параметры разработки техпроцесса берем по [3].

### 2.3 Выбор метода получения заготовки.

Тип детали, ее материал и форма определяют метод получения заготовки. Данный тип заготовки рациональным способом можно получить

прокатом или штамповкой. Оба способа позволяют получить заготовку необходимого качества.

Проведем технико-экономический анализ получения заготовки для заданной детали прокатом и штамповкой. [4]

Первым вариантом является изготовления заготовки методом штамповки. При этом класс точности заготовки определяемый по [4] – 3; класс сложности штамповки – 1; массу штамповки, определяем при помощи 3D моделирования – 2,06 кг.

Вторым вариантом для сравнения является изготовление заготовки методом проката (прокат Ø52x191). Массу заготовки определяем при помощи 3D моделирования – 3,17кг.

Стоимость одного килограмма штампованных заготовок  $C_{зар} = 0,315$  руб.

Стоимость одного килограмма заготовок из проката  $C_{зар} = 0,115$  руб.

Стоимость одного килограмма стружки для обоих вариантов  $C_{отх} = 0,0144$ руб.

Массу детали берем из чертежа  $m_d = 1,4$  кг.

Рассчитаем стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке [4].

$$C_{мех} = C_c + E_H \cdot C_K, \quad (2.1)$$

где  $C_c = 0,505$ руб/кг;  $E_H = 0,15$ ;  $C_K = 1,115$ руб/кг. [4].

Далее по формуле (2.1) имеем:

$$C_{мех} = 0,505 + 0,15 \cdot 1,115 = 0,6723 \text{ руб/кг.}$$

Рассчитаем стоимость срезания одного килограмма стружки с заготовки, полученной штамповкой [4].

$$C_{заг} = C_{шт} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_e \cdot k_M \cdot k_n, \quad (2.2)$$

где  $C_{шт} = 0,315$ руб;  $k_T = 0,9$ ;  $k_C = 0,84$ ;  $k_B = 1,14$ ;  $k_M = 1,0$ ;  $k_n = 1,0$ . [4]

Тогда по формуле (2.2) имеем:

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

Дальше определим себестоимость изготовления детали из штамповки [4].

$$C_{ми} = C_{заг} \cdot Q_{шт} + C_{мех} (Q_{шт} - q) - C_{отх} (Q_{шт} - q), \quad (2.3)$$

где  $Q_{шт} = 2,06 \text{ кг}$ ;  $q = 1,4 \text{ кг}$ ;  $C_{отх} = 0,0144 \text{ руб/кг}$ . [4]

Тогда по (2.3) имеем:

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 2,06 + 0,6723 (2,06 - 1,4) - 0,0144 (2,06 - 1,4) = 0,9935 \text{ руб.}$$

Дальше определим себестоимость изготовления детали из проката [4].

$$C_{ми} = C_{заг} \cdot Q_{пр} + C_{мех} (Q_{пр} - q) - C_{отх} (Q_{пр} - q), \quad (2.4)$$

где  $Q_{пр} = 317 \text{ кг}$ .

Исходя из зависимости (2.4) имеем:

$$C_{ми} = 0,2219 \cdot 3,17 + 0,6723 (3,17 - 1,4) - 0,0144 (3,17 - 1,4) = 1,8679 \text{ руб.}$$

Следовательно, по себестоимости изготовления заготовки более экономичным является метод штамповки.

Годовая экономия при этом будет равна:

$$\mathcal{E}_2 = C_{пр} - C_{шт} N_2 = 1,8679 - 0,9935 \cdot 1000 = 8744 \text{ руб.}$$

## 2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

В зависимости от необходимого качества обработки поверхностей, которое в свою очередь определяется качеством точности IT и шероховатостью Ra, определим методы обработки поверхностей и сведём их в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№ поверхности	Квалитет точности	Шероховатость Ra	Последовательность обработки
1	2	3	4
1, 15	14	6,3	Центрально-подрезная
2	8	6,3	Токарная черновая, Токарная чистовая, Резьбошлифовальная
3, 4, 6, 9, 11	14	6,3	Токарная черновая, Токарная чистовая

## Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4
5, 7, 14	6	1,6	Токарная черновая, Токарная чистовая, Круглошлифовальная черновая, Круглошлифовальная чистовая
8, 12	9	6,3	Токарная черновая, Токарная чистовая
10	11	6,3	Токарная черновая, Токарная чистовая
13	14	1,6	Токарная черновая, Токарная чистовая, Торцекруглошлифовальная
16, 18, 19, 21	9	3,2	Шпоночно-фрезерная
17, 20	11	6,3	Шпоночно-фрезерная
22, 23	7	1,6	Зубофрезерная, Зубошлифовальная
24	11	6,3	Зубофрезерная
25	14	0,8	Центрольно-подрезная, Цетрошлифовальная

## 2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали.

В зависимости от методов обработки поверхностей выполним маршрут обработки, представленный в виде таблицы 2.2.

Таблица 2.2 - Маршрут обработки детали

№ оп.	Наименование операции	Номера обрабатываемых поверхностей	IT	Ra
000	Заготовительная	Все	16	40
005	Центровально-подрезная	1, 15	12	12,5
		25	10	3,2
010	Токарная черновая	2, 5, 7, 8	12	12,5
		4, 6, 9	14	12,5
015	Токарная черновая	10, 12, 14	12	12,5
		11, 13	14	12,5
020	Токарная чистовая	3, 4, 6, 9	14	6,3
		8	9	6,3
		2, 5, 7	9	3,2

Продолжение табл. 2.2

025	Токарная чистовая	10	11	6,3
		11, 13	14	6,3
		12, 14	9	3,2
030	Шпоночно-фрезерная	19, 21	9	3,2
		20	11	6,3
035	Шпоночно-фрезерная	16, 18	9	3,2
		17	11	6,3
040	Зубофрезерная	22, 23	7	3,2
		24	11	6,3
050	Центрошлифовальная	25	8	0,8
055	Торцекруглошлифовальная	13	14	1,6
		14	6	1,6
060	Круглошлифовальная	5, 7	6	1,6
065	Резьбошлифовальная	2	8	3,2
070	Зубошлифовальная	22, 23	7	1,6
075	Моечная	все		
080	Контрольная			

## 2.6 Определение припусков.

В этом разделе определяем припуск на поверхность  $\varnothing 35h6_{(-0,016)}$  расчетно-аналитическим методом.

Исходные данные:

$$D = 35_{(-0,016)}; L = 35; Ra = 1,6.$$

На обработку данной поверхности назначаем технологические переходы: черновое точение; чистовое точение; закалка (ТО); черновое шлифование; чистовое шлифование.

Для каждого перехода определяем суммарную величину

$$a = R_z + h_o. [6]$$

Определим суммарное отклонение формы и расположения поверхностей после обработки на каждом переходе из зависимости  $\Delta = 0,25 \cdot Td$  :

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 2,0 = 0,500, \text{ мм} .$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,250 = 0,063, \text{ мм} .$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,062 = 0,016, \text{ мм} .$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025, \text{ мм} .$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,039 = 0,010, \text{ мм} .$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,016 = 0,004, \text{ мм} .$$

Определим установочную погрешность заготовки  $\varepsilon$  в станочном приспособлении на каждом переходе.

Определим минимальные значения припусков для каждого перехода, кроме 0 и TO.

Минимальное значение припуска рассчитаем из зависимости

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} ,$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,500^2 + 0,025^2} = 0,901, \text{ мм} .$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,063^2 + 0} = 0,263, \text{ мм} .$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,025^2 + 0^2} = 0,125, \text{ мм} .$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,010^2 + 0} = 0,060, \text{ мм} .$$

Максимальное значение припуска рассчитаем из зависимости

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \sqrt{d_{i-1} + Td_i} .$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \sqrt{d_0 + Td_1} = 0,901 + 0,5(2,000 + 0,250) = 2,026, \text{ мм} .$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \sqrt{d_1 + Td_2} = 0,263 + 0,5(0,250 + 0,062) = 0,419, \text{ мм} .$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \sqrt{d_2 + Td_3} = 0,125 + 0,5(0,062 + 0,039) = 0,176, \text{ мм} .$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \sqrt{d_3 + Td_4} = 0,060 + 0,5(0,039 + 0,016) = 0,088, \text{ мм} .$$

$$d_{4\min} = 39,984 \text{ мм} .$$

$$d_{4\max} = 35,000\text{мм}.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 35,000 + 2 \cdot 0,060 = 35,120, \text{мм}.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 35,120 + 0,039 = 35,159, \text{мм}.$$

$$d_{\delta i \min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 35,159 + 2 \cdot 0,125 = 35,509, \text{мм}.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 35,409 + 0,100 = 35,509, \text{мм}.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\max} \cdot 0,999 = 35,509 \cdot 0,999 = 35,473, \text{мм}.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 35,473 + 0,062 = 35,535, \text{мм}.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 35,535 + 2 \cdot 0,263 = 36,061, \text{мм}.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 36,061 + 0,250 = 36,311, \text{мм}.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 36,311 + 2 \cdot 0,901 = 39,113, \text{мм}.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 39,113 + 2,000 = 41,113, \text{мм}.$$

Определим средние значения диаметров на каждый переход

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}).$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(41,113 + 39,113) = 40,113, \text{мм}.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(36,311 + 36,061) = 36,186, \text{мм}.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(35,535 + 35,473) = 35,504, \text{мм}.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(35,509 + 35,409) = 35,459, \text{мм}.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(35,159 + 35,120) = 35,140, \text{мм}.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(35,000 + 34,984) = 34,992, \text{мм}.$$

Определим общий припуск

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max}.$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4.$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}).$$

$$2Z_{\min} = 39,113 - 35,000 = 4,113, \text{мм}.$$

$$2Z_{\max} = 4,113 + 2,000 + 0,016 = 6,129, \text{мм}.$$

$$2Z_{cp} = 0,5(3,397 + 5,632) = 4,121, \text{ мм.}$$

Схема расположения допусков приведена на рисунке 2.1.

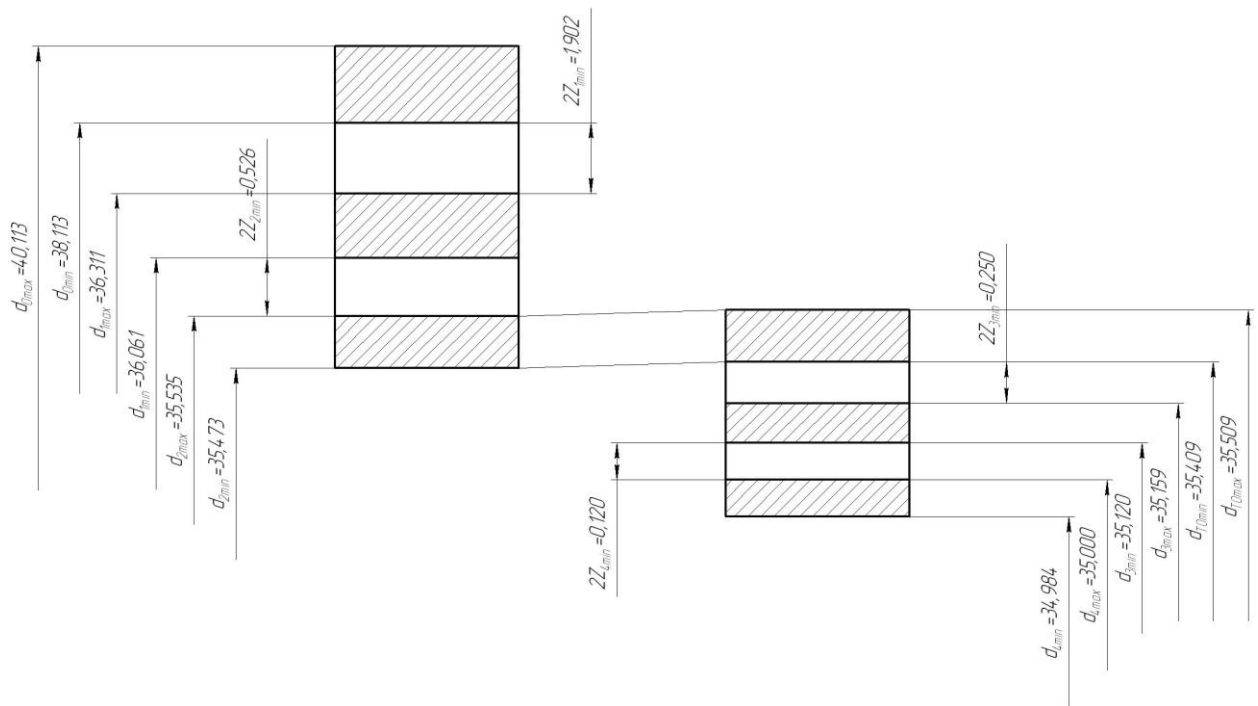


Рисунок 2.1. Схема расположения полей допусков и припусков на поверхность  $\text{Ø}35\text{h}6(-0,016)$ .

## 2.7 Проектирование заготовки.

При проектировании заготовки, выполненной методом штамповки, будем учитывать надлежащие пункты:

- 1) припуски для обработки;
- 2) черновые базы;
- 3) требования, предъявляемые к степени точности;
- 4) уклоны штамповки.

По ГОСТ 7505-89 [6] для нашей заготовки выбираем:

- 1) По [6] принимаем группу стали М2.
- 2) Штамповка на горячековочной машине относится к классу точности

Т3.

- 3) Определим степень сложности:

$$G_{\text{II}} = 2,06\text{кг.}$$



$$G_{\Phi} = 3,17_{кг} .$$

$$\frac{G_{II}}{G_{\Phi}} = \frac{2,06}{3,17} = 0,65 .$$

Степень сложности заготовки-штамповки по данному показателю оцениваем, как С1.

4) Определяем исходный индекс штамповки для необходимости назначения допусковых отклонений, допусков и припусков.

Исходный индекс заготовки по ГОСТ 7505-89 [6] принимаем, как 12.

## 2.8 Выбор средств технологического оснащения.

Для технологического обеспечения техпроцесса оборудованием преимущественно необходимо применять станки, оснащенные системой числового программного управления.

Для 005 центровально-подрезной операции выбираем автомат центровально-подрезной с загрузочным устройством 2А911-1.

Для токарных операций 010, 015, 020 и 025 принимаем токарный станок с числовым программным управлением горизонтальной компоновки с направляющими качения модели СА500СФЗК.

Для шпоночно-фрезерных операций 030 и 035 выбираем шпоночно-фрезерный станок для обработки шпоночных пазов мерными и немерными шпоночными фрезами модели 692Д.

Для операции 040 Зубофрезерной выбираем зубофрезерный полуавтомат вертикальной компоновки с числовым программным управлением модели 53А20ФЗ, предназначенный для фрезерования зубьев цилиндрических зубчатых колес методом обкатки червячной фрезой и методом единичного деления дисковой или пальцевой фрезами.

Для 050 Центрошлифовальной операции выбираем станок центрошлифовальный горизонтальной компоновки модели 3923.

Для торцекруглошлифовальной операции 055 выбираем станок с двухкоординатной системой числового программного управления CNC модели ХШ4-104Ф20.

Для 060 круглошлифовальной операции выбираем круглошлифовальный прецизионный станок с устройством числового программного управления модели 3М151Ф2, предназначенный для наружного шлифования прерывистых и гладких цилиндрических и пологих конических поверхностей методами врезного и продольного шлифования.

Для резьбошлифовальной операции 065 выберем резьбошлифовальный полуавтомат модели ВЗ-678Ф4 с системой числового программного управления, который предназначен для шлифования внешних винтовых поверхностей.

Для зубошлифовальной операции 070 выбираем зубошлифовальный вертикальный станок 5843ЕФ4, предназначенный для шлифования прямозубых и косозубых колес, имеющих модификацию зуба по высоте и по длине, методом копирования с возможностью измерения отдельных параметров точности непосредственно на станке.

Выбранное технологическое оборудование, режущий инструмент, средства контроля и технологическая оснастка представлены в сопроводительной документации к технологическому процессу, находящейся в приложениях.

## 2.9 Расчёт режимов резания.

2.9.1 Определим режимы обработки для операции 005 - Центровально-подрезная.

Переход 1.

В зависимости от глубины резания  $t = 2,5\text{мм}$  принимаем подачу  $S_0 = 0,3\text{мм/об}$ . [11]

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $V_0 = 180$ ;  $K_1 = 1,0$ ;  $K_2 = 1,0$ ;  $K_3 = 1,0$ ;  $K_4 = 1,0$ . [11]

Отсюда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$  м/мин.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 34} = 1686,0 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем минимальную частоту на всю операцию  $n_{\phi} = 400 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 34 \cdot 400}{1000} = 42,7 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 400 = 120 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{17}{120} = 0,14 \text{ мин.}$$

Переход 2.

$$L = L_p + L_{II} + L_d, \quad [11]$$

$$L_i = 1 \text{ мм.}$$

$$L_d = 0 \text{ мм.}$$

$$L = 11,3 + 1 + 0 = 12,3 \text{ , мм.}$$

Стойкость инструмента

$$T_p = T_M \cdot \lambda,$$

$$\text{При } \lambda = \frac{L_p}{L_{p.x}} \approx 1 \quad T_M = 60 \text{ мин. [11]}$$

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

Подача  $S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$

Скорость резания

$$v = v_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где  $v_{TAB} = 15 \text{ м/мин}$ ;  $K_1 = 0,75$ ;  $K_2 = 1,0$ ;  $K_3 = 0,95$ . [11]

$$v = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7 \text{ , м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 10,8} = 315,5, \text{ мин}^{-1}.$$

Так как используем сверла с покрытием TiN, то принимаем  $n = 400$  мин<sup>-1</sup>.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10,8 \cdot 400}{1000} = 13,6, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 400 = 80, \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{12,3}{400} = 0,03, \text{ мин.}$$

Переход 3.

Переход 1.

В зависимости от глубины резания  $t = 2,5 \text{ мм}$  принимаем подачу  $S_0 = 0,3 \text{ мм/об.}$  [11]

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0.$  [11]

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 31} = 1849,2 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем минимальную частоту на всю операцию  $n_{\phi} = 400 \text{ мин}^{-1}.$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 31 \cdot 400}{1000} = 38,9 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 400 = 120 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{20}{120} = 0,17 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,14 + 0,03 + 0,17 = 0,34, \text{ мин.}$$

2.9.2 Определим режимы обработки для операции 010 - Токарная черновая.

В зависимости от глубины резания  $t = 2,5\text{мм}$  принимаем подачу

$$S_0 = 0,3\text{мм/об} . [11]$$

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 ,$$

где  $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0 . [11]$

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 52} = 1102,4 \text{ мин}^{-1} .$$

Из паспорта станка  $n_\phi = 1000 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 52 \cdot 1000}{1000} = 163,3\text{м/мин} .$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1000 = 300\text{мм/мин} .$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{124}{300} = 0,41\text{мин} .$$

2.9.3 Определим режимы обработки для операции 015 - Токарная черновая.

В зависимости от глубины резания  $t = 2,5\text{мм}$  принимаем подачу

$$S_0 = 0,3\text{мм/об} . [11]$$

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 ,$$

где  $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0 . [11]$

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 48,6} = 1179,5 \text{ мин}^{-1} .$$

Из паспорта станка  $n_\phi = 1000 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 48,6 \cdot 1000}{1000} = 152,6\text{м/мин} .$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1000 = 300\text{мм/мин} .$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{90}{300} = 0,30\text{мин} .$$

2.9.4 Определим режимы обработки для операции 020 - Токарная чистовая.

Переход 1.

В зависимости от глубины резания  $t = 2,5\text{мм}$  принимаем подачу  $S_0 = 0,3\text{мм/об}$ . [11]

По [11] определяем скорость  $V_0 = 180$  м/мин.

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $V_0 = 180$ ;  $K_1 = 1,0$ ;  $K_2 = 0,5$ ;  $K_3 = 0,5$ ;  $K_4 = 1,0$ . [11]

Отсюда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 45$  м/мин.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 45}{3,14 \cdot 21} = 682,4 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_\phi = 630$  мин<sup>-1</sup>.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 21 \cdot 630}{1000} = 41,5 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 630 = 126 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{3}{126} = 0,02 \text{ мин.}$$

Переход 2.

В зависимости от глубины резания  $t = 0,3\text{мм}$  принимаем подачу  $S_0 = 0,2\text{мм/об}$ . [11]

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $V_0 = 180$ ;  $K_1 = 1,0$ ;  $K_2 = 1,0$ ;  $K_3 = 1,0$ ;  $K_4 = 1,0$ . [11]

Отсюда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$  м/мин.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 48,6} = 1179,5 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_{\phi}=1000 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 48,6 \cdot 1000}{1000} = 152,6 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 1000 = 200 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{122}{200} = 0,61 \text{ мин.}$$

Переход 3.

В зависимости от глубины резания  $t = 1,5 \text{ мм}$  принимаем подачу

$$S_0 = 1,5 \text{ мм/об. [11]}$$

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

$$\text{где } V_0 = 25; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0. [11]$$

$$\text{Отсюда } V = 25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 25 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 20} = 398,1 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_{\phi}=315 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 315}{1000} = 19,8 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 1,5 \cdot 315 = 472,5 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{11}{472,5} = 0,02 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,02 + 0,61 + 0,02 = 0,65, \text{ мин.}$$

2.9.5 Определим режимы обработки для операции 025 - Токарная чистовая.

Переход 1.

В зависимости от глубины резания  $t = 0,5 \text{ мм}$  принимаем подачу

$$S_0 = 0,3 \text{ мм/об. [11]}$$

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$ . [11]

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 30} = 1910,8 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_{\phi} = 1600 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 1600}{1000} = 150,7 \text{ м/мин}.$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1600 = 480 \text{ мм/мин}.$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{2}{480} = 0,01 \text{ мин}.$$

Переход 2.

В зависимости от глубины резания  $t = 0,3 \text{ мм}$  принимаем подачу

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об} . [11]$$

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$ . [11]

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 48} = 1194,3 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_{\phi} = 1000 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 48 \cdot 1000}{1000} = 150,7 \text{ м/мин}.$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 1000 = 200 \text{ мм/мин}.$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{88}{200} = 0,44 \text{ мин}.$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,01 + 0,44 = 0,45, \text{ мин}.$$

2.9.6 Определим режимы обработки для операции 030 - Шпоночно-фрезерная.



По [11] принимаем глубину резания  $t = 4$  мм.

Подача на зуб  $S_Z = 0,025$  мм/зуб. [11]

Подача на оборот

$$S_0 = S_Z \cdot z,$$

где  $z = 4$ .

$$S_0 = 0,025 \cdot 4 = 0,1, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y},$$

$$K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV},$$

где  $K_{MV} = 1,0$ ;  $K_{UV} = 0,1$ ;  $K_{LV} = 1,0$ .

Тогда  $K_V = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0$ .

$$D = 8 \text{ мм}; t = 4,0 \text{ мм};$$

$$S_0 = 0,1 \text{ мм/об}; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,74; m = 0,2; T = 30 \text{ мин. [11]}$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 8^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 4^0 \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,0 = 40,8, \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 40,8}{3,14 \cdot 8} = 1624,2, \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n = 1600 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 1600}{1000} = 40,2, \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 1600 = 160, \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{n_{\text{омс}} \cdot L_{\text{px}}}{S},$$

$$T_0 = \frac{1 \cdot 31}{160} = 0,19 \text{ мин.}$$

2.9.7 Определим режимы обработки для операции 035 - Шпоночно-фрезерная.

По [11] принимаем глубину резания  $t = 3$  мм.

Подача на зуб  $S_Z = 0,025$  мм/зуб. [11]

Подача на оборот

$$S_0 = S_Z \cdot z,$$

где  $z = 4$ .

$$S_0 = 0,025 \cdot 4 = 0,1, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y},$$

$$K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV},$$

где  $K_{MV} = 1,0$ ;  $K_{UV} = 0,1$ ;  $K_{LV} = 1,0$ .

Тогда  $K_V = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0$ .

$$D = 5 \text{ мм}; t = 3,0 \text{ мм};$$

$$S_0 = 0,1 \text{ мм/об.}; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,74; m = 0,2; T = 30 \text{ мин. [11]}$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 5^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 3^0 \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,0 = 33,8, \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 33,8}{3,14 \cdot 5} = 2152,9, \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 2000}{1000} = 31,4, \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 2000 = 200, \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{n_{\text{омс}} \cdot L_{\text{рх}}}{S},$$

$$T_0 = \frac{1 \cdot 14}{200} = 0,07 \text{ мин.}$$

2.9.8 Определим режимы обработки для операции 040 - Зубофрезерная.

$$L_{\text{р.х.}} = L_{\text{р}} + L_{\text{п}} + L_{\text{д}}, \quad [9]$$

$$L_p = b \cdot q,$$

где  $b = 32; q = 1$ .

$$L_p = 32 \cdot 1 = 32, \text{ мм.}$$

$$L_{\Pi} = 15 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{д}} = 0.$$

$$L_{p.x.} = 32 + 15 + 0 = 47, \text{ мм.}$$

Осевая подача [11]

$$S_0 = S_{0,\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

$$S_{0,\text{табл}} = 2,0 \text{ мм/об}; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0. [11]$$

$$S_0 = 2 \cdot 1 \cdot 1 = 2, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания

$$v = v_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где  $v_{\text{табл}} = 67 \text{ м/мин}; K_1 = 1; K_2 = 1; K_3 = 1. [11]$

$$v = 67 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 67, \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 67}{3,14 \cdot 100} = 213,4, \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n = 200 \text{ мин}^{-1}$ .

$$v_{\text{факт}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 200}{1000} = 62,8, \text{ м/мин.}$$

Осевая передвижка фрезы  $B = 12. [11]$

$$W = \frac{l_p - (l_n + l_k)}{B},$$

где  $l_p = 50 \text{ мм.}$

$$l_i = -\frac{3\pi \cdot m \cdot K}{\cos \beta} + \frac{\pi \cdot m}{4};$$

$$l_{\varepsilon} = -\frac{1,1 \cdot \pi \cdot m \cdot K}{\cos \beta} + \frac{\pi \cdot m}{4},$$

где  $K = 0,5$ .

$$l_n = -\frac{3 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 0,5}{\cos 0} + \frac{3,14 \cdot 2}{4} = -7,85, \text{ мм.}$$

$$l_x = -\frac{1,1 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 0,5}{\cos 0} + \frac{3,14 \cdot 2}{4} = -1,884, \text{ мм.}$$

$$W = \frac{50 - (-7,85 - 1,884)}{12} = 4,97.$$

Принимаем  $W = 5$ .

$$T_0 = \frac{L_{P.X.} \cdot z}{n \cdot S_0 \cdot z_1 \cdot q}, \quad [11]$$

где  $z_1 = 3$ . [11]

$$T_0 = \frac{47 \cdot 20}{200 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1} = 0,78, \text{ мин.}$$

2.9.9 Определим режимы обработки для операции 050 -  
Центрошлифовальная.

Диаметр круга – 16,0 мм.

Высота – 50,0 мм

Материал абразивного зерна – 63С (зелёный карбид кремния);

Твердость – Р;

Зернистость – F40;

Связка – V (керамическая);

Структура – 6.

Скорость резания  $V = 35 \text{ м/с}$ . [11]

Подача  $S_p = 0,4 \text{ мм/мин}$ . [11].

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}},$$

$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05$ . [11].

$$T_0 = \frac{8}{500} + \frac{5}{100} + 0,05 = 0,12, \text{ мин.}$$

2.9.10 Определим режимы обработки для операции 055 -  
Торцекруглошлифовальная.

Шлифование проводим за два прохода по каждой поверхности.

Диаметр круга – 250,0 мм.

Материал абразивного зерна – 25А;

Твердость – К;

Зернистость – F40;

Связка – V (керамическая);

Структура – б.

Скорость резания  $V = 35 \text{ м/с}$ . [11]

Подача  $S_p = 0,4 \text{ мм/мин}$ . [11].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 38} = 293,3, \text{ мин}^{-1}.$$

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}},$$

$$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05. [11].$$

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{21 \cdot 2}{100} + 0,05 = 0,49, \text{ мин}.$$

2.9.11 Расчёт режимов резания на операцию 060 - Круглошлифовальная.

Шлифование проводим за два прохода по каждой шейке.

Характеристики шлифовального круга:

Диаметр круга – 250,0 мм.

Материал абразивного зерна – 25А;

Твердость – К;

Зернистость – F40;

Связка – V (керамическая);

Структура – б.

Скорость резания  $V = 35 \text{ м/с}$ . [11]

Подача  $S_p = 0,4 \text{ мм/мин}$ . [11].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 35} = 318,5, \text{ мин}^{-1}.$$

Основное время определим по формуле

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}},$$

$$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05 \cdot [11].$$

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{64 \cdot 2}{100} + 0,05 = 1,35, \text{ мин.}$$

2.9.12 Расчёт режимов резания на операцию 065 - Резьбошлифовальная.

Шлифовать резьбу на поверхности 2, выдерживая размер М20х1,5-8g.

Характеристики шлифовального круга:

Диаметр круга – 80,0 мм.

Материал абразивного зерна – 25А;

Твердость – К;

Зернистость – F40;

Связка – V (керамическая);

Структура – 6.

Скорость резания  $V = 35 \text{ м/с}$ . [11]

Подача  $S_p = 0,4 \text{ мм/мин}$ . [11].

$$n_z = \frac{1000V_z}{\pi D_z} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 20} = 557,3, \text{ об/мин.}$$

Основное время определим по формуле

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}},$$

$$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05 \cdot [11].$$

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{21}{100} + 0,05 = 0,28, \text{ мин.}$$

2.9.13 Расчёт режимов резания на операцию 070 - Зубошлифовальная.

Характеристики шлифовального круга:

Диаметр круга – 630,0 мм.

Материал абразивного зерна – 25А;

Твердость – К;

Зернистость – F40;

Связка – V (керамическая);

Структура – 6.

Скорость резания  $V = 35 \text{ м/с}$ . [11]

Подача  $S_p = 0,4 \text{ мм/мин}$ . [11].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 48} = 232,2, \text{ мин}^{-1}.$$

Основное время определим по формуле

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}},$$

$$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05. [11].$$

$$T_0 = \frac{8 \cdot 20}{500} + \frac{32 \cdot 20}{100} + 0,05 \cdot 20 = 7,72, \text{ мин.}$$

### 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

#### 3.1 Описание операции.

На операции 035 - Шпоночно-фрезерная ведётся обработка шпоночного паза. На рисунок 3.1 представлена схема обработки.

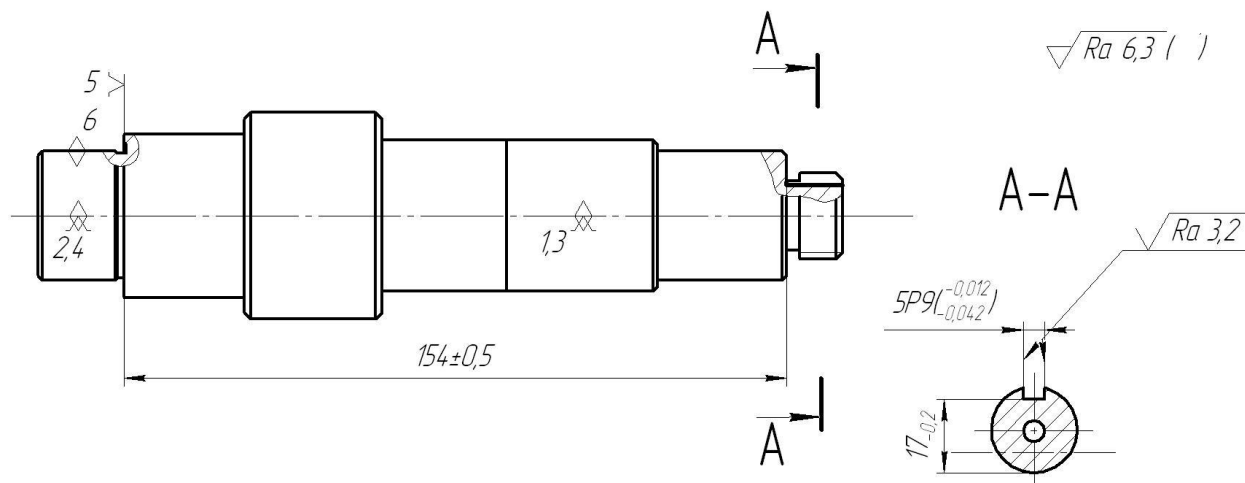


Рисунок 3.1. Эскиз операции

3.2 Описание устройства приспособления для шпоночно-фрезерной операции.

На поверхности основания 1 смонтированы призмы (поз. 7). Они крепятся штифтами 8 и винтами 9 (рисунок 3.2). Заготовка крепится от сдвига в осевом направлении торцом упираясь в призму. Крепление заготовки выполняется прихватом 2, который одной стороной опирается в шток приводного цилиндра. При осевом перемещении штока прихват поворачивается и противоположным концом давит на заготовку, прижимая её.



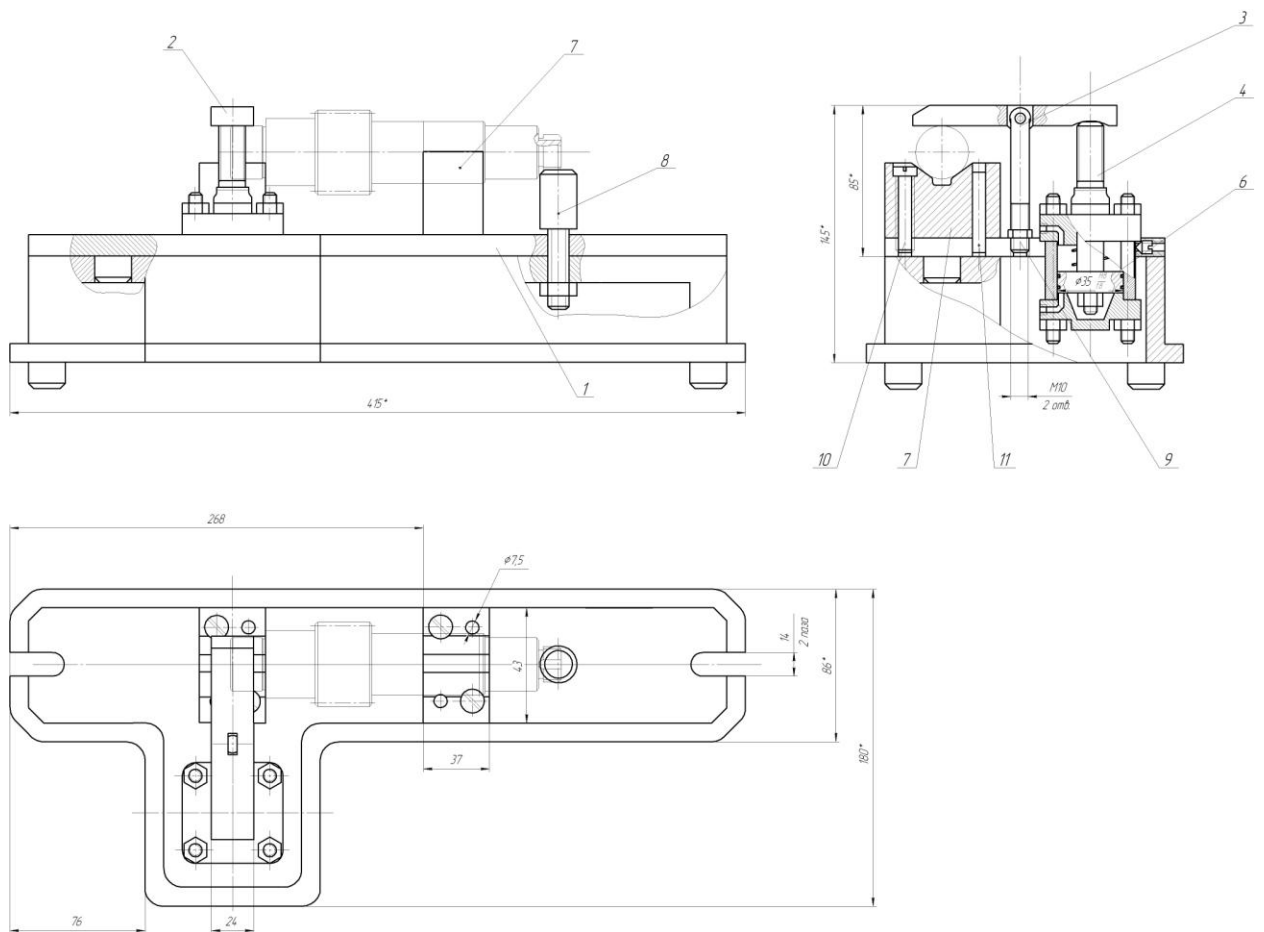


Рисунок 3.2. Приспособление для шпоночно-фрезерной операции

Разработанное приспособление позволяет уменьшить вспомогательное операционное время, которое затрачивается в том числе на закрепление заготовки на станке.

### 3.3 Расчёт приспособления на точность.

На рисунок 3.3 представлена схема закрепления деталей в призмах.

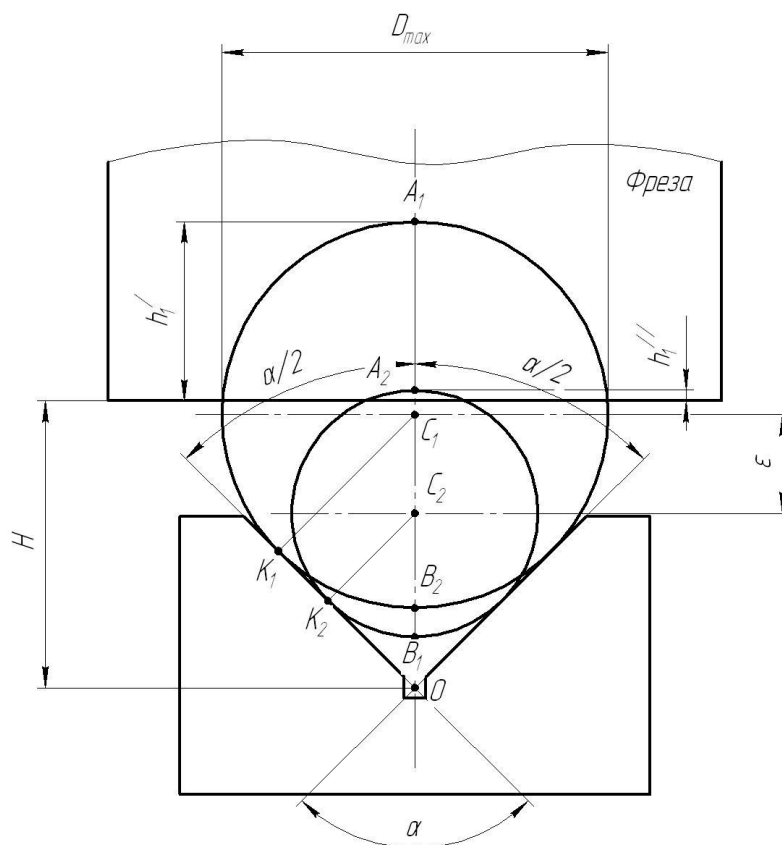


Рисунок 3.3. Схема закрепления.

Определим погрешность установки заготовки в спроектированное приспособление.

$$\varepsilon = (D_{\min} + h_1') - (D_{\min} + h_1'') = h_1' - h_1'' = OA_1 - OA_2.$$

$$OA_1 = OC_1 + C_1A_1 = \frac{C_1K_1}{\sin \alpha/2} + C_1A_1.$$

$$C_1K_1 = C_1A_1 = \frac{D_{\max}}{2},$$

$$OA_1 = \frac{D_{\max}}{2} \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right).$$

$$\text{Аналогично } OA_2 = \frac{D_{\min}}{2} \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right).$$

Таким образом

$$\varepsilon = \frac{D_{\max}}{2} \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) - \frac{D_{\min}}{2} \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) = \left( \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2} \right) \cdot \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) = \frac{\delta}{2} \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) \quad (3.1)$$

Заготовку фиксируется в приспособление по цилиндрическим поверхностям, имеющим размер  $\varnothing 30,3h9(-0,062)$ . Подставляя данные в выведенную зависимость получим погрешность установки

$$\varepsilon = \frac{0,062}{2} \left( \frac{1}{\sin 108/2} + 1 \right) = 0,069, \text{ мм.}$$

## 4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

### 4.1 Исходные данные.

Материалом заготовки является сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Материал заготовки – сталь 40Х ГОСТ 4345-71.

Глубина фрезерования – 4 мм. Эскиз обработки представлен на рисунок 4.1.

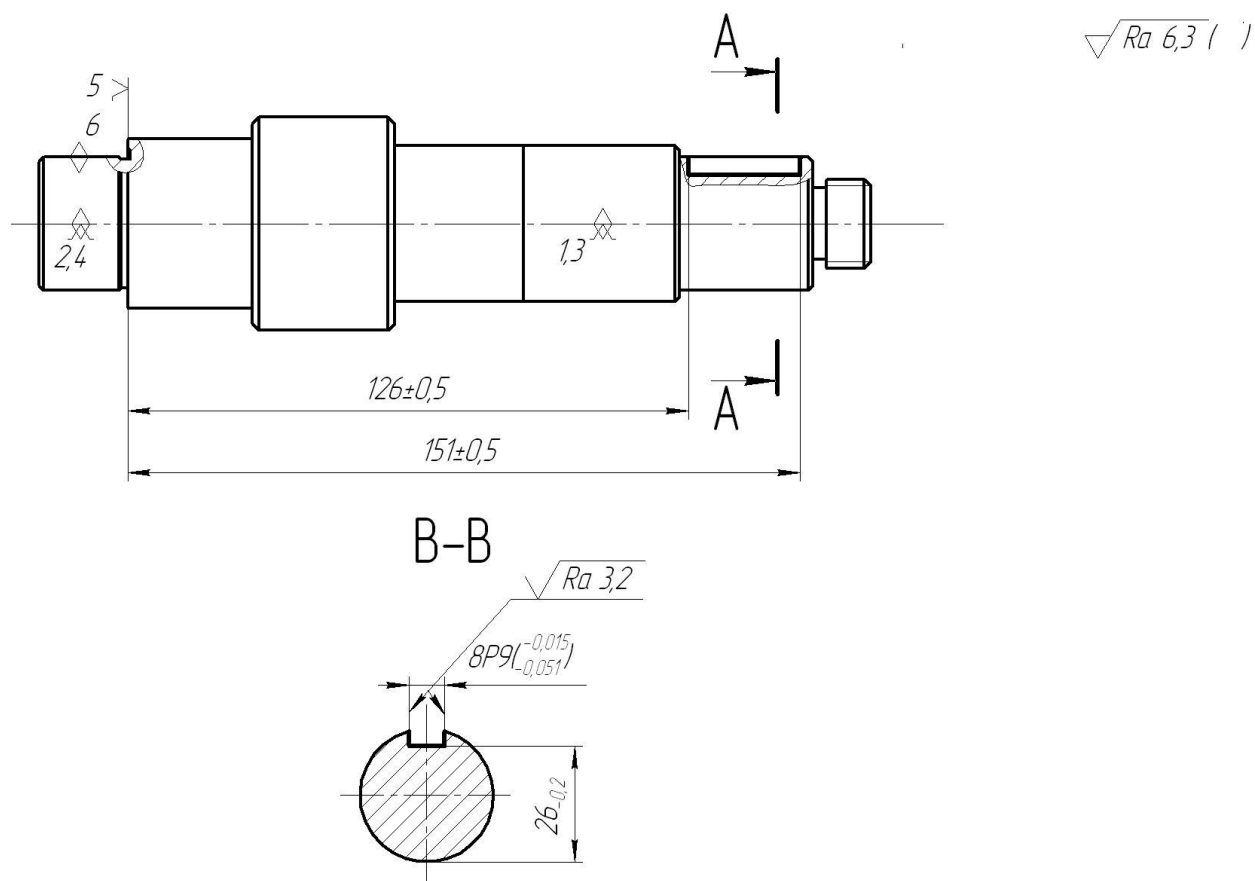


Рисунок 4.1. Эскиз операции

### 4.2 Выбор материала инструмента.

Для обработки штампованной заготовки из стали 40Х с  $\sigma_B=171$  выбираем твёрдосплавную фрезу из материала Т15К6.

### 4.3 Расчёт конструктивных элементов рабочей части фрезы.

Диаметр фрезы принимаем равным ширине шпоночного паза  $d=8$  мм.

Диаметр концевой фрезы  $d$  назначается конструктивно исходя из формы и размеров обрабатываемой заготовки. От диаметра зависит отвод тепла, толщина стружки, число зубьев, форма зубьев и диаметр отверстия.

Определим длину фрезы:

$$L = l_1 + l + l_2. \quad [14] \quad (4.1)$$

Для фрез диаметром до 30 мм длина режущей части  $l_1 = 4 \cdot d$ , поэтому:

$$l_1 = 4 \cdot 8 = 32, \text{ мм.}$$

$$l = 4 \left( \sqrt[4]{d} + \frac{12}{d} \right), \quad (4.2)$$

$$l = 4 \times \left( \sqrt[4]{8} + \frac{12}{10} \right) = 12,7 \text{ мм.}$$

Принимаем  $l = 12$  мм.

Общая длина фрезы:

$$L = 32 + 12 + 30 = 112, \text{ мм.}$$

Число зубьев фрезы [14]:

$$z = (0,1 \dots 1,3)d \geq 2 \dots 12, \quad (4.3)$$

$$z = (0,1 \dots 1,3) \cdot 8 = 2 \dots 12.$$

Принимаем  $z = 4$ .

Для равномерного фрезерования на цилиндрической части делают стружечную канавку с наклоном равным  $\omega = 30 \dots 45^\circ$ . Принимаем  $\omega = 30^\circ$ .

#### 4.4 Форма и размеры зубьев и впадин.

У острозаточенных фрез форма зубьев и впадин определяется условиями обработки и имеет три разных вида профиля: криволинейная (параболическая), одноугловая и двухугловая.

Принимаем  $\alpha_1 = 20^\circ$ . [14]

Спинка зуба фрезы описывается радиусом

$$R = (0,3 \dots 0,45)d. \quad (4.4)$$

$$R = (0,3 \dots 0,45)8 = 2,4 \dots 3,6, \text{ мм.}$$

Принимаем  $R = 3$  мм.

Принимаем угол наклона стружечной канавки  $\theta=50^{\circ}$ . [14]

Принимаем шаг зубьев  $\varphi = 90^{\circ}$ . [14]

Для четырехзубой фрезы назначаем: [14]

$$\varphi_1 = 68^{\circ}; \varphi_2 = 72^{\circ}; \varphi_3 = 76^{\circ}; \varphi_4 = 68^{\circ}; \varphi_5 = 76^{\circ} \quad 4\varphi_6 = \varphi_7 = \varphi_8 = 0^{\circ}.$$

Принимаем ширину ленточки  $f = 1,5$  мм. [14]

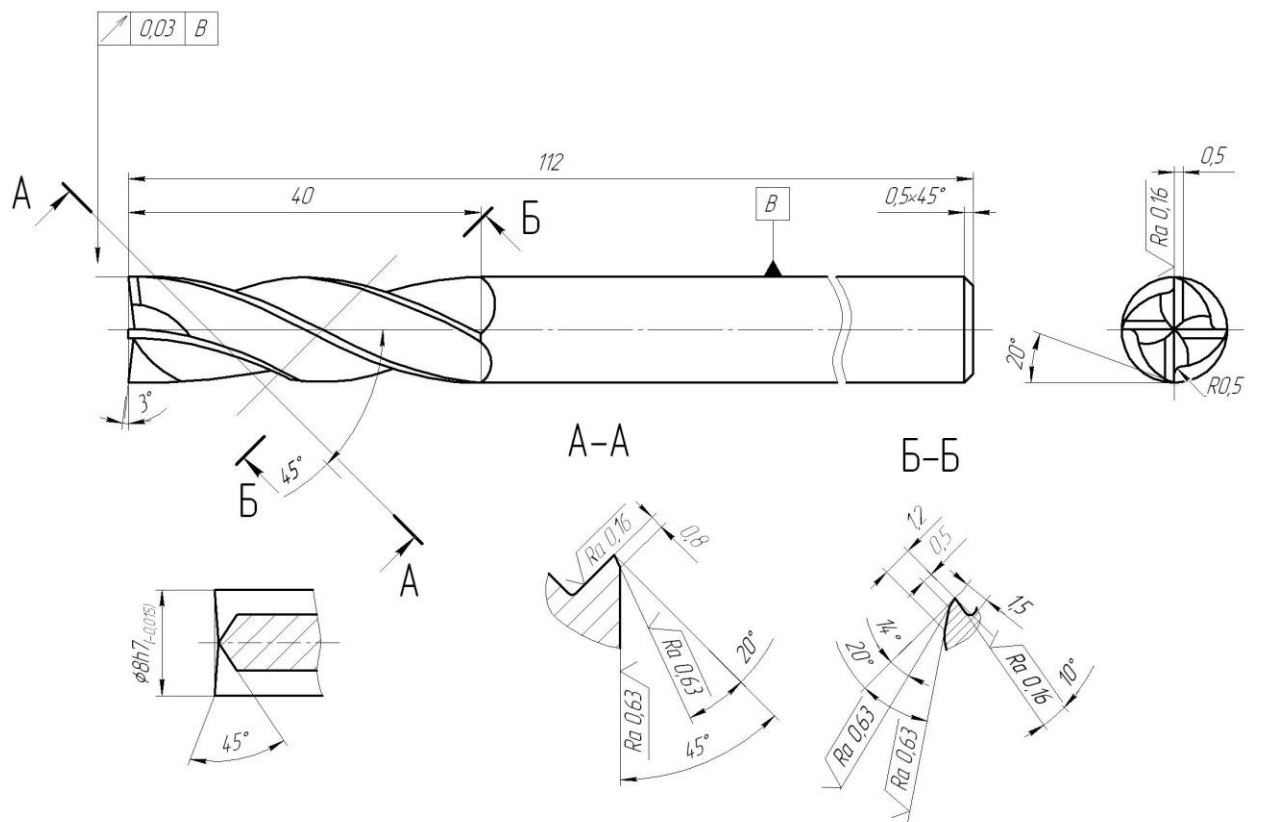
#### 4.5 Геометрические параметры зубьев фрезы.

Геометрические параметры концевых фрез назначаются в зависимости от условий обработки: требуемая шероховатость поверхности, физико-механические свойства материала заготовки, размеры сечения среза, и т.д.

Назначаем главный угол в плане  $\varphi=90^{\circ}$ , главный задний угол  $\alpha=14^{\circ}$ ; принимаем передний угол  $\gamma=15^{\circ}$ ; угол наклона режущих кромок  $\lambda=10^{\circ}$ .

[14]

Эскиз фрезы представлен на рисунок 4.2.



1. Допускается цилиндрическая ленточка по радиусу и диаметру не более 0,05мм.
2. Маркировать: обозначение, материал, дату.
3. Остальные требования по ГОСТ 18372-73.

Рисунок 4.2. Эскиз фрезы

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Тема выпускной квалификационной работы: «Технологический процесс изготовления вала-шестерни привода автоматической линии».

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.

Таблица 5.1 - Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	Технологическое устройство	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Фрезерование	Операция 030 Шпоночно-фрезерная	Оператор станка	Станок 692Д; специальное автоматическое зажимное приспособление	Сталь 20Х; т/с Т15К6; б/р; СОЖ-Волгол

## 5.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Риски в профессиональной деятельности

№п/п	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	Операция шпоночно-фрезерная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий шум на рабочем месте	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, шпоночно-фрезерный станок 692Д оснащенный автоматизированным приспособлением



### 5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 5.3 – 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 оборудования, материалов	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Краги брезентовые с двойным наладонником, перчатки «Ангара»
2	Движущиеся машины и механизмы	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «Эталон»
3	Подвижные части производственного	Регламентированная процедура по	Очки защитные «Эталон»

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4
	оборудования	обучению по охране труда	
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Наушники «Кедр»

5.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

Таблица 5.4 – 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	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	Шпоночно-фрезерный станок 692Д оснащенный автоматическим	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6
		приспособле нием	плавящихся твердых веществ и материалов (В)	промасленно й ветоши	на токопроводя щие части технологиче ских установок, оборудовани я, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 5.5 – Выбор средства пожаротушения

Средств ва первич ного пожаро тушени я	Средств а мобиль ного пожаро тушени я	Установ ки станции арного пожаро тушени я и/или пожаро тушащи е систем ы	Средств а автомат ики для пожаро тушени я	Оборуд ование для пожаро тушени я	СИЗ для спасения людей	Инструмент для пожаротуше ния (механизиров анный и немеханизир ованный)	Сигнализ ация, связь и оповещен ие при пожаре
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнету шители, ли,	Пожар ные автомоб или,	Систем ы пенног аше	Техни ческие средств а	Напор ные пожар ные	Веревки пожарные карабины	Лопаты, багры, ломы,	Автомат ические извещат ели

Продолжение таблицы 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8
ящики с песко м, пожар ные краны	били и пожар ные лестни цы	о пожар отуше ния	ва опове щения и управл ения эвакуа цией, прибор ы прием но- контро льные	Ные рукава и рукавн ые развет вления	пожарные противога зы, респирато ры	топоры	ели

Таблица 5.6 – 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
1	2	3
Фрезерование	Хранение ветоши в негоряемых ящиках; Применение плавких предохранителей или	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные

1	2	3
	автоматов в электроустановках станков	инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 5.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

1	2	3	4	5
Название технического объекта и/или производственного техпроцесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственного техпроцесса (производственного сооружения или производственного здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования).	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого 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

1	2	3	4	5
Сверление	Шпоночно-фрезерный станок 692Д, оснащенный системой ЧПУ	Пыль металлическая	Взвешенные вещества и нефтепродукт	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах

Таблица 5.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Название технического объекта	Точение
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Модернизация фильтрующих элементов в вытяжных трубах
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Модернизация фильтрующих элементов канализационных сетей и очистных сооружений
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение регламентированных процедур, связанных с отходами производства.

## 5.6 Выводы по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра

В настоящем разделе проанализирован технологический процесс изготовления вала-шестерни автоматической линии. Выявлены опасные и вредные производственные факторы. Разработаны меры по их снижению. Разработаны меры по снижению пожарной опасности. Разработаны меры по сохранению экологии и окружающей среды.

## 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Задача раздела – технико-экономическое сравнение двух вариантов технологического процесса (базового и проектного) и определение экономической эффективности проектируемого варианта.

Для выполнения данного раздела необходимо краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали, по вариантам, чтобы обосновать экономическую эффективность, внедряемых мероприятий. Основные отличия по сравниваемым вариантам представлены в качестве таблицы 6.1.

Таблица 6.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 035 – Шпоночно-фрезерная	
<u>Оборудование</u> – шпоночно-фрезерный станок 692Д <u>Оснастка</u> – приспособление станочное с механическим зажимом заготовки <u>Инструмент</u> – фреза шпоночная из быстрорежущей стали Р6М5.  $T_o = 0,13 \text{ мин.}$	<u>Оборудование</u> – шпоночно-фрезерный станок 692Д <u>Оснастка</u> – приспособление станочное с механическим зажимом заготовки <u>Инструмент</u> – фреза концевая из твердого сплава Т15К6, имеющая в 2 раза больше стойкость.  $T_o = 0,07 \text{ мин.}$

Описанные, в таблице 6.1, условия являются исходными данными для определения цены на оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения экономических расчетов, с целью обоснованности внедрения предложенных изменений. Однако, представленной информации для правильного выполнения раздела будет не достаточно, так как необходимо знание следующих величин:

- программа выпуска изделия, равная 10000 шт.;
- материал изделия, масса детали и заготовки, а также способ получения заготовки, которые влияют на величину расходов основного материала. Однако, если проектным вариантом техпроцесса не предусмотрено изменение параметров заготовки или детали, то определять данную статью не целесообразно, так как не зависимо от варианта, величина будет одинаковой и на разницу между сравниваемыми процессами оказывать влияние не будут;
- нормативные и тарифные значения, используемые для определения расходов на воду, электроэнергию, сжатый воздух и т.д.;
- часовые тарифные ставки, применяемые при определении заработной платы основных производственных рабочих.

Для упрощения расчетов, связанных с проведением экономического обоснования, совершенствования технологического процесса предлагается использовать пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Совокупное использование данных и соответствующей программы позволит определить основные экономические величины, рассчитываемые в рамках поставленных задач и целей. Согласно алгоритму расчета, применяемой методики [23], первоначально следует определить величину технологической себестоимости, которая является основой для дальнейших расчетов. Структура технологической себестоимости, по вариантам, представлена в виде диаграммы на рисунке 6.1.

Анализируя представленный рисунок, можно наблюдать уменьшающую тенденцию только по расходам на содержание и эксплуатацию оборудования, и это естественно, т.к. изменения по рассматриваемым операциям коснулись только оборудования без изменения времени обработки. Не смотря на незначительное изменение технологической себестоимости можно выдвинуть предположение о возможной эффективности предложенных изменений. Однако, для



вынесения окончательного вывода, необходимо еще провести ряд соответствующих расчетов.

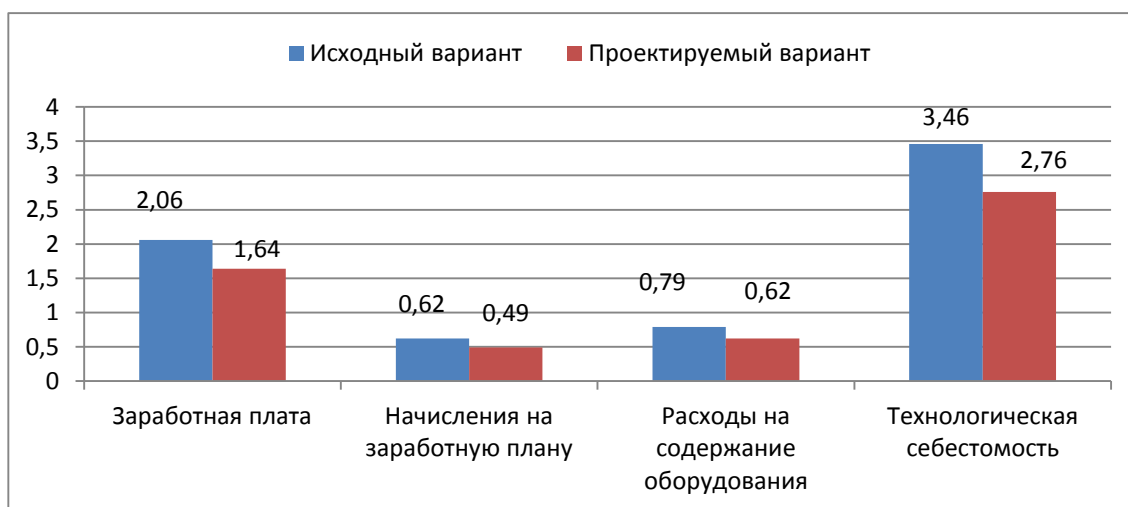


Рисунок 6.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, руб.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [23], данная величина составила 23768,6 руб., в состав которой входят затраты на инструмент и затраты на проектирование процесса.

Далее выполним экономические расчеты по определению эффективности предложенных внедрений. Применяемая методика расчета [23], позволяет определить необходимые величины, такие как: чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект. Анализ описанных значений позволит сделать обоснованное заключение о целесообразности внедрения. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
1	Полная себестоимость	$C_{\text{полн}}$ , руб.	10,98	8,77
2	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}$ , руб.	17680	
3	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}$ , лет	3	
4	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ. диск}}$ , руб.	28075,8	
5	Интегральный экономический эффект	$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \text{ЧДД}$ , руб.	7307,2	
6	Индекс доходности	$ИД$ , руб.	1,18	

При анализе представленных значений, особенно внимание необходимо уделять сроку окупаемости, величине чистого дисконтированного дохода и индекса доходности. Все описанные параметры имеют значения, которые подтверждают эффективность внедрения описанного технологического проекта. А именно: получена положительная величина интегрального экономического эффекта – 7307,2 руб.; рассчитано значение срока окупаемости – 3 года, который можно считать относительно оптимальной величиной для машиностроительного предприятия; и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,18 руб./руб., что относится к рекомендуемому интервалу значений этого параметра.

Данные значение позволяют сделать окончательное заключение о том, что внедряемый проект можно считать эффективным.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе выполнен технологический процесс изготовления вала-шестерни привода горизонтально-фрезерного станка, сделан технико-экономический анализ и спроектирована заготовка, рассчитаны припуски на одну из поверхностей детали, техпроцесс оснащен современными технологическими средствами.

На операцию 035 спроектировано станочное приспособление для фрезерования шпоночного паза с автоматическим приводом.

На 030 шпоночно-фрезерную операцию разработан режущий инструмент – фреза концевая твердосплавная.

Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

В работе выполнен анализ безопасности и экологичности технического объекта.

Экономический расчет показал эффективность работы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безъязычный В. Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. Ф. Безъязычный. - Москва : Машиностроение, 2013. - 568 с.
2. 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.
3. Маталин А. А. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / А. А. Маталин. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 512 с.
4. Козлов, А.А. Кузьмич, И.В. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов спец. 151001 «Технология машиностроения» / сост. А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 152 с.
5. 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.
6. ГОСТ 7505 – 89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
7. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
8. 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 с.

9. 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.

10. 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.

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

12. Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.

13. Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.

14. Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. - Электрон. дан. - М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

15. Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с.

16. 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.

17. Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.

18. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.

19. 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.

20. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в трех томах. Том 1. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 928 с.

21. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 2. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 960 с.

22. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 3. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 928 с.

23. 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.

24. Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. - Электрон. дан. - М. : МИСИС, 2009. - 146 с.

25. Горина, Л. Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина, М.И. Фесина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Дубл.																	
Взам.																	
Подп.																	
														6	1		
Разраб.	Березин																
Пров.	Логинов																
Н. Контр.																	
МО1																	
		Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.рас.	КИМ	Код.загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ						
МО2		-	166	1.4	1		0,6	16	Ø90x246	1	2.06						
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
А01	ХХ	ХХ	ХХ	005	4211	Центровально – подрезная	ИОТ № 68										
Б02	38	1261	0			Центровально – подрезной ст-к 2А911-1	1	19163	322	1	1	1	1	284	1		
О03	Подрезать торцы (поверхность 1 и 15), выдерживая размер 187.046; точить поверхность 14, выдерживая размеры: 62±0.5; Ø31.025;																
О04	сверлить центровые отверстия, выдерживая размеры: 60 <sup>0</sup> ± 30 <sup>0</sup> , Ø5 <sup>+0.12</sup> ; 6.3 ± 0.006; 5 ± 0.06, Ø10.1 ± 0.05.																
Т05	391290 Сверло центровочное Р6М5 с покрытием TiN ГОСТ 14952-75 (лит); ХХХХХХ 4-хгранная пластина Т15К6 (лит) ГОСТ 19051-73;																
Т06	393311 Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89; 393120 Калибр-пробка для контроля отверстий ГОСТ 2015 – 84.																
07																	
А08	ХХ	ХХ	ХХ	010	4233	Токарная программная черновая с ЧПУ	ИОТ № 63										
Б09	38	1021	5			Токарный станок с ЧПУ мод СА500СФЗК	1	16045	322	1	1	1	1	284	1		
О10	Точить пов.9, выдерживая размер 80.3±0.37; точить поверхность 8, выдерживая размер Ø35.6.025; точить поверхность 7, выдерживая																
О11	размеры: Ø35.8.025; 109±0.435; точить поверхность 6, выдерживая размер 144±0.5; точить поверх. 5, выдерживая размер Ø30.8±0.125;																
О12	точить поверхность 4, выдерживая размер 174.3±0.5; точить поверхность 2, выдерживая размер Ø20.6.021.																
Т13	396110 Патрон токарный поводковый ГОСТ 2571 – 71; ХХХХХХ Центр упорный ГОСТ 13214 – 79;																
Т14	392190 Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878 – 73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89.																
МК																	



Дубл.																									
Взам.																									
Подп.																									
														6	2										
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа															
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт.									
А01	XX	XX	XX	015	4233 Токарная программная черновая с ЧПУ					ИОТ № 63															
Б02	38	1021	5	Токарный станок с ЧПУ мод СА500СФ3К													1	16045	322	1	1	1	1	284	1
О03	Точить поверхность 10, выдерживая размер $\varnothing 48.6_{-0.025}$ ; точить поверхность 11, выдерживая размер $139.3 \pm 0.5$ ; точить поверхность																								
О04	12, выдерж. размер $\varnothing 38.6_{-0.025}$ ; точить поверхность 13, выдерж. размер $167.4 \pm 0.5$ ; точить поверхность 14, выдерж. размер $\varnothing 30.9_{-0.025}$ .																								
Т05	396110 Патрон токарный поводковый ГОСТ 2571 – 71; 392190 Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878 – 73;																								
Т06	XXXXXX Центр упорный ГОСТ 13214 – 79; 393311 Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89.																								
07																									
А08	XX	XX	XX	020	4233 Токарная программная чистовая с ЧПУ					ИОТ № 63															
Б09	38	1021	5	Токарный станок с ЧПУ мод СА500СФ3К													1	16045	322	1	1	1	1	284	1.
О10	Точить канавку (пов.3), выдерживая размеры $\varnothing 16_{-0.043}$ ; $174 \pm 0.5$ ; $177 \pm 0.5$ ; точить фаску $1 \times 45^{\circ}$ ; точить поверхность 9, выдерживая раз-р																								
О11	размер $80 \pm 0.37$ ; точить поверхность 8, выдерживая размер $\varnothing 35_{-0.080}^{-0.024}$ ; точить поверхность 7, выдерживая р-ры: $\varnothing 35.2_{-0.052}$ ; $109 \pm 0.435$ ;																								
О12	точить фаску $1 \times 45^{\circ}$ ; точить поверхность 6, выдерживая размер $144 \pm 0.5$ ; точить поверхность 5, выдерживая размер $\varnothing 30.2 \pm 0.31$ ;																								
О13	точить фаску $1 \times 45^{\circ}$ ; точить поверхность 4, выдерживая размер $174 \pm 0.5$ ; точить поверхность 2, выдерживая размер $\varnothing 20_{-0.052}$ ;																								
О14	точить фаску $1 \times 45^{\circ}$ ; на поверхности 2 нарезать резьбу М20х1.5 – 9g.																								
Т15	396110 Патрон токарный поводковый ГОСТ 2571 – 71; XXXXXX Центр упорный ГОСТ 13214 – 79;																								
Т16	392190 Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878 – 73; 392190 Резец канавочный Т15К6 ГОСТ 18885 – 73;																								
Т17	393311 Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89;																								
Т18	393410 Микрометр гладкий ГОСТ 6507 – 90; 393140 Калибр для метрической резьбы М20х1.5-8g ГОСТ 24997 – 2004.																								
МК																									







Дубл.																							
Взам.																							
Подп.																							
																		6	6				
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции						Обозначение документа												
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.								
A01	XX	XX	XX	070	4151	Зубошлифовальная программная						ИОТ № 74											
B02	38	1560	6	Зубошлифовальный с ЧПУ 5843ЕФ4						1	16045	322	1	1	1	1	284	1					
O03	Шлифовать поверхности 22 и 23, выдерживая размеры: $\varnothing 44_{-0.025}$ ; $16.715 \pm 0.013$ ; $t = 2$ мм; $z = 20$ .																						
T04	XXXXXX Приспособление специальное, поводковое. 397130 Круг 3 63' 10' 10' 25A F25 K6 V 40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007.																						
T05	394300 Прибор активного контроля БВ-6060-УНВ- 40 ГОСТ Р 8.671 – 2009; 394300 Прибор для контроля цилиндрических																						
T06	зубчатых венцов ГОСТ 25513 – 82.																						
07																							
A08	XX	XX	XX	075	0125	Моечная						ИОТ № 39											
B09	X74306 Промысловый агрегат M2 - 400																						
O10	Очистить поверхности детали																						
11																							
A12	XX	XX	XX	080	0200	Контрольная						ИОТ № 91											
B13	X92122 Контрольная плита 1 – 1- 600 x 300																						
O14	Контролировать 50% всех размеров																						
15																							
16																							
17																							
18																							
МК																							