

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: Разработка технологического процесса изготовления втулки привода  
лопастного насоса

Студент(ка)	<u>Шепелев А.А.</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Руководитель	<u>Резников Л.А.</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
Консультанты	<u>Краснопевцева И.В.</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
	<u>Степаненко А.В.</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>
	<u>Виткалов В.Г.</u> (И.О. Фамилия)	<u>(личная подпись)</u>

**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 втулки привода лопастного насоса. Выполнено обоснование выбора метода получения и спроектирована заготовка. Разработанная технология оснащена современными технологическими средствами. Спроектирован режущий инструмент на одну из операций технологического процесса. Выполнен расчет и спроектировано станочное приспособление, проанализирован вопрос безопасности и экологичности технического объекта, рассчитана экономическая эффективность.

Графическая часть работы состоит из 7 листов формата А1, пояснительная записка содержит 63 страницы.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	4
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	11
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	33
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	36
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	39
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	51
ПРИЛОЖЕНИЯ	54

## ВВЕДЕНИЕ

Проектирование станков, машин-автоматов и автоматических линий представляет собой процесс синтеза структурных схем и их конструктивной реализации. Решение задач синтеза сводится к подбору по заданным техническим условиям структуры изменяемой части системы, функциональных зависимостей, например, моментов инерции звеньев, жесткости упругих элементов, демпфирования и так далее. Поиск оптимального решения такой многовариантной задачи может быть значительно облегчен с применением компьютерных программ.

С увеличением объема автоматизации увеличивается совокупность автоматизированных операций в общем объеме расчетно-конструкторских работ, а с повышением уровня автоматизации увеличивается количество применяемых алгоритмов и технических средств.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали – «Втулка» заданного качества с минимальными затратами, согласно современным достижениям науки и техники.

# 1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Назначение и условия работы детали.

Назначение: деталь воспринимает крутящий момент внутренними шлицами центрального отверстия и передает вращение боковыми пазами лопастям насоса.

## 1.2 Классификация поверхностей.

Выполним нумерацию поверхностей детали и проведем систематизацию их по назначению.

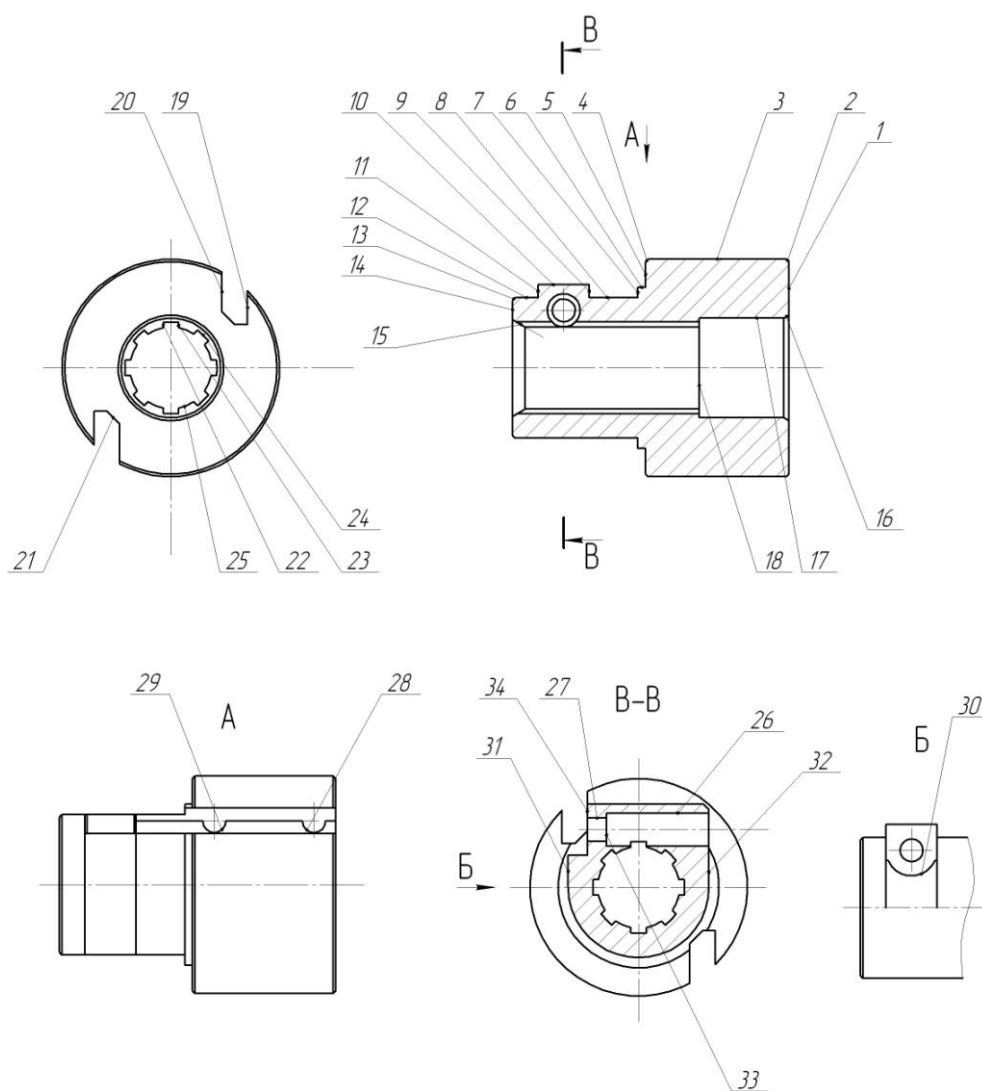


Рис . 1.1. Систематизация поверхностей детали

Нумерация поверхностей представлены на эскизе детали (рисунок 1.1).  
 Результаты классификации поверхностей занесём в табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Классификация поверхностей

Номера поверхностей	Типы поверхностей
23, 22, 19, 20	ИП
25, 1	ОКБ
21, 28, 3, 7, 29, 34	ВКБ
остальные	Свободные

Исполнительными являются шлицевые боковые поверхности (22, 23) и боковые поверхности наружных пазов (19, 20).

Основными конструкторскими базами являются центральное отверстие 25 и торец 1.

Вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности 21, 28, 3, 7, 29, 34. [2]

### 1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

Опираясь на данные [3] составим табл. 1.2, занося в нее данные о материале детали.

Таблица 1.2 - Химический состав стали 40Х 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 мехобработки. 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 деталей «втулка» 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

Технологическая часть работы направлена на проектирование рационального технологического процесса изготовления втулки.

### 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  $m_d = 2,5 \text{ кг}$  и  $N_r = 5000$  деталей в год выберем тип производства по таблице. [4]

Исходя из того, что годовой объем выпуска равен  $N_r = 5000$  деталей в год, а масса детали  $m_d = 2,5 \text{ кг}$ , то тип производства определяется как среднесерийное.

### 2.2 Выбор стратегии разработки технологического процесса.

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 – штамповка на ГКМ или прокат; повторяемость изделий – периодическое повторение партий; форма организации техпроцесса – переменнo-поточная; припуск на обработку – незначительный; оборудование – универсальное или специализированное с ЧПУ; расчёт припусков – подробный по переходам.

Остальные параметры разработки техпроцесса берем по [3].

### 2.3 Выбор метода получения заготовки.

Метод получения заготовки определяется типом детали, её материалом, сложностью формы, типом производства и т.д. Для данной детали

рациональными методами получения заготовки являются прокат и штамповка. Эти способы в равной степени позволяют достичь необходимой точности заготовки. Задачей раздела является определение себестоимости при производстве заготовки этими методами.

Проведем технико-экономический анализ получения заготовки для заданной детали прокатом и штамповкой. [5]

Таблица 2.1 - Исходные данные

Наименование показателей	Метод 1	Метод 2
Вид заготовки	Прокат Ø90x113	Штамповка на ГКМ
Класс точности/Класс сложности	-	4/2
Масса заготовки, кг	5,64	4,67
Стоимость 1 кг заготовок $C_{\text{зг}}$	0,115	0,315
Стоимость 1 кг стружки $\tilde{N}_{\text{отх}}$	0,0144	0,0144
Масса детали $m$	2,51	2,51

Определим стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке [5].

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

где  $C_c = 0,495 \text{руб/кг}$ ;  $E_H = 0,15$ ;  $C_K = 1,085 \text{руб/кг}$ . [5]

Тогда по формуле (2.1) имеем:

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

Определяем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой [6].

$$C_{\text{зг}} = C_{\text{шт}} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_g \cdot k_M \cdot k_n, \quad (2.2)$$

где  $C_{\text{шт}} = 0,315 \text{руб}$ ;  $k_T = 0,9$ ;  $k_C = 0,84$ ;  $k_B = 1,14$ ;  $k_M = 1,0$ ;  $k_n = 1,0$ . [6]

Тогда по формуле (2.2) имеем:

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

Дальше определим себестоимость изготовления детали из штамповки [5].

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

где  $Q_{шт} = 4,67 \text{ кг}$ ;  $q = 2,51 \text{ кг}$ ;  $C_{отх} = 0,0144 \text{ руб/кг}$  [5].

Тогда из зависимости (2.4) рассчитаем:

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 4,68 + 0,6578(4,67 - 2,51) - 0,0144(4,67 - 2,51) = 2,67 \text{ руб.}$$

Дальше определим себестоимость изготовления детали из проката [5].

$$C_{мн} = C_{заг} \cdot Q_{пр} + C_{мех} (Q_{пр} - q) - C_{отх} (Q_{пр} - q), \quad (2.5)$$

где  $Q_{пр} = 5,64$  – масса заготовки из проката.

Исходя из зависимости (2.5) имеем:

$$C_{мн} = 0,1219 \cdot 5,64 + 0,6578(5,64 - 2,51) - 0,0144(5,64 - 2,51) = 2,70 \text{ руб.}$$

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

Годовая экономия при этом будет равна:

$$\mathcal{E}_2 = C_{мн} - C_{ми} \cdot Y_2 = 0,70 - 2,67 \cdot 3000 = 150 \text{ руб.}$$

Для учета ценовой инфляции введем коэффициент  $K = 10$ .

Тогда годовая экономия будет составлять:

$$\mathcal{E}_2 = 150 \cdot 10 = 1500 \text{ руб.}$$

## 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 2.2.

Таблица 2.2 - Последовательность обработки поверхностей

№ поверхности	Шероховатость Ra	Квалитет точности	Последовательность операций
1	1,25	14	Токарная черновая, Токарная чистовая, Шлифовальная черновая
2, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	14	10	Токарная черновая, Токарная чистовая

Продолжение табл. 2.2

3	1,25	7	Токарная черновая, Токарная чистовая, Шлифовальная черновая, Шлифовальная чистовая
7	1,25	14	Токарная черновая, Токарная чистовая, Шлифовальная черновая
10, 21	10	14	Фрезерная
19, 20	2,5	7	Фрезерная
22, 23	10	11	Протяжная
24	1,25	8	Протяжная
25, 26, 27	10	11	Сверлильная
28, 29, 30, 31, 32, 34	10	14	Фрезерная
33	10	14	Сверлильная

2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали.

В зависимости от методов обработки поверхностей выполним маршрут обработки, представленный в виде таблицы 2.4.

Таблица 2.3 - Маршрут обработки детали

№ оп.	Наименование операции	Номера обрабатываемых поверхностей	IT	Ra, мкм
000	Заготовительная		16	40
005	Токарная черновая	8, 9, 5, 10, 11, 12, 14 25	12 9	5 5
010	Токарная черновая	17, 18, 1, 3	12	5
015	Токарная чистовая	7, 8, 9, 4, 5, 6, 13, 14, 15, 11, 12	9	2,5
020	Токарная черновая	3, 16, 1, 2	9	2,5
025	Фрезерная	21, 19, 20	7	2,5

030	Протяжная	22, 23 24	10 8	5 1,25
035	Фрезерная	27, 28, 29, 9, 26, 30, 33, 34, 31, 32	14	10
040	ТО	все	-	-
045	Шлифовальная черновая	1, 3	8	1,25
050	Шлифовальная черновая	7	14	1,25
055	Шлифовальная	3	7	1,25
060	Моечная	все		
065	Контрольная			

## 2.6 Определение припусков.

В этом разделе определяем припуск на поверхность  $\varnothing 85f7$  расчетно-аналитическим методом.

Исходные данные:

$$1. D = 85 \begin{pmatrix} -0,036 \\ -0,071 \end{pmatrix} \text{ мм}; Ra = 1,25 \text{ мкм.}$$

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

Для каждого перехода определяем суммарную величину

$$a = R_z + h_o.$$

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

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,4 = 0,350, \text{ мм} .$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,350 = 0,086, \text{ мм} .$$

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

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,140 = 0,035, \text{ мм} .$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,054 = 0,013, \text{ мм} .$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,035 = 0,009, \text{ мм}.$$

Определяем установочную погрешность заготовки в приспособлении  $\varepsilon$  для каждого технологического перехода. В нашем случае до ТО заготовка базируется в трехкулачковом патроне.

Определяем значения припусков для каждого технологического перехода, кроме О и ТО.

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

Минимальное значение припуска рассчитаем из зависимости

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,350^2 + 0,025^2} = 0,751, \text{ мм}.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,086^2 + 0} = 0,286, \text{ мм}.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,035^2 + 0^2} = 0,135, \text{ мм}.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,013^2 + 0} = 0,043, \text{ мм}.$$

Максимальное значение припуска рассчитаем из зависимости

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

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \Delta_0 + Td_1 = 0,751 + 0,5 \Delta_0 + Td_1 = 0,751 + 0,5 \Delta_0 + Td_1 = 1,626, \text{ мм}.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \Delta_1 + Td_2 = 0,286 + 0,5 \Delta_1 + Td_2 = 0,505, \text{ мм}.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \Delta_2 + Td_3 = 0,135 + 0,5 \Delta_2 + Td_3 = 0,206, \text{ мм}.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \Delta_3 + Td_4 = 0,043 + 0,5 \Delta_3 + Td_4 = 0,088, \text{ мм}.$$

$$d_{4\min} = 84,964, \text{ мм}.$$

$$d_{4\max} = 84,929 \text{ мм}.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 84,964 + 2 \cdot 0,043 = 85,050, \text{ мм}.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 85,050 + 0,035 = 85,085, \text{ мм}.$$

$$d_{TO} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 85,085 + 2 \cdot 0,135 = 85,355, \text{ мм}.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 85,355 + 0,140 = 85,495, \text{ мм}.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 85,495 \cdot 0,999 = 85,410, \text{мм}.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + TD_2 = 85,410 + 0,087 = 85,497, \text{мм}.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 85,497 + 2 \cdot 0,286 = 86,069, \text{мм}.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 86,069 + 0,350 = 86,419.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 86,419 + 2 \cdot 0,751 = 87,921, \text{мм}.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 87,921 + 1,400 = 89,321, \text{мм}.$$

Определим средние значения диаметров на каждый переход

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

$$d_{cp0} = 0,5 \sqrt{d_{0\max} + d_{0\min}} = 0,5 \sqrt{89,321 + 87,921} = 88,621, \text{мм}.$$

$$d_{cp1} = 0,5 \sqrt{d_{1\max} + d_{1\min}} = 0,5 \sqrt{86,419 + 86,069} = 86,244, \text{мм}.$$

$$d_{cp2} = 0,5 \sqrt{d_{2\max} + d_{2\min}} = 0,5 \sqrt{85,497 + 85,410} = 85,454, \text{мм}.$$

$$d_{cpTO} = 0,5 \sqrt{d_{TO\max} + d_{TO\min}} = 0,5 \sqrt{85,495 + 85,355} = 85,425, \text{мм}.$$

$$d_{cp3} = 0,5 \sqrt{d_{3\max} + d_{3\min}} = 0,5 \sqrt{85,085 + 85,050} = 85,068, \text{мм}.$$

$$d_{cp4} = 0,5 \sqrt{d_{4\max} + d_{4\min}} = 0,5 \sqrt{84,929 + 84,964} = 84,947, \text{мм}.$$

Определим общий припуск

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

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

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

$$2Z_{\min} = 87,921 - 84,929 = 2,992, \text{мм}.$$

$$2Z_{\max} = 2,992 + 1,4 + 0,035 = 4,427, \text{мм}.$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \sqrt{4,427 + 2,992} = 3,710, \text{мм}.$$

Схема расположения полей допусков и припусков приведена на рисунке 2.1.

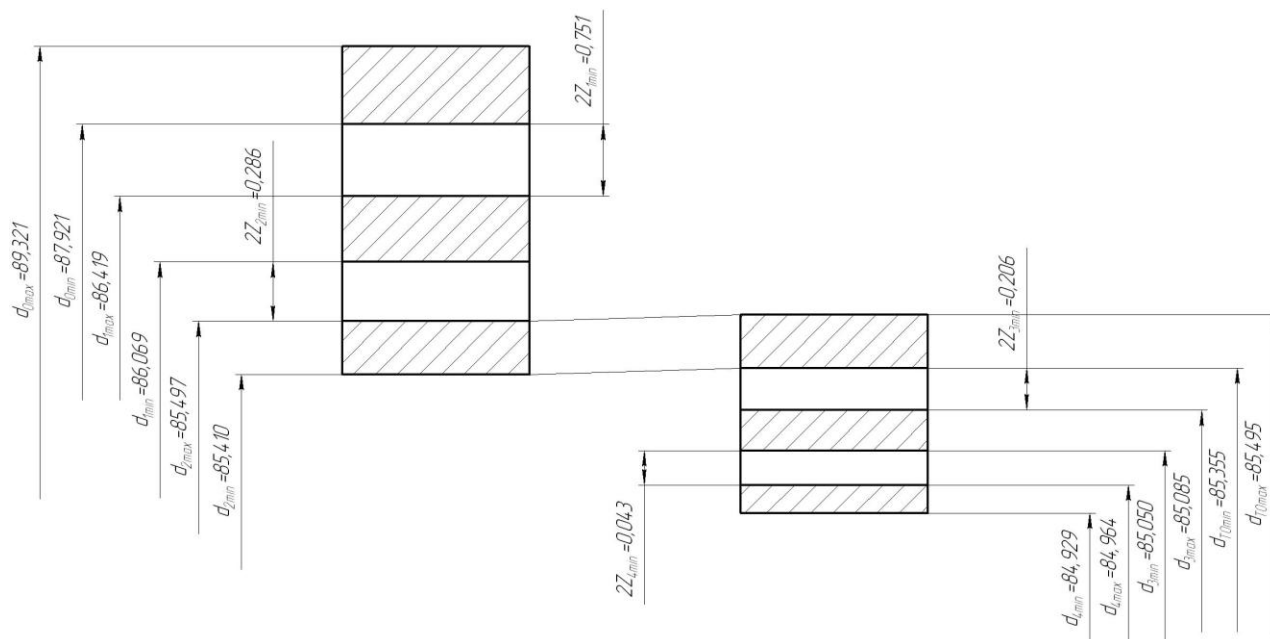


Рисунок 2.1. Схема расположения полей допусков и припусков.

## 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 [7] для нашей заготовки выбираем:

- 1) По [7] принимаем группу стали М2.
- 2) Штамповка на горячековочной машине относится к классу точности

Т4.

- 3) Определим степень сложности:

$$G_{II} = 4,68 \text{ кг} .$$

$$G_{\Phi} = 5,63 \text{ кг} .$$

$$\frac{G_{II}}{G_{\Phi}} = \frac{4,68}{5,63} = 0,83 .$$

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



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

Исходный индекс заготовки по ГОСТ 7505-89 [7] принимаем, как 9.

## 2.8 Выбор средств технологического оснащения.

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

Для токарных операций 005, 010, 015 и 020 принимаем токарный станок с числовым программным управлением горизонтальной компоновки с направляющими качения модели СА500СФ3К.

Для фрезерной операции 025 выберем широкоуниверсальный консольный фрезерный станок модели 6Е80ШФ20 с системой числового программного управления CNC.

Для протяжной операции 030 выбираем горизонтально-протяжной станок 7А534, предназначенный для обработки протягиванием сквозных отверстий различной формы и размеров.

Для фрезерной операции 035 выбираем продольно-фрезерно-расточный с автоматической сменой инструмента и системой числового программного управления 6Б610МФ4.

Для торцекруглошлифовальных операций 045 и 050 выбираем станок с двухкоординатной системой числового программного управления модели 3Т161ВФ20.

Для 055 круглошлифовальной операции выбираем круглошлифовальный станок модели 3М197, предназначенный для наружного шлифования цилиндрических и конических поверхностей.

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 Рассчитаем режимы резания на операцию 005 Токарная черновая.

Переход 1.

Глубина резания  $t = 1,5 \text{ мм}$ .

По [10] подача  $S_0 = 0,5 \text{ мм/об}$ .

По [10] скорость резания  $V_0 = 150 \text{ м/мин}$ .

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

где  $K_1=1,0$ ;  $K_2=0,88$ ;  $K_3=0,65$ ;  $K_4=1,0$   $\varphi=45^\circ$ . [10]

Тогда  $V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38 \text{ м/мин}$ .

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 102} = 295 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 102 \cdot 315}{1000} = 101 \text{ м/мин}.$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 315 = 157,5 \text{ мм/мин}.$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{110}{157,5} = 0,70 \text{ мин}.$$

Переход 2.

Глубина резания  $t = 16 \text{ мм}$ .

По [10] подача  $S_0 = 0,45 \text{ мм/об}$ .

Скорость резания определим по формуле:

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y}. [10]$$

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

где  $K_{MV} = 1,25$ ;  $K_{UV} = 0,4$ ;  $K_{LV} = 1,0$ . [10]

$$K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5.$$

Для определения скорости резания примем:

$$D = 31,7\text{мм}; t = 15,85\text{мм}. S_0 = 0,5\text{мм/об}; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; ;$$

$$m = 0,2; T = 25\text{мин. [10]}$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 31,7^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 15,85^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 73,7 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 73,7}{3,14 \cdot 31,7} = 733 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_\phi = 800 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 31,7 \cdot 800}{1000} = 80,4 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,45 \cdot 800 = 360 \text{ мм/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{1 \cdot 37}{360} = 0,10 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,70 + 0,10 = 0,80 \text{ мин.}$$

2.9.2 Определим режимы обработки на операцию 010 Токарная черновая.

Переход 1.

Глубина резания  $t = 1,5\text{мм}$ .

По [10] подача  $S_0 = 0,5\text{мм/об}$ .

По [10] скорость резания  $V_0 = 150\text{м/мин}$ .

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

где  $K_1=1,0$ ;  $K_2=0,88$ ;  $K_3=0,65$ ;  $K_4=1,0$ . [10]

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 85} = 354 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 85 \cdot 315}{1000} = 84 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 315 = 157,5 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{88}{157,5} = 0,56 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания  $t = 1,5 \text{ мм}$ .

По [10] подача  $S_0 = 0,5 \text{ мм/об}$ .

По [10] скорость резания  $V_0 = 150 \text{ м/мин}$ .

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

где  $K_1=1,0$ ;  $K_2=0,88$ ;  $K_3=0,65$ ;  $K_4=1,0$ . [10]

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 39} = 771 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 39 \cdot 630}{1000} = 77 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 630 = 315 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{36}{315} = 0,11 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,56 + 0,11 = 0,67 \text{ мин.}$$

2.9.3 Определим режимы обработки на операцию 015 Токарная чистовая.

Переход 1

Глубина резания  $t = 0,35 \text{ мм}$ .

По [10] подача  $S_0 = 0,5 \text{ мм/об}$ .

По [10] скорость резания  $V_0 = 150 \text{ м/мин}$ .

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

где  $K_1=1,0$ ;  $K_2=0,88$ ;  $K_3=0,65$ ;  $K_4=1,0$ . [10]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 85} = 354 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 85 \cdot 315}{1000} = 84 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 315 = 157,5 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{73}{157,5} = 0,46 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания  $t = 0,35 \text{ мм}$ .

По [10] подача  $S_0 = 0,5 \text{ мм/об}$ .

По [10] скорость резания  $V_0 = 150 \text{ м/мин}$ .

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

где  $K_1=1,0$ ;  $K_2=0,88$ ;  $K_3=0,65$ ;  $K_4=1,0$ . [10]

Тогда  $V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38 \text{ м/мин}$ .

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 85} = 354 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 85 \cdot 315}{1000} = 84 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 315 = 157,5 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{16}{157,5} = 0,10 \text{ мин.}$$

Переход 3.

Глубина резания  $t = 2,9 \text{ мм}$ .

По [10] подача  $S_0 = 0,5 \text{ мм/об}$ .

По [10] скорость резания  $V_0 = 150 \text{ м/мин}$ .

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

где  $K_1=1,0$ ;  $K_2=0,88$ ;  $K_3=0,65$ ;  $K_4=1,0$ . [10]

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 38} = 791 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_\phi = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 38 \cdot 630}{1000} = 75 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 630 = 315 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{75}{315} = 0,24 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,46 + 0,10 + 0,24 = 0,80 \text{ м,}$$

2.9.4 Определим режимы обработки на операцию 020 Токарная чистовая.

Переход 1.

Глубина резания  $t = 0,35 \text{ мм}$ .

По [10] подача  $S_0 = 0,5 \text{ мм/об}$ .

По [10] скорость резания  $V_0 = 150 \text{ м/мин}$ .

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

где  $K_1=1,0$ ;  $K_2=0,88$ ;  $K_3=0,65$ ;  $K_4=1,0$ . [10]

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 85,16} = 354 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 85,16 \cdot 315}{1000} = 84 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 315 = 157,5 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{77}{157,5} = 0,49 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания  $t = 0,35 \text{ мм}$ .

По [10] подача  $S_0 = 0,5 \text{ мм/об}$ .

По [10] скорость резания  $V_0 = 150 \text{ м/мин}$ .

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

где  $K_1=1,0$ ;  $K_2=0,88$ ;  $K_3=0,65$ ;  $K_4=1,0$ . [10]

Тогда  $V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38 \text{ м/мин}$ .

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 39} = 771 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 39 \cdot 630}{1000} = 77 \text{ м/мин}.$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 630 = 315 \text{ мм/мин}.$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{40}{315} = 0,13 \text{ мин}.$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,49 + 0,13 = 0,62 \text{ мин}$$

2.9.5 Определим режимы обработки на операцию 025 Фрезерная.

Глубина резания  $t = 20,5 \text{ мм}$ .

По [10] подача  $S_z = 0,10 \text{ мм/зуб}$ .

$$S_0 = S_z \cdot z,$$

где  $z = 8$  – количество зубьев фрезы.

$$S_0 = 0,1 \cdot 8 = 0,8, \text{ мм/об}.$$

Скорость резания найдем по формуле:

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

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

где  $K_{MV} = 1,25$ ;  $K_{UV} = 0,8$ ;  $K_{LV} = 1,0$ . [10]

$$K_V = 1,25 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 1,0.$$

$$D = 11 \text{ мм}; t = 20,5 \text{ м0}, S_0 = 0,8 \text{ мм/об}; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; ;$$

$$m = 0,2; T = 25 \text{ мин. [10]}$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 111^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 20,5^0 \cdot 0,8^{0,7}} \cdot 1,0 = 28,3 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 28,3}{3,14 \cdot 111} = 81,2 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_\phi = 80 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 111 \cdot 80}{1000} = 27,9 \text{ м/мин.}$$

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S_0^y K_p /$$

$$C_M = 0,035; D = 37 \text{ мм}; S_0 = 0,80 \text{ мм/об}; q = 2,0; y = 0,8; K_p = 0,85. [10]$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,035 \cdot 37^2 \cdot 0,80^{0,8} \cdot 0,85 = 340,7 \text{ Н} \cdot \text{м} = 340700 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} = \frac{340,7 \cdot 80}{9750} = 2,8 \text{ кВт.}$$

$N < N_\phi = 10 \text{ кВт}$ , следовательно условие выполняется.

$$S = S_0 \cdot n = 0,80 \cdot 80 = 64 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{n_{отв} \cdot L_{px}}{S}.$$

$$n_{отв} = 2; L_{px} = 59 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{2 \cdot 59}{64} = 1,84 \text{ мин.}$$

2.9.6 Определим режимы обработки на операцию 030 Протяжная.

$$V = 6 \text{ м/мин. [10]}$$

$$P_z = \sum P_{z1},$$

$$P_{z1} = 0,001 F \cdot \Sigma B.$$

$$S_z = 0,3 \text{ мм по условию.}$$

$$F = 615 \text{ Н/мм. [10]}$$

$$\Sigma B = \frac{b_{ш}}{\cos \omega} Z_{\max}.$$



$$Z_{\max} = 10. \quad [10]$$

$$\omega = 3^\circ.$$

$$\Sigma B = \frac{6}{\cos 3^\circ} 10 = 60,1 \text{ мм.}$$

$$P_{Z1} = 0,001 \cdot 615 \cdot 60,1 = 37 \text{ кН.}$$

$$P_Z = 6 \cdot 37 = 222 \text{ кН.}$$

$$L_{p.x.} = L_p + l_2 + L_i,$$

$$L_{\text{п}} = 40 \text{ мм.} \quad [10]$$

$$L_p = 108 \text{ мм.} \quad [10]$$

$$l_2 = 200 + 280 + 108 = 588 \text{ мм}$$

$$L_{pX} = 108 + 588 + 40 = 736 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{L_{pX}}{1000V} = \frac{736}{1000 \cdot 6} = 0,12, \text{ мин.}$$

2.9.7 Определим режимы обработки на операцию 035 Фрезерная.

Переход 1.

Глубина резания  $t = 6,5$  мм.

По [10] подача  $S = 0,10$  мм/об.

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

где  $K_{MV} = 1,25$ ;  $K_{UV} = 0,4$ ;  $K_{LV} = 1,0$ . [10]

$$K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5.$$

$$D = 13 \text{ мм}; t = 6,5 \text{ мм}; S_0 = 0,1 \text{ мм/об}; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; ;$$

$$m = 0,2; T = 25 \text{ мин.} \quad [10]$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 13^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 6,5^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 25,7 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 25,7}{3,14 \cdot 13} = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

По паспорту станка  $n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 13 \cdot 630}{1000} = 25,7 \text{ м/мин.}$$

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S_0^y K_p,$$

$$C_M = 0,035; D = 13 \text{ мм}; S_0 = 0,10 \text{ мм/об}; q = 2,0; y = 0,8; K_p = 0,85. [10]$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,035 \cdot 13^2 \cdot 0,10^{0,8} \cdot 0,85 = 8,0 \text{ Н} \cdot \text{м} = 8000 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} = \frac{8 \cdot 630}{9750} = 0,5 \text{ кВт.}$$

$N < N_{\phi} = 4 \text{ кВт}$ , следовательно условие выполняется

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 630 = 63 \text{ мм/мин.}$$

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

$$n_{\text{отв}} = 1; L_{\text{рх}} = 40 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{1 \cdot 40}{63} = 0,63 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания  $t = 4,5 \text{ мм}$ .

По [10] подача  $S = 0,10 \text{ мм/об}$ .

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

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

где  $K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 0,4; K_{LV} = 1,0. [10]$

$$K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5.$$

$$D = 9 \text{ мм}; t = 4,5 \text{ мм}; S_0 = 0,1 \text{ мм/об}; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7;;$$

$$m = 0,2; T = 25 \text{ мин. [10]}$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 9^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 4,5^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 22,2 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 22,2}{3,14 \cdot 9} = 786 \text{ мин}^{-1}.$$

По паспорту станка  $n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 630}{1000} = 17,8 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 630 = 63 \text{ мм/мин.}$$

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

$$n_{\text{отв}}=1; L_{\text{px}}=7,5 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{1 \cdot 7,5}{63} = 0,12 \text{ мин.}$$

Переход 3.

Глубина резания  $t = 2 \text{ мм.}$

По [10] подача  $S=0,10 \text{ мм/об.}$

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

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

где  $K_{MV} = 1; K_{UV} = 0,4; K_{LV} = 1,0. [10]$

$$K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5.$$

$$D = 13 \text{ мм}; t = 2 \text{ мм}; S_0 = 0,1 \text{ мм/об}; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; ;$$

$$m = 0,2; T = 25 \text{ мин. [10]}$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 13^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 2^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 25,7 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 25,7}{3,14 \cdot 13} = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

По паспорту станка  $n_{\phi}=630 \text{ мин}^{-1}.$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 13 \cdot 630}{1000} = 25,7 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 630 = 63 \text{ мм/мин.}$$

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

$$n_{\text{отв}}=1; L_{\text{px}}=2 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{1 \cdot 2}{63} = 0,03 \text{ мин.}$$

Переход 4.

Глубина резания  $t = 5 \text{ мм}$ .

По [10] подача  $S_Z = 0,10 \text{ мм/зуб}$ .

$$S_0 = S_Z \cdot z.$$

$$S_0 = 0,1 \cdot 3 = 0,3, \text{ мм/об.}$$

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

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

где  $K_{MV} = 1,25$ ;  $K_{UV} = 1,0$ ;  $K_{LV} = 1,0$ . [10]

$$K_V = 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,25.$$

$$D = 11 \text{ мм}; t = 5 \text{ мм}; S_0 = 0,8 \text{ мм/об}; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; ;$$

$$m = 0,2; T = 25 \text{ мин. [10]}$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 10^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 5^0 \cdot 0,8^{0,7}} \cdot 1,25 = 13,5 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 13,5}{3,14 \cdot 10} = 430 \text{ мин}^{-1}.$$

По паспорту станка  $n_{\phi} = 400 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 400}{1000} = 12,6 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,30 \cdot 400 = 120 \text{ мм/мин.}$$

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

$$n_{\text{отв}} = 1; L_{\text{px}} = 630 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{1 \cdot 630}{120} = 5,25 \text{ мин.}$$

$$T_0 = 0,63 + 0,12 + 0,03 + 5,25 = 6,03 \text{ мин.}$$

## 2.9.8 Определим режимы обработки на операцию 045

Торцевкруглошлифовальная черновая.

Характеристики шлифовального круга:

Диаметр круга - 250 мм.

Марка абразива – 24А;

Структура – 7;

Зернистость – 25;

Твердость – СМ2;

Связка – К.

Скорость резания  $V=35$  м/с [10].

Подача  $S_p=0,4$  мм/мин [10].

$V_3=35$  м/мин [10].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 85,06} = 131 \text{ об/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{8}{500} + \frac{21+56}{500} \cdot 2 \cdot 5 + 0,05 = 1,61 \text{ мин.}$$

## 2.9.9 Определим режимы обработки на операцию 050

Торцевкруглошлифовальная черновая.

Характеристики шлифовального круга:

Диаметр круга - 250 мм.

Марка абразива – 24А;

Структура – 7;

Зернистость – 25;

Твердость – СМ2;

Связка – К.

Скорость резания  $V=35$  м/с [10].

Подача  $S_p=0,4$  мм/мин [10].

$V_3=35$  м/мин [10].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 63} = 177 \text{ об/мин.}$$

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

$$T_0 = \frac{8}{500} + \frac{4}{500} \cdot 2 \cdot 5 + 0,05 = 0,15 \text{ мин.}$$

2.9.10 Определим режимы обработки на операцию 055

Круглошлифовальная чистовая.

Характеристики шлифовального круга:

Диаметр круга - 250 мм.

Марка абразива – 24А;

Структура – 7;

Зернистость – 25;

Твердость – СМ2;

Связка – К.

Скорость резания  $V=35$  м/с [10].

Подача  $S_p=0,4$  мм/мин [10].

$V_3=35$  м/мин [10].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 85} = 131 \text{ об/мин.}$$

Основное время определим по формуле

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

$$T_0 = \frac{8}{500} + \frac{56}{500} \cdot 2 \cdot 5 + 0,05 = 1,19 \text{ мин.}$$

### 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

#### 3.1 Описание операции.

На рисунок 3.1 представлена теоретическая схема базирования и операционные размеры, выполняемые на операции 015 Токарная чистовая.

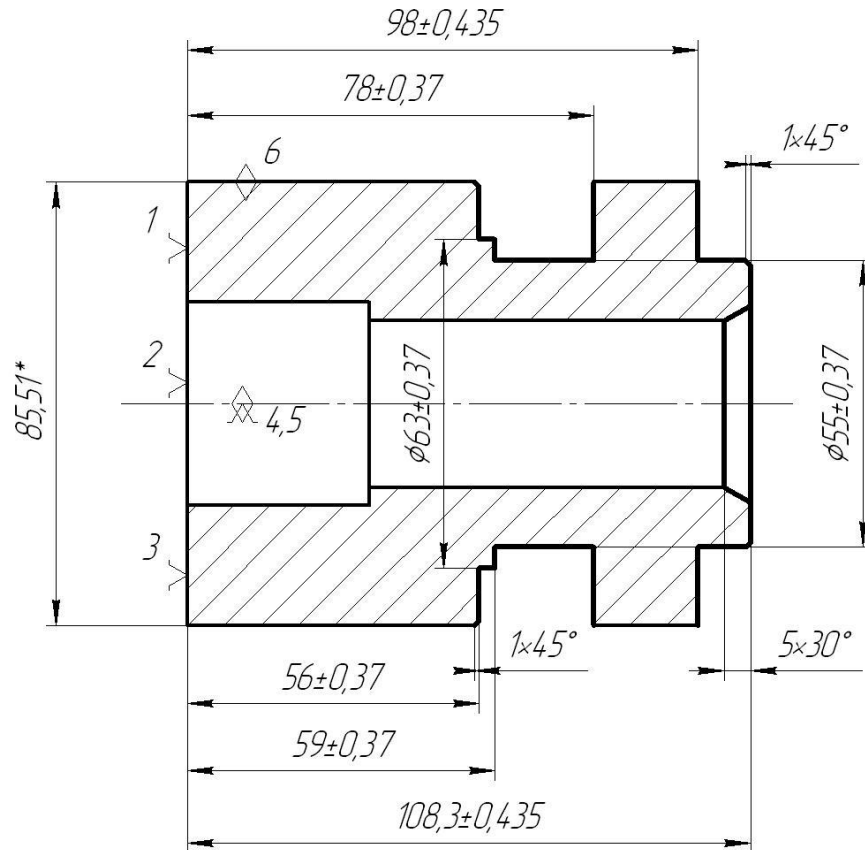


Рисунок 3.1. Схема обработки

#### 3.2 Определение необходимого усилия зажима.

Для дальнейших расчетов необходимо рассчитать две составляющие силы резания  $P_Z$  и  $P_Y$ , которые определяются по формуле [12]:

$$P_{y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (3.1)$$

где  $C_p$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $n$  – постоянные коэффициенты для конкретных условий обработки.

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 0,35^{0,9} \cdot 0,5^{0,6} \cdot 94,38^{-0,3} \cdot 0,9 = 14,3, H.$$

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 0,35^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 94,38^{-0,15} \cdot 0,9 = 284,1, H.$$

Крутящий момент от касательной составляющей силы резания стремится повернуть заготовку в кулачках и равен:

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2} \quad (3.2)$$

Провороту заготовки препятствует момент силы зажима, определяемый следующим образом:

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2} \quad (3.3)$$

где  $W$  - суммарное зажимное усилие, приходящееся на три кулачка, Н.

$f$  - коэффициент трения, зависящий от состояния рабочей поверхности сменного кулачка.

Из равенства  $M_p$  и  $M_3$  рассчитаем необходимое усилие зажима, которое бы препятствовало провороту изделия

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot M_p}{f \cdot d_2} = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \quad (3.4)$$

Величина коэффициента запаса  $K$ , в зависимости от индивидуальных условий выполнения операции, рассчитывается по формуле.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.5)$$

В нашем случае  $K$  будет равен:

$$K_{pz} = 1,80.$$

$$K_{py} = 2,52.$$

Коэффициент трения  $f$  между кулачком и заготовкой зависит от типа его рабочей поверхности. Выберем форму рабочей поверхности кулачка с кольцевидными канавками, при этом  $f = 0,3$ . Подставив в формулу (3.4) выбранные данные, получим:

$$W = \frac{1,8 \cdot 284,1 \cdot 85}{0,3 \cdot 85,51} = 1694, \text{ Н.}$$

При расчёте зажимного механизма клинового патрона по определённому усилию  $W_1$  рассчитывается усилие  $Q$ , создаваемое проектируемым силовым приводом, которое зажимным механизмом увеличивается и передаётся каждому кулачку.



$$Q = \frac{W}{i_c} \quad (3.6)$$

где  $i_c$  – передаточное отношение по силе зажима механизма. Для рычажного механизма это отношение равно:

$i_c = A/B$ , где А, В – рычажные плечи.

Принимаем рычажный зажимной механизм при  $i_c = 2$ . Рассчитаем усилие  $Q = \frac{1694}{2} = 847, Н$ .

### 3.3 Расчет силового привода.

Диаметр поршня пневматического цилиндра найдем по формуле:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}} \quad (3.7)$$

где Р— рабочее давление среды, которое примем  $P=0,4$  МПа

$$D = 1,1 \sqrt{\frac{847}{0,4 \cdot 10^6}} = 24 \text{ мм}.$$

Т.к. в патроне будут обрабатываться различные детали конструктивно примем диаметр поршня 100 мм.

Определим ход поршня из зависимости:

$$S_0 = S_w / i_n \quad (3.8)$$

где  $S_w = 5 \text{ мм}$  – свободный ход кулачков

$i_n = \frac{1}{i_c}$  – передаточное отношение зажимного механизма по смещению.

Значение  $S_0$  принимаем с запасом 10...15 мм.

Примем  $S_0 = 45 \text{ мм}$ .

## 4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

На операции 025 Фрезерная проводится фрезерование двух одинаковых пазов втулки за два перехода фасонной дисковой фрезой. В этом разделе проведем расчет и спроектируем необходимую фрезу.

Расчет параметров конструкции фрезы проведем по [14].

Рассчитаем диаметр центрального отверстия

$$d_0 = 5,28 \cdot h^{0,48} \cdot b^{0,15},$$

где  $h = 20,5 \text{ мм}$  – глубина канавки обрабатываемой детали;

$b = 10 \text{ мм}$  – ширина канавки обрабатываемой детали.

$$d_0 = 5,28 \cdot 20,5^{0,48} \cdot 10^{0,15} = 31,8, \text{ мм.}$$

Из стандартизированного ряда принимаем  $d_0 = 32 \text{ мм}$ .

Приближенное значение наружного диаметра определим зависимостью

$$d_a \approx 2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 32 = 80, \text{ мм.}$$

Расчет конструктивных параметров производим по [14]. Определим диаметр посадочного отверстия по формуле

$$d_0 = 5,28 \cdot h^{0,48} \cdot b^{0,15},$$

где  $h = 20,5 \text{ мм}$  – глубина канавки обрабатываемой детали;

$b = 10 \text{ мм}$  – ширина канавки обрабатываемой детали.

$$d_0 = 5,28 \cdot 20,5^{0,48} \cdot 10^{0,15} = 31,8, \text{ мм.}$$

Из стандартизированного ряда принимаем  $d_0 = 32 \text{ мм}$ .

Приближенное значение наружного диаметра определим зависимостью

$$d_a \approx 2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 32 = 80, \text{ мм.}$$

Высоту профиля рассчитывается по формуле

$$h_1 = h + (1...3) = h + 2,5 = 20,5 + 2,5 = 23, \text{ мм.}$$

Найдем число режущих зубьев фрезы [14]

$$z = \frac{\pi \cdot d_a}{A \cdot h_1},$$

где  $A = 1,8...2,5$ . [14]

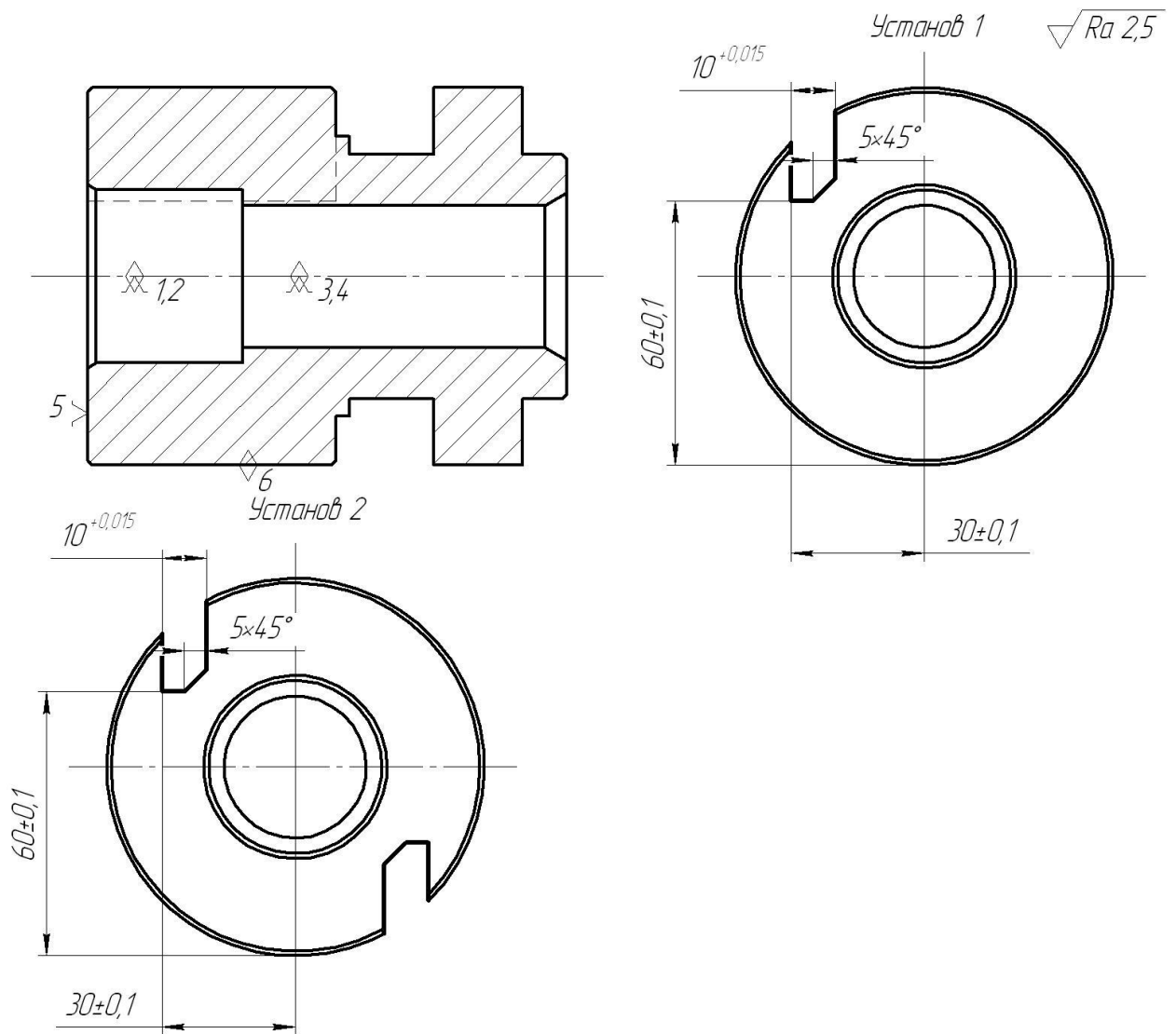


Рисунок 4.1. Операционный эскиз

Примем  $A = 1,8 \text{ мм}$ .

$$z = \frac{3,14 \cdot 80}{1,8 \cdot 23} = 6,07.$$

Примем  $z = 8$ . [14]

Примем  $\alpha_b = 10^\circ$ . [14]

$$\text{tg} \alpha_N = \frac{R}{R_i} \text{tg} \alpha_a \cdot \sin \tau. [14]$$

Размер затылования  $k = \frac{\pi \cdot d_a}{z} \text{tg} \alpha_a$ .

$$k = \frac{3,14 \cdot 80}{8} \text{tg} 10^\circ = 5,5 \text{ мм}.$$

$$\psi = \frac{360^\circ}{6 \cdot z}, \text{ при } h_1 < 15\text{мм}; \psi = \frac{360^\circ}{4 \cdot z}, \text{ при } h_1 > 15\text{мм}.$$

$$\text{Принимаем } \psi = \frac{360^\circ}{4 \cdot 8} = 11^\circ 15'.$$

Рассчитаем величину радиуса закругления

$$r = \left( \frac{d_a}{2} - h_1 - k \right) \sin(\psi_1 / 2).$$

$$r = \left( \frac{80}{2} - 23 - 5,5 \right) \sin 5^\circ = 1, \text{ мм}.$$

Найдем высоту зуба

$$H = h_1 + k + r.$$

$$H = 23 + 5,5 + 1 = 29,5\text{мм}.$$

Проведем уточнение наружного диаметра

$$d_a = d_0 + 2m + 2H. [15]$$

$$d_a = 32 + 2 \cdot 10 + 2 \cdot 29,5 = 111, \text{ мм}.$$

Для увеличения износостойкости этой фрезы предлагается на режущую часть нанести покрытие TiN методом ионно-плазменной обработки. Эти мероприятия, конечно, увеличат себестоимость инструмента, но при этом стойкость его увеличится в 2,5 раза. [15]

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

### 5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 5.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Технический и/или технологиче ский процесс	Операция технологи ческого процесса и/или вид предлагае мых работ	Должность работающе го, который будет выполнять предлагаем ый технологич еский процесс и/ил операцию	Технологическо е оборудование и/или техническое приспособлени е, устройство	Используем ые материалы и/или вещества
1	Точение	Токарная операция	Оператор станков с числовым управление м	Токарный станок СА500СФ3К оснащенный системой программного управления	40Х, смазочно- охлаждающа я жидкость Blasocut

## 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	Токарная операция	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, токарный станок СА500СФЗК оснащенный системой программного управления

### 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 оборудования	Регламентированная процедура по обучению по охране	Очки защитные «Эталон»

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4
		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	Токарный станок СА500СФЗК оснащенный системой программного управления	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопровода



1	2	3	4	5	6
			веществ и материалов (В)		щие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 5.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичного пожаротушения	Средства мобильного пожаротушения	Установки стационарного пожаротушения и/или пожаротушащие системы	Средства автоматического пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	СИЗ для людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители, ящики с	Пожарные автомобили и пожар	Системы пенного пожаротушения	Технические средства оповещения	Напорные пожарные рукава	Веревки пожарные карабины пожарные противого	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

1	2	3	4	5	6	7	8
песком, пожарные краны	ные лестницы	отушения	щения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	и рукавные разветвления	зы, респираторы		

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
Точение	Хранение ветоши в негоряемых ящиках; Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком,

1	2	3
	станков	обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

### 5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 5.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

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
Сверление	Токарный станок СА500СФЗК,	Пыль металлическая	Взвешенные вещества и нефтепродукт	Основная часть отходов должна храниться в

1	2	3	4	5
	оснащенный системой программного управления			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 втулки привода лопастного насоса. 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 015 – Токарная чистовая	
На операции используется самоцентрирующий трехкулачковый патрон. Обработка осуществляется на токарном станке с ЧПУ СА500СФ3К $T_0 = 0,80$ мин.	На операции используется самоцентрирующий трехкулачковый патрон с автоматизированным зажимом. Обработка осуществляется на токарном станке с ЧПУ СА500СФ3К $T_0 = 0,80$ 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 5000 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.

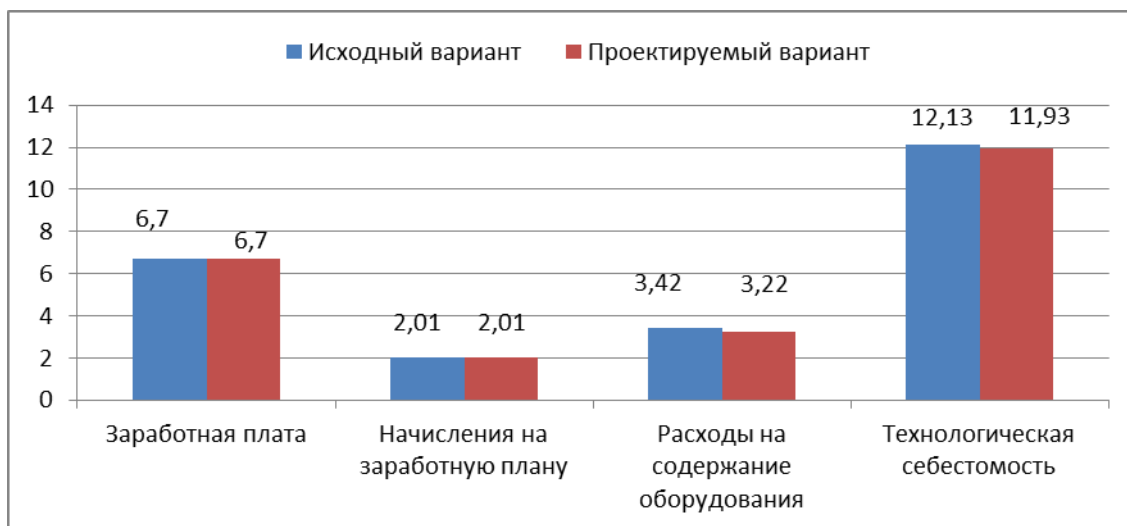


Рисунок 6.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, руб.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [23] данная величина составила 3119,4 руб., в состав которой входят затраты на инструмент.

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.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы нами была разработана технология изготовления детали «Втулка». Проведен подбор современного оборудования и средств технологического оснащения.

Для базирования заготовки на станке на 025 токарной чистовой операции спроектирован техкулачковый самоцентрирующий патрон рычажного типа с пневмоприводом.

Для фрезерования наружных пазов детали на 025 фрезерной операции нами спроектирована конструкция фасонной дисковой фрезы. Для увеличения износостойкости этой фрезы предлагается на режущую часть нанести покрытие TiN методом ионно-плазменной обработки.

Расчет экономической эффективности показал выгоду проделанной работы.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация технологических процессов и производственный контроль: Сб. докл. Международ. науч.-техн. конф. 23-25 мая 2006 г. Ч. 2 / ТГУ. – Тольятти: ТГУ, 2006. – 257 с.
2. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
3. 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.
4. Ковшов, А.Н. Технология машиностроения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 320 с.
5. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 269 с.
6. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
7. ГОСТ 7505-89. Поковки штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
8. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 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. Режимы резания металлов: Справочник / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.

11. 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.
12. Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 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. Резников Л.А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента: электронное учеб. пособие / Л.А.Резников. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2014. – 208 с.
15. Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 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

Додл.			Взаи.			Подо.																	
Разработка Шепелев									ТГУ Кафедра ОТМП														
Проверил Резникоб																							
Утвердил									Втулка														
Н. катер																							
M01	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71																						
	Код	ЕВ	Уч	РМ	Опер	Уч	ЕН	Н. посх.	КМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МБ										
M02		166	2.5			1		054		41211Х	φ85х108	1	4.68										
А	Цех	Уч	РМ	Код, наименование операции		Код, наименование оборудования		СМ	пород.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН	АП	Конт.	Типс.	Тшт.					
A03	XX	XX	XX	000	4280	Заготовительная XXXXX																	
B04	ГКШП																						
O5																							
A06	XX	XX	XX	005	4112	Токарная черновая																	
B07	38.18.25	XXX	CA500CФЗК	2	18632	422	1P	1	1	1	1	100	1	16	160								
O.08	Точить поверхность 7, выдерживая размер 59,65±0,37; поверхность 8, выдерживая размер 55,35±0,37;																						
O.09	поверхность 9, выдерживая размер 78,35±0,37; поверхность 10, выдерживая размер 85±0,435;																						
O.10	поверхность 11, выдерживая размер 98,35±0,435; поверхность 12, выдерживая размер 55,5±0,37;																						
O.11	поверхность 14, выдерживая размер 108,65±0,435.																						
T.12	396110 XXXX Патрон самоцентра. XXXXXX XXXX шпур откидной;																						
T.13	392104 XXXX(2) Резец механич. T5K10. 393111 XXXX ШЦ-II-350-0.1. 393120 XXXX(2) Калибр-скоба.																						
14																							
A.15	XX	XX	XX	010	4112	Токарная черновая																	
B.16	38.18.25	XXX	CA500CФЗК	2	18632	422	1P	1	1	1	1	100	1	16	1,34								
МК																							

		Цех	Ч4	Р11	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа										
		Код наименования обработки					01	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Глоз	Тшт
0.17	А.22	Точить поверхность 3, выдерживая размер $\phi 85,5_{-0,250}^{\pm 0,1}$ ; поверхность 1, выдерживая размер $108,65 \pm 0,435$ ;															
0.18	Т.20	точить поверхность 17, выдерживая размер $\phi 39 \pm 0,31$ ; поверхность 18, выдерживая размер $35 \pm 0,31$ .															
Т.19	396110 XXXX Патрон самодентр.; XXXXXX.XXXX цпор откидной;																
Т.20	392104.XXXX(2) Резец механич. Т5К10; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скода.																
21																	
А.22	XX XX XX 015 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.XXXX-XX																
Б.23	38.18.25 XXXX CA500CF3K 2 18632 422 1P 1 1 100 1 16 1,60																
0.24	Точить поверхность 4, выдерживая размер $1x45^{\circ}$ ; поверхность 5, выдерживая размер $\phi 56 \pm 0,37$ ;																
0.25	точить поверхность 6, выдерживая размер $63 \pm 0,37$ ; поверхность 7, выдерживая размер $59,3 \pm 0,37$ ;																
0.26	точить поверхность 8, выдерживая размер $\phi 55 \pm 0,37$ ; поверхность 11, выдерживая размер $98 \pm 0,435$ ;																
0.27	точить поверхность 12, выдерживая размер $\phi 55 \pm 0,37$ ; выполнить фаску $1x45^{\circ}$ ; точить поверхность																
0.28	13, выдерживая размер $108,3 \pm 0,435$ .																
Т.29	396110 XXXX Патрон самодентр.; XXXXXX.XXXX цпор откидной;																
Т.30	392104.XXXX(2) Резец механич. Т5К10; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скода.																
31																	
А.32	XX XX XX 020 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.XXXX-XX																
Б.33	38.18.25 XXXX CA500CF3K 2 18632 422 1P 1 1 100 1 16 1,60																
0.34	Точить поверхность 3, выдерживая размер $\phi 85,16_{-0,25}^{\pm 0,1}$ ; поверхность 1, выдерживая размер $108,3 \pm 0,435$ ;																
0.35	выполнить фаску, выдерживая размер $2x30^{\circ}$ ; точить поверхность 17, выдерживая размер $\phi 32_{-0,10}^{\pm 0,1}$ .																
Т.36	396110 XXXX Патрон самодентр.; XXXXXX.XXXX цпор откидной;																
Т.37	392104.XXXX(2) Резец механич. Т5К10; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скода.																
38																	
А.39	XX XX XX 025 4272 Фрезерная ИОТ И37.101.XXXX-XX																
МК																	

Лист 2

Лист 3										
А	Цех	Ч4	Р11	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа				
						С1	проф.	Р	УТ	КР
Б	Код наименования обработки					Кшт	Тшт			
Б.42	381631	XXXX	6E80ШФ20	Гориз.-фрезер.	2 18632 322 1Р 1 1	1	100	1	16	2,76
0.43	Фрезеровать паз (поверхности 19, 20, 21) в размеры 10 <sup>±0,012</sup> , 25,5±0,1, 60±0,1, 30±0,1. Повернуть									
0.44	заготовку на 180°. Фрезеровать паз (поверхности 19, 20, 21) в размеры 10 <sup>±0,012</sup> , 25,5±0,1, 60±0,1, 30±0,1.									
Т.45	396181XXXX	Тиски гидравлические; XXXXXX.XXXX(2) (сменные призмы; 391267.XXXX) Фреза дисковая								
Т.46	Р6М5; 393111	ШЦ-И-100-0.05; 393111 Калибр-пробка.								
47										
А.48	XX XX XX 030	4271 Протяжная ИОТ И37.101.7026-02.								
Б.49	381623	XXXX	7A534	Гориз.-протяжной.	2 17001 422 1Р 1	1	1	100	1	16 0,36
0.50	Протянуть внутренние шлицы (поверхности 22, 23, 24) D-8x32H11x36H8x6F10.									
Т.51	XXXXXX.XXXX	Патрон; XXXXXX.XXXX Протяжка шлицевая Р6М5; 393111 Калибр-пробка.								
52										
А.53	XX XX XX 035	4272 Фрезерная ИОТ И37.101.XXXX-XX								
Б.54	381631	XXXX	6Б610МФ4	Многоцелевой	2 18632 322 1Р 1 1	1	100	1	16	2,76
0.55	Сверлить поверхность 26, выдерживая размеры $\phi 13 \pm 0,215$ , $22,5 \pm 0,1$ , $20 \pm 0,26$ . сверлить поверхность 27.									
0.56	выдерживая размеры $\phi 9 \pm 0,215$ , $22,5 \pm 0,1$ , $20 \pm 0,26$ ; цековать поверхность 33, выдерживая размер 40±0,37.									
0.57	фрезеровать поверхность 31, 32, выдерживая размеры $\phi 55 \pm 0,37$ , $55 \pm 0,37$ ; фрезеровать поверхность 10.									
0.58	выдерживая размер 60±0,37; фрезеровать поверхность 34, выдерживая размеры 14±0,215, 7,5±0,18, R10±0,18.									
0.59	фрезеровать поверхность 28, 29, выдерживая размеры 7,5±0,18, 39±0,2 R4,5±0,15.									
Т.60	396181XXXX	Тиски гидравлические; XXXXXX.XXXX(2) (сменные призмы; 391267.XXXX(2) Сверло спиральное								
Т.61	Р6М5; 391267.XXXX	Цековка Р6М5; 391267.XXXX(2) Фреза концевая Р6М5.								
62										
А.63	XX XX XX 040	Термическая (закалка) ИОТ И37.101.70715-07.								
Б.64	ТВ4									
МК										

		Чех	Ч4	Р11	Опер	Код наименования операции	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Глоз	Тшт	
		Код наименования обработки						Обозначение документа									
А 69	XX XX XX	045	Торцекрц.лошлифовальная ИОТ И37.101.74.19.1-00.														
Б 70	381623	XXXX	316ВФ20	Торцекрц.лошлиф. 2 17001 422 1Р 1 1 100 1 10 2,41													
0 71	Шлифовать поверхность 3, выдерживая размер $\varnothing 85,06_{-0,016}^{+0,016}$ шлифовать поверхность 1, выдерживая.																
0 72	размер 108±0,435.																
Т 73	39611Х.ХХХХ	Патрон лободковы: 39284.1.ХХХХ Центр вращающийся; ХХХХХХ.ХХХХ Упор откидной;															
Т 74	398110.ХХХХ	Круг шлифовальный 1 350х60х150 14АF24к5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.;															
Т 75	393410	Микрометр; 393120.ХХХХ Калибр-скоба.															
76																	
А 77	XX XX XX	050	Торцекрц.лошлифовальная ИОТ И37.101.74.19.1-00.														
Б 78	381623	XXXX	316ВФ20	Торцекрц.лошлиф. 2 17001 422 1Р 1 1 100 1 10 1,15													
0 79	Шлифовать поверхность 7, выдерживая размер 59±0,37.																
Т 80	39611Х.ХХХХ	Патрон лободковы: 39284.1.ХХХХ Центр вращающийся; ХХХХХХ.ХХХХ Упор откидной;															
Т 81	398110.ХХХХ	Круг шлифовальный 1 350х60х150 14АF24к5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.;															
Т 82	393410.ХХХХ	Микрометр.															
83																	
А 84	XX XX XX	055	Крц.лошлифовальная ИОТ И37.101.74.19.1-00.														
Б 85	381623	XXXX	3М197	Крц.лошлиф. 2 17001 422 1Р 1 1 100 1 10 2,38													
0 86	Шлифовать поверхность 3, выдерживая размер $\varnothing 85,06_{-0,016}^{+0,016}$ .																
Т 87	39611Х.ХХХХ	Патрон лободковы: 39284.1.ХХХХ Центр вращающийся; ХХХХХХ.ХХХХ Упор откидной;															
Т 88	398110.ХХХХ	Круг шлифовальный 1 350х60х150 14АF24к5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007.;															
Т 89	393410	Микрометр; 393120.ХХХХ Калибр-скоба.															
90																	
91																	
																МК	

Лист 4



А	Цех	Уч	Р/М	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа						
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
Б	Код наименования оборудования											
94												
А 95	XX XX XX 060 Мелочная ИОТ ИЗ7.101.XXXX											
96												
А 97	XX XX XX 065 Контрольная ИОТ ИЗ7.101.XXXX											
98												
99												
100												
101												
102												
103												
104												
105												
106												
107												
108												
109												
110												
111												
112												
113												
114												
115												
116												
											МК	

Дроб.																					
Взам.																					
Лист.																					
Разработ.	Щегелев	Кафедра ОТМП																		Листов 1 / лист	
Проверил.	Резникоб.																				
Исполн.		Втулка																			
Наименование операции		Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				М3	КОИД										
Токарная чистовая с ЧПУ		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		166	2,5	$\phi 85 \times 108$				4,68	1										
Обработка центристой ЧПУ		Обозначение программы	$T_0$	$T_1$	$T_2$	$T_{sum}$				СОЖ											
Токарный с ЧПУ САОСОФЭК		-	3/4	2,38	10	5,52				5% Укринол											
P			$D_{max}$	L	t	i	s	p	n	mm	мм/об	об/мин	мм/мин	М/мин							
$R_{0,02}$	1. Установить и снять заготовку																				
$T_{01}$	396110.XXXX Патрон трехконтровый: XXXXX.XXXX упор откидной.																				
$R_{0,04}$	Точить поверхность 4, выдерживая размер $145^{+0}$ ; поверхность 5, выдерживая размер $\phi 56 \pm 0,37$ ;																				
$R_{0,05}$	точить поверхность 6, выдерживая размер $63 \pm 0,37$ ; поверхность 7, выдерживая размер $59,3 \pm 0,37$ ;																				
$T_{08}$	точить поверхность 8, выдерживая размер $\phi 55 \pm 0,37$ ; поверхность 11, выдерживая размер $98 \pm 0,435$ ;																				
$T_{07}$	точить поверхность 12, выдерживая размер $\phi 55 \pm 0,37$ ; выполнить фаску $1 \times 45^{\circ}$ ; точить поверхность																				
$R_{06}$	13, выдерживая размер $108,3 \pm 0,435$ .																				
$R_{09}$		1	85	100	0,28	1	0,5	315	84												
$R_{10}$	392104.XXXX Резец контурный правый с пластиной T15K6; 392104.XXXX Резец фасонный P6M5;																				
$R_{11}$	392104.XXXX Резец расточной T15K6; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калдёр-скоба.																				
$R_{12}$																					
	OK																				



Дил.																					
Взам.																					
Подп.																					
Разработ	Щегелев																				
Проверил	Резникоб																				
Исполн.																					
Наименование операции	Кафедра ОТМП Втулка																				
Фрезерная с ЧПУ	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОМД														
Обработка инструментом ЧПУ	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		66	2,5	φ85x108	4,68	1														
Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6Б80ЦФ20	Обозначение программы	То	Тб	Твз	Тшп	СОЖ															
	—	3/4	2,38	10	5,52	5% Укринол															
P	мм	мм	L	t	i	S															
01						мм/об	мм/об														
02	1. Установить и снять заготовку																				
T 02	396110.XXXX Тиски гидрозажимные.																				
0 04	2. Фрезеровать паз (поверхности 19, 20, 21) в размеры $10^{+0,015}$ , $25,5 \pm 0,1$ , $60 \pm 0,1$ , $30 \pm 0,1$ .																				
0 05	XXXXXX.XXXX Фреза дисковая фасонная Р6М5 с покрытием TIN.																				
T 06	3. Повернуть деталь на $180^\circ$ .																				
T 07	2. Фрезеровать паз (поверхности 19, 20, 21) в размеры $10^{+0,015}$ , $25,5 \pm 0,1$ , $60 \pm 0,1$ , $30 \pm 0,1$ .																				
08	393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; 393120.XXXX Калибр-пробка.																				
09	1	10	108	0,28	1	0,8	80	27,9													
10																					
11																					
12																					
	OK																				

