

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

«___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень бакалавра)**

**направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
профиль «Технология машиностроения»**

Студент Ахмедов Тимур Дамирович гр. ТМбз-1132

1. Тема Разработка технологического процесса изготовления шлицевого
вала коробки скоростей

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «_____»
2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовой объем выпуска 500
дет/год, 2 смены

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование приспособления

4) Проектирование режущего инструмента

5) Описание графической части работы

6) Безопасность и экологичность технического объекта

7) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

Аннотация

УДК.621.9.01

Ахмедов Т.Д. Разработка технологического процесса изготовления шлицевого вала коробки скоростей/. Тольяттинский государственный университет: Тольятти. – 2016. – 73 с.

В работе рассматривается технология обработки шлицевого вала с использованием современных методов обработки.

Содержание

Введение, цель работы.....	5
1. Описание исходных данных	6
1.1 Анализ исходных данных	6
1.2 Анализ технологичности.....	8
2. Технологическая часть работы	11
2.1 Выбор метода получения и проектирование заготовки	11
2.2 Проектирование заготовки	14
2.3 Расчет припуска	15
2.4 Разработка технологического маршрута изготовления детали	17
2.5. Выбор средств технологического оснащения	20
2.6 Проектирование технологических операций.....	23
3. Проектирование приспособления.....	29
3.1 Сбор исходных данных	29
3.2 Расчет сил резания при шлифовании.....	30
3.3 Расчет усилия зажима.....	30
3.4 Расчет зажимного механизма и силового привода	33
3.5 Расчет точности приспособления	35
3.6 Описание конструкции приспособления.....	37
4. Проектирование режущего инструмента.....	39
5. Описание графической части работы.....	44
6. Безопасность и экологичность технического объекта	49
7. Экономическая эффективность работы	58
Заключение	62
Список используемой литературы	63
Приложения	66

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Различные коробки передач предназначены для изменения скоростей вращения при соответствующих изменениях крутящего момента.

Одним из основных элементов коробки передач являются валы по которым происходит перемещение блоков шестерен. Как правило эти валы изготавливают с шлицевыми поверхностями, т.к. они обладают значительной несущей способностью и могут передавать значительные крутящие моменты. С другой стороны обеспечивают центрирование зубчатых колес необходимое для создания нужных параметров зацепления.

В работе представлен технологический процесс изготовления вала шлицевого, работающий в коробке передач. Основной задачей изготовления такого вала является обеспечение необходимого качества шлицевой поверхности, что и решается в работе за счет выбора рациональной технологии обработки, оборудования и инструмента.

1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Анализ исходных данных

Вал шлицевой передает вращение блоку зубчатых колес при помощи шлицевой поверхности. При скольжении блока шестерен по шлицевой поверхности происходит переключение.

Для изготовления вала выбрана сталь 40ХН ГОСТ4543-71. Предусматривается требование по закалке детали.

Таблица 1.1 - Химический состав 40ХН, % (ГОСТ 4543—71) [1]

Химический элемент	%
Кремний (Si)	0.17-0.37
Марганец (Mn)	0.50-0.80
Медь (Cu), не более	0.30
Никель (Ni)	1.00-1.40
Сера (S), не более	0.035
Углерод (C)	0.36-0.44
Фосфор (P), не более	0.035
Хром (Cr)	0.45-0.75

Таблица 1.2 - Механические свойства

Термообработка, состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	ψ_5 , %	δ , %	КСУ, Дж/м ²	НВ
КП 395	<100	395	615	17	45	59	187-229

В таблице 1.1 указан химический состав, в таблице 1.2 – основные физико-механические свойства, в таблице 1.3 - классификация поверхностей детали. Эскиз с номерами поверхностей вала показан на рис. 1.1.

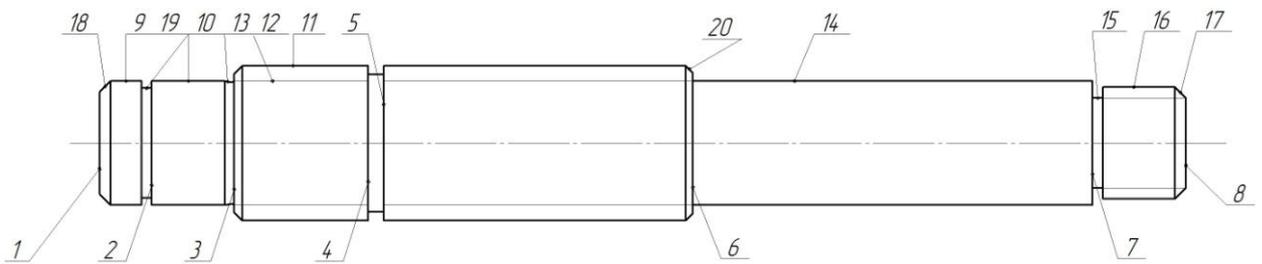


Рис. 1.1. Эскиз детали

Таблица 1.3 - Анализ технологических требований чертежа детали [2,3]

№	вид	размеры	IT	Ra	HB (HRC)	технологическое требование	формы
						расположения	
1	2	3	4	5	6	7	8
1,8	П		14	12,5	40-42HRC		
2	П	Ø26	14	12,5			
3	П	Ø26	8	1,25			
4,5	П	Ø23	14	12,5			
6	П	Ø26	6	0,63		0,004; 0,01	0,004
7	П	Ø28	6	1,25		0,01	0,004;
9	Ц	2×45°	14	12,5			
10	Ц	26×30×6	7 14 9	1,25 1,25 12,5			
11	Ф	Ø26/4	14	12,5		Ø,01	
12	Ф	Ø26	6	0,63			
13	Ц	Ø26	12	12,5			
14	Ц	M20×1,5	8	1,25			
15	Ц	3	14	12,5			
16	Р	5	6	0,63			
17	Ф						
18	Ф						
19	Ф						

П – плоская;

Ц – цилиндрическая;

Ф – фасонная;

Р – резьбовая.

1.2 Анализ технологичности

На рабочем чертеже шлицевого вала есть вся необходимая графическая информация для ясного представления о его конструкции. Показаны размеры с квалитетами и допусками. На все поверхности проставлена шероховатость. Самые ответственные поверхности имеют требования по допустимым отклонениям расположения и формы.

Данная конфигурация вала обеспечивает свободный доступ для режущего инструмента. Это позволяет применить стандартный режущий и измерительный инструмент.

Анализ технологичности выполняется для выявления возможных путей снижения технологической себестоимости изготовления вала путем изменения его конструкции.

Вал шлицевой изготавливается из легированной стали 40ХН ГОСТ 4543-71. Исходная заготовка может получаться из проката или методом штамповки для условий серийного типа производства. Конфигурация общего контура вала не вызовет значительных трудностей при получении исходной заготовки и ее обработке.

Коэффициент обрабатываемости материала резанием $K_{об}=1$ [4].

Относительно простая конфигурация шлицевого вала, отсутствие фасонных сложных поверхностей, позволяет при ее обработке использовать унифицированные исходные заготовки.

С учетом чертежных требований по точности и шероховатости, и с учетом служебного назначения поверхностей окончательно сформировать поверхности вала на заготовительном этапе невозможно.

Все поверхности вала имеют требования по точности размеров, расположению и формы, а также шероховатости, соответствующие их служебным функциям.

Количество поверхностей, их конфигурация и размеры определяются конструкцией коробки скоростей и условиями работы вала. Точность поверхностей вала определяют по конструкторским требованиям коробки скоростей. Для заданных условий работы точность на чертеже определяется кинематической точностью, требованиями по вибрациям, шуму.

Повышение требований приведет к значительному росту трат на механическую обработку. Снижение требований вызовет ухудшение конструкторских параметров узла. То же самое касается требований по шероховатости.

Простая форма вала позволяет использовать средства механизации и автоматизации при установке-снятии заготовки, ее обработке или транспортировке. Инструментальный доступ к местам обработки и доступ для контроля свободный. Есть возможность обработки нескольких поверхностей вала на одной позиции, или на одном переходе.

По конструкции вал можно считать технологичным.

Технологичность установки, закрепления вала характеризуется наличием разных опорных поверхностей. Это могут быть шейки вала или центровые отверстия. Во всех случаях обеспечивается совпадение технологических и измерительных баз. Сами базы отличаются высокой точностью и малой шероховатостью. В качестве черновых технологических баз на первой операции механической обработки можно использовать основные конструкторские базы.

В целом вал является технологичным.

Тип производства определяется годовым объемом выпуска вала и его массой. При массе вала $G = 6,3$ кг и годовом объеме выпуска 500 деталей в год выбираем среднесерийный тип производства. Для него характерна переменнo-поточная форма организации технологического процесса.

Определим размер периодического запуска партии вала в производство [5]:

$$n=N \cdot a / 254 = 24 \text{ штуки,} \quad (1.1.)$$

где a – периодичность запуска партии деталей в днях (принимаем 12 дней);

254 – среднее число рабочих дней в году.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1 Выбор метода получения и проектирование заготовки

Выберем способ получения исходной заготовки или из проката или из штамповки [6, 7].

Стоимость штамповки на ГКШП, определяется расчетом:

$$S_{заг} = Q \cdot C_{баз} / 1000 \cdot k_m \cdot k_n \cdot k_v \cdot k_t \cdot k_c - S_{отх} \cdot (Q - q), \quad (2.1)$$

где $C_{баз}$ – базовая стоимость 1т. заготовок штамповок на прессе, руб;

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг;

k_t – коэффициент задается по классу точности заготовки;

k_c – коэффициент задается по группе сложности штамповки;

k_v – коэффициент задается по массе штамповки;

k_m – коэффициент задается по материалу штамповки;

k_n – коэффициент задается по объему производства штамповок;

$S_{отх}$ – стоимость 1т стружки. $S_{отх} = 26$ руб/т.

Приблизительно массу штамповки определяется по коэффициенту использования материала

$$Q = q / K_{им}, \quad (2.1)$$

где $K_{им}$ – коэффициент использования материала. При получении заготовки штамповкой принимается равным 0,8. Тогда масса заготовки будет равна:

$$Q = q / 0,8 = 6,3 / 0,8 = 7,9 \text{ кг.}$$

Базовая стоимость 1т. штамповок равна 373 руб.

$k_T = 1$ – для штамповок нормальной точности.

Данная штамповка относится к группе сложности С1, так как $k_{сл} = 0,66$ – коэффициент сложности штамповки как отношение объема детали к объему простейшей фигуры описанной вокруг нее. Для сложности С1 и легированных сталей: $k_c = 0,77$.

Для легированных сталей и $Q = 6,3$ кг коэффициент массы $k_v = 1,1$.

Для легированных сталей коэффициент марки материала $k_m = 1,0$.

Объем принимается равным годовому объему выпуска вала, коэффициент серийности $k_n = 1$.

Подставляем значения коэффициентов и стоимость

$$S_{заг} = (7,9 \cdot 373 / 1000 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 1,0) - 26 / 1000 \cdot (7,9 - 6,3) = 2,2 \text{ руб.}$$

Стоимость вала из сортового проката определяем расчетом:

$$S = M + C_{доп} + C_{мо}, \quad (2.2)$$

где M – стоимость материала заготовки;

$C_{доп}$ – дополнительные технологические затраты на необходимые переходы по правке, калибровке прутков, их разрезке на штучные заготовки;

$C_{мо}$ – дополнительные траты на механическую обработку по снятию напусков для приведения конфигурации заготовки из проката к форме заготовки штамповки.

Затраты на прокат рассчитываются по формуле

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot C_{отх}, \quad (2.3)$$

где S – цена 1 кг сортового проката горячекатанного прутка, руб. (для стали 40ХН $S = 0,28$ руб/кг); Q – масса заготовки из прутка.

$$Q = q \cdot k_c, \quad (2.4)$$

где q – масса детали, кг.;

k_c – коэффициент формы прутка. Принимается равным $k_c = 1,5$.

$$Q = 6,3 \cdot 1,5 = 9,5 \text{ кг.};$$

$$C_{\text{ток}} = (C_{\text{ток}} \cdot T_{\text{шт}}) / 6000 = (250 \text{ коп/ч} \cdot 4,4) / 6000 = 0,2 \text{ руб.} \quad (2.6)$$

где $C_{\text{ток}}$ – стоимость по нормативам часа токарной обработки, руб.;

$T_{\text{шт}}$ – штучное время снятия напусков, мин.;

Штучное время упрощенно [13]

$$T_{\text{шт}} = \varphi \cdot T_o = 1,8 \cdot 2,44 = 4,4 \text{ мин.} \quad (2.5)$$

где T_o – основное время по снятию напусков, мин.

$$T_o = 0,00017 \cdot d \cdot l = 0,00017 \cdot (48 \cdot 52 + 48 \cdot 190 + 44 \cdot 36) = 2,44 \text{ мин.} \quad (2.6)$$

Учитывается стоимость отрезки на штучные заготовки

$$C_{\text{отр}} = (C_{\text{пр.отр}} \cdot T_{\text{шт}}) / 6000 = (120 \text{ коп/ч} \cdot 1,3) / 6000 = 0,03 \text{ мин.} \quad (2.7)$$

Основное время разрезки

$$T_o = 0,19 \cdot 10^{-3} \cdot D^2 = 0,00019 \cdot 62^2 = 0,73 \text{ мин.} \quad (2.8)$$

Штучное время отрезки считается с учетом коэффициента вспомогательного времени φ

$$T_{шт} = \varphi \cdot T_0 = 1,8 \cdot 0,73 = 1,3 \text{ мин.}$$

$$M = 9,5 \cdot 0,22 (9,5 - 6,3) \cdot 0,026 = 2,01 \text{ руб.}$$

$$S = 2,01 + 0,2 + 0,03 = 2,24 \text{ руб.}$$

Вывод по расчету следующий: заготовку шлицевого вала целесообразней получать штамповкой.

2.2 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки ведем по ГОСТ 7505-89 на поковки штампованные.

Определяем исходные данные для назначения припусков и допусков [8].

1. Степень сложности. Штамповка относится к группе сложности С1, так как коэффициент отношения объемов детали и цилиндра, описанного вокруг детали

$$k_{сл} = M_{заг} / M_{дет} = 6,3 / 9,5 = 0,66;$$

$$k_{сл} = 0,66 > 0,63.$$

– коэффициент сложности заготовки.

2. Класс точности штамповки определяется способом штамповки: открытая на ГКШП (кривошипный горячештамповочный пресс) - Т4.
3. Группа стали М2 задается двумя параметрами: содержанием углерода $0,35 < C < 0,65\%$ и наличием легирующих добавок $0 < \text{легирующие добавки} < 2,5\%$.

$$Q = k \cdot m = 1,2 \cdot 6,3 = 7,5 \text{ кг.}$$

По [9] определяем исходный индекс : он равен 11.

Припуски: на поверхности 10,11,14– 2 мм на сторону. На пов. 16 -1,5 мм на сторону.

По длине все припуски также принимаются равными 2 мм.

Определяем размеры заготовки:

$$d_{10,14} = 52_{-0,9}^{+1,8} \text{ мм}; \quad l_1 = 52_{-0,9}^{+1,8} \text{ мм};$$

$$d_{11} = 62_{-0,9}^{+1,8} \text{ мм}; \quad l_2 = 182_{-1,0}^{+2,0} \text{ мм};$$

$$d_{16} = 47_{-0,9}^{+1,8} \text{ мм}; \quad l_3 = 36_{-0,9}^{+1,8} \text{ мм};$$

$$l_4 = 424_{-1,3}^{+2,5} \text{ мм}.$$

2.3 Расчет припуска

Расчет припусков и операционных размеров на технологические переходы по обработке поверхностей аналитически по формулам проведем для поверхностей 10, 14 [6, 10].

На остальные припуски, размеры определим таблично [11].

Таблица 2.1 - Расчет припуска на поверхности 10 и 14.

Переходы	Параметры припуска		Допуск	Припуск расчетный, мкм		Диаметр расчетный, мм	
	$R_z + T$	$\Delta_{пр}$		TD	$2z_{min}$, мм	$2z_{max}$, мм	d_{min} , мм
Заготовит	350	82,7	2,7			49,248	51,948
Точение черновое	100	5	0,21	866	3356	48,362	48,592
Точение чистовое	50	4	0,052	210	368	48,172	48,224
Шлифование черновое	30	3	0,033	107	126	48,065	48,098
Шлифование чистовое	20	2,5	0,013	63	80	48,002	48,018

Пространственные отклонения

$$\Delta_{пр} = \sqrt{\Delta_{Ц}^2 + \Delta_K^2}, \quad (2.9)$$

где $\Delta_{ц}$ - пространственное отклонение зацентровки, мм.;

$$\Delta_{ц} = \Delta_{к} \cdot l, \quad (2.10)$$

где $\Delta_{к}$ – относительный увод зацентровки, мкм./мм.;

$$\Delta_{ц} = 2,1 \cdot 5 = 10,5 \text{ мкм},$$

$$\Delta_{к} = \Delta_{к} \cdot l = 0,4 \cdot 200 = 80 \text{ мкм}, \quad (2.11)$$

где $\Delta_{к}$ - пространственное отклонение из-за коробления,

$$\Delta_{np} = \sqrt{10,5^2 + 80^2} = 83 \text{ мм}.$$

$$\Delta_{np\ i} = K_y^{i-1} \cdot \Delta_{np}^{заг},$$

где K_y^{i-1} – коэффициент уточнения по переходам;

$$\Delta_{np\ 2} = 82,7 \cdot 0,06 = 5 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{np\ 3} = 82,7 \cdot 0,05 = 3 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{np\ 4} = 82,7 \cdot 0,04 = 2 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{np\ 5} = 82,7 \cdot 0,03 = 0,8 \text{ мкм}.$$

Расчет минимального припуска с учетом того, что погрешность установки равна нулю (в центрах):

$$2z_{\min\ i} = 2 \cdot (R_{z-1} + T_{i-1} + \Delta_{np-1}), \quad (2.12)$$

где Δ_{np-1} - пространственное отклонение от предыдущего перехода, мм.;

Расчет минимального и максимального диаметров проводим по формулам

$$d_{\min}^{i-1} = d_{\min}^i + 2 \cdot z_{\min}^i; \quad (2.13)$$

$$d_{\max}^{i-1} = d_{\min}^i + TD^{i-1}; \quad (2.14)$$

$$d_{\min}^5 = 48,002 + 0,063 = 48,065 \text{ мм};$$

$$d_{\max}^4 = 48,065 + 0,033 = 48,098 \text{ мм};$$

$$d_{\min}^3 = 48,065 + 0,107 = 48,172 \text{ мм};$$

$$d_{\max}^3 = 48,172 + 0,052 = 48,224 \text{ мм};$$

$$d_{\min}^2 = 48,172 + 0,21 = 48,362 \text{ мм};$$

$$d_{\max}^2 = 48,362 + 0,21 = 48,592 \text{ мм};$$

$$d_{\min}^1 = 48,362 + 0,866 = 48,248 \text{ мм};$$

$$d_{\max}^1 = 48,248 + 2,7 = 51,948 \text{ мм}.$$

Расчет максимального припуска:

$$2z_{\max}^i = d_{\max}^{i-1} - d_{\max}^i. \quad (2.15)$$

Результаты расчета приведены в табл. 2.1.

2.4 Разработка технологического маршрута изготовления детали

Технологические переходы на обработку поверхностей заносим в табл.2.2 [12-14].

Таблица 2.2 - Маршруты обработки поверхностей шлицевого вала

№	Переходы по обработке
1	2
1	Ф(IT12, Ra12,5)-ТО
2	Тч(IT9, Ra3,2)-ТО
3	Т(IT12, Ra12,5)- Тч(IT10, Ra 6,3)-ТО-Ш(IT8, Ra1,25)
4	Тч(IT9, Ra3,2)-ТО

1	2
5	Тч(IT9, Ra3,2)-ТО
6	Т(IT12, Ra12,5)- Тч(IT10,Ra 6,3)-ТО-Ш(IT8, Ra1,25)
7	Т(IT12, Ra12,5)- Тч(IT10,Ra 6,3)-ТО
8	Ф(IT12, Ra12,5)-ТО
9	Т(IT12, Ra12,5)-Тч(IT9, Ra3,2)-ТО-Ш(IT7, Ra1,25) -Шч(IT6,Ra0,63)
10	Т(IT12, Ra12,5)-Тч(IT9, Ra3,2)-ТО-Ш(IT7, Ra1,25) -Шч(IT6,Ra0,63)
11	Т(IT12, Ra12,5)-Тч(IT9, Ra3,2)-ТО-Ш(IT7, Ra1,25)
12	Ф(IT12, Ra12,5)-ТО-Ш(IT8, Ra1,25)
13	Тч(IT9, Ra3,2)-ТО
14	Т(IT12, Ra12,5)-Тч(IT9, Ra3,2)-ТО-Ш(IT7, Ra1,25) -Шч(IT6,Ra0,63)
15	Тч(IT9, Ra3,2)-ТО
16	Т(IT12, Ra12,5)-Р-ТО-Рш(IT7, Ra1,25)
17	Тч(IT9, Ra3,2)-ТО
18	Тч(IT9, Ra3,2)- ТО
19	Тч(IT9, Ra3,2)- ТО
20	Тч(IT9, Ra3,2)- ТО
21	Ф(IT12, Ra12,5)-ТО
22	С(IT9, Ra2,5)-ТО-Шч(IT6,Ra0,63)
23	С(IT9, Ra2,5)-ТО-Шч(IT6,Ra0,63)

Где переходы обозначены:

Т - точение черновое;

Тч – точение чистовое;

ТО – термообработка;

Ф – фрезерование (плоское для торцов, фасонное для шлицев);

Ш - шлифование черновое;

Шч – шлифование чистовое;

Р – резъбонарезание;

Рш – резъбошлифование;

С – сверление.

В соответствии с принципами проектирования технологических маршрутов составим перечень операций, где укажем какие переходы выполняются на каждой из них (табл. 2.3) [14-24].

Таблица 2.3 - Маршрут обработки поверхностей

№	наименование операции	оборудование	содержание	IT	Ra
1	2	3	4	5	6
000	заготовительная (штамповка)	ГКШП		15	40
005	фрезерно-центровальная	фрезерно-центровальный полуавтомат MP73	фрезеровать торцы 1, 8	12	12,5
			сверлить центровые отверстия 22,23	9	2,5
010	токарная	Токарно-фрезерный центр Mazak Integrex E-410H-S II	Установ А: точить 11,14,16 подрезать 6,7	12	12,5
			Установ Б: точить 3 подрезать 10		
			Установ В: точить 11,14,16 подрезать 6,7 точить фаски 17,20 нарезать резьбу 16 точить канавки 4,5,23,24	9	3,2
			Установ Г: точить 9,10 точить фаски 18 точить канавки 2,19		
015	Щлицефрезерная	Щлицефрезерный полуавтомат ВСН-620 NC22	фрезеровать 12,21	8	3,2

Продолжение табл.2.3

1	2	3	4	5	6
020	термическая	печь	закалка 40..42 HRC		
025	Центро – шлифовальная	Центро – шлифовальный станок Technica ZSM 810	Шлифовать центры 22,23	6	0,63
030	Шлицешлифовал ьная	Шлицешлиф станок 3П451	Шлиф пов. 21	7	1,25
035	Торцекругло- шлифовальная	Торцекругло- шлифовальный станок 3Т153Е	Установ А: Шлиф. 11,14 и 6 Установ Б: Шлиф. 9,10 и 3	8	1,25
040	Торцекругло- шлифовальная	Торцекругло- шлифовальный станок 3Т153Е	Установ А: Шлиф. 6,14 Установ Б: Шлиф. 3,9,10	6	0,63
045	Резьбошлифовал ьная	Резьбошлифовальн ый станок 2К822В	Шлиф резьбу 16	4 кл	2,5
050	Моечная	Моечная машина	Мыть все поверхности		
055	Контрольная	контрольный стенд	Комплексный контроль параметров		

2.5. Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения выбираем в соответствии с рекомендациями [8, 13]. Учитываем среднесерийный тип производства и выбранное технологическое оборудование. Результаты заносим в табл.2.4.

Таблица 2.4 - Выбор средств технологического оснащения

№ операции	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Контрольные приспособления
1	2	3	4	5
000 Заготовит.	Кривошипно - штамповочный пресс			
005 Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР179Ф4	Тиски станочные самоцентрирующие ГОСТ 21168-75 7200-0253.	Торцовая насадная фреза сборная Т15К6 ГОСТ 26595-85 D=80; z=6. Сверло центровочное комбинированное типа А 2317-0108 ГОСТ 14952-75	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-73 Диапазон: 0-400 мм.
010 Токарная черновая	Токарно-фрезерный центр Mazak Integrex E-410H-S II	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон ПЗКП-315Ф8.95 Центр вращающийся усиленный 7032-4114	Токарный контурный резец Т5К10 ГОСТ 18880-73 25x25x150. Токарный контурный резец Т15К6 ГОСТ 18880-73 25x25x150	Штангенинструмент ШЦ-III ГОСТ 166-73 Диапазон 0-400 мм. Микрометр рычажный МР 0-25 мм Микрометр рычажный МР 25-50 мм

Продолжение таблицы 2.4.

1	2	3	4	5
			Токарный резьбовой резец ГОСТ 18885-73 20x20x120	
015 Шлицефр езерная	Шлицефрез ерный полуавтома т ВСН-620 NC22	Цанговый патрон Центр упорный 7032-0020 ГОСТ 13214-79	Фреза шлицевая P6M5K5 D80	Шаблон ГОСТ 2534-79
020	печь			
025 Центрош лифоваль ная	Центро – шлифоваль ный станок Technica ZSM 810	Тиски станочные самоцентрирующ ие ГОСТ 21168-75 7200-0253.	Шлифовальный круг EW10x25 24AF100 O6V ГОСТ 2424- 2008	Шаблон
030 Шлицеш лифоваль ная	Шлицешли фовальный станок ЗП451	Патрон поводковый 7108- 0053 ГОСТ 2572- 72 Хомутик 7107- 0041 ГОСТ 2578- 70 Центр упорный 7032-0020 ГОСТ 13214-79	3 350x80x120 24A F40M5V ГОСТ 2424- 2008	Комплексные калибры скобы ГОСТ 7951-79
035 Торцекру глошлиф овальная	Торцекругл о- шлифоваль ный станок ЗТ153Е	Патрон поводковый 7108- 0053 ГОСТ 2572- 72 Хомутик 7107- 0041 ГОСТ 2578- 70 Центр упорный 7032-0020 ГОСТ 13214-79	3 350x80x120 24A F80P6V ГОСТ 2424- 2008	Микрометр рычажный МР 0-25 мм Микрометр рычажный МР 25-50 мм

Продолжение таблицы 2.4.

1	2	3	4	5
040 Торцекруглошлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок 3Т153Е	Патрон поводковый 7108-0053 ГОСТ 2572-72 Хомутик 7107-0041 ГОСТ 2578-70 Центр упорный 7032-0020 ГОСТ 13214-79	3 350x80x120 24А F80P6V ГОСТ 2424-2008	Микрометр рычажный МР 0-25 мм Микрометр рычажный МР 25-50 мм
045 Резьбошлифовальная	Резьбошлифовальный станок 2К822В	Патрон поводковый 7108-0053 ГОСТ 2572-72 Хомутик 7107-0041 ГОСТ 2578-70 Центр упорный 7032-0020 ГОСТ 13214-79	1 350x80x120 24А F80P6V ГОСТ 2424-2008	Резьбовой калибр ГОСТ 18107-72
045 моечная	Моечная машина			
050 контрольная	Контрольный стол			Все выше перечисленные средства контроля

2.6 Проектирование технологических операций

Подробное проектирование операций и технологическую наладку приведем для операции по фрезерованию шлицевой поверхности [15,16].

Сначала выполняется расчет режима резания на шлицефрезерный переход по обработке поверхностей 13, 21.

1) Задается глубина резания для черного фрезерования на полную глубину впадины, т.к. дальнейшая обработка проводится только для вершин и боковых сторон шлицев:

$$t = 3 \text{ мм};$$

2) Скорость резания рассчитывается как для обычного фрезерования:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (2.13)$$

где коэффициент $C_v = 68,5$;

диаметр фрезы - $D = 90$ мм;

показатель степени - $q = 0,25$; $m = 0,8$; $x = 0,3$; $y = 0,2$; $u = 0,1$; $p = 0,1$;

$T = 90$ мин – стойкость фрезы;

$S_z = 0,1$ мм/мин – подача на зуб;

$B = 17$ – ширина фрезерования, мм;

$z = 12$ – число зубьев фрезы.

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv},$$

где $K_{Mv} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right) = \left(\frac{750}{685} \right) = 1,07$ - коэффициент, учитывающий предел

прочности материала заготовки;

$K_{pv} = 0,8$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (после обработки);

$K_{uv} = 1$ - коэффициент, учитывающий инструментальный материал.

Тогда общий поправочный коэффициент равен

$$K_v = 1,07 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,963.$$

Тогда скорость будет равна:

$$V = \frac{68,5 \cdot 90^{0,25}}{90^{0,2} \cdot 3^{0,1} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 17^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,963 = 107,6 \text{ м/мин.}$$

3) Найдем частоту вращения фрезы:

$$n_{\text{расч}} = 1000 \cdot V / \pi D = 1000 \cdot 107,6 / 3,14 \cdot 90 = 380 \text{ об/мин.}$$

У станка бесступенчатое регулирование. Принимаем обороты равными $n_{\text{факт}} = 380 \text{ об/мин.}$

Рассчитаем силу резания при фрезеровании:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (2.14)$$

Где показатели степени и коэффициенты $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1$; $q = 0,86$; $w = 0$;

$S_z = 0,1 \text{ мм/мин}$ – подача на зуб;

$B = 17$ – ширина фрезерования, мм;

$z = 14$ – число зубьев фрезы;

$D = 90 \text{ мм}$ – диаметр фрезы;

$n = 380 \text{ об/мин.}$

Поправочный коэффициент на силу резания

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right) = \left(\frac{685}{750} \right) = 0,91 \text{ – коэффициент, учитывающий влияние}$$

предела прочности материала заготовки.

Тогда сила резания будет равна:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 3^{0,86} \cdot 0,1^{0,72} \cdot 17^1 \cdot 14}{90^{0,86} \cdot 380^0} \cdot 0,91 = 1520 \text{ Н.}$$

5) Определим эффективную мощность резания, кВт

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1520 \cdot 107,6}{1020 \cdot 60} = 2,67 \text{ кВт} \quad (2.14)$$

6) Сравниваем найденную мощность с мощностью станка:

$$N_e = 2,67 \text{ кВт} < N_{\text{ст}} = 5 \text{ кВт}.$$

Вывод по силовому расчету: выбранный станок подходит для выполнения данного перехода.

Рассчитаем норму штучного времени на шлицефрезерную операцию [6,15].

Для серийного производства определяется штучно-калькуляционное время $T_{ш-к}$:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{n-3}}{n} + T_{шт}, \quad (2.15)$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;

T_{n-3} – подготовительно-заключительное время, мин;

$n = 23$ – количество деталей в партии запуска, шт;

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{об.ом}, \quad (2.16)$$

где T_o – основное время обработки, мин;

T_B – вспомогательное время на установку снятие заготовки, контроль и другие действия по управлению станком, мин;

$T_{об}$ – время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, мин;

$T_{об.ом}$ – время на перерыв, ч.

1) Определяем подготовительно-заключительное время на ознакомление с чертежом и подготовку рабочего места, также уборку станка, мин: $T_{п-з} = 43$ мин.

2) Основное время T_o , мин:

$$T_o = \frac{L_{px} \cdot i}{S_z \cdot z \cdot n} = \frac{191 \cdot 2}{0,1 \cdot 12 \cdot 380} = 0,84 \text{ мин.}$$

3) Вспомогательное время T_B , мин:

$$T_B = T_{yc} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из},$$

где T_{yc} – время на установку и снятие заготовки, мин;

$T_{зо}$ – время на закрепление и открепление заготовки, мин;

$T_{уп}$ – время на приемы управления оборудованием, мин;

$T_{из}$ – время на измерение заготовки, мин;

K – поправочный коэффициент на вспомогательное время (для среднесерийного производства взят $K=1,85$ [6]).

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_o + (T_{yc} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из}) \cdot 1,85 + T_{об.от}$$

$$T_{yc} = 0,04 \text{ мин.};$$

$$T_{зо} = 0,02 \text{ мин.};$$

$$T_{уп} = 0,05 \text{ мин.};$$

$$T_{из} = 0,08 \text{ мин.}$$

4) для среднесерийного производства $T_{об}$ и $T_{от}$ определяются совместно, мин:

$$T_{\text{об.от.}} = T_{\text{оп}} \cdot \Pi_{\text{об.от.}} / 100, \quad (2.17)$$

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_B \quad (2.18)$$

– оперативное время, мин;

Π – процент на организационное и техническое обслуживание, а также на отдых, % [13].

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_B = 0,84 + (0,04 + 0,03 + 0,05 + 0,08) \cdot 1,85 = 1,21 \text{ мин.}$$

$$\Pi = 8\%.$$

$$T_{\text{об.от.}} = T_{\text{оп}} \cdot \Pi_{\text{об.от.}} / 100 = 1,2 \cdot 8 / 100 = 0,1 \text{ мин.}$$

Тогда норма штучно-калькуляционного времени равна:

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{43}{23} + 0,84 + 0,37 + 0,1 = 2,5 \text{ мин}$$

На остальные операции, переходы режимы резания и время обработки определяем таблично [6,15]. Результаты сведены в таблицу 2.5.

На наладки вынесена операция 035 торцекруглошлифовальная. Все режимы и расчетное время указаны на наладке.

Таблица 2.5 - Штучное время на операции по изготовлению вала шлицевого

№ операции	T_0 , мин	$T_{\text{шт-к}}$, мин
005 Фрезерно-центровальная	0,7	2,6
010 Токарная черновая	3,2	6,4
015 Шлицефрезерная	0,84	2,5
025 Центрошлифовальная	0,4	1,9
030 Шлицешлифовальная	3,8	7,1
035 Торцекруглошлифовальная	0,31	1,7
040 Торцекруглошлифовальная	0,4	1,9
045 Резьбошлифовальная	1,5	3,1

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

3.1 Сбор исходных данных

Операционный эскиз на операцию 015 шлицефрезерную показан на рис. 3.1.

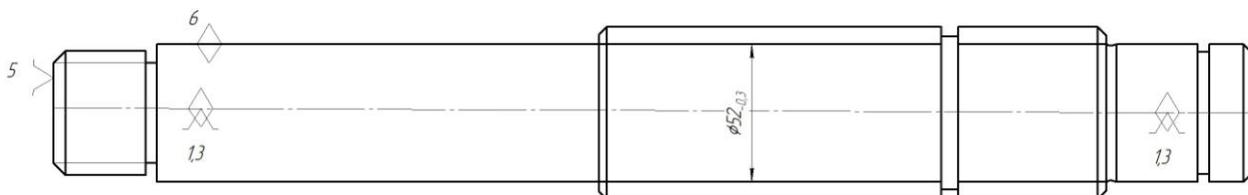


Рис.3.1 Операционный эскиз

Технологический переход: фрезеровать шлицы – поверхности 13 и 21.

Материал заготовки – сталь 40ХН, твердость 40...42 НРС.

Вид поверхности – после чистовой обработки точением.

Режущий инструмент – фреза шлицевая червячная Р6М5К5.

Металлорежущий шлицефрезерный станок ВСН620NC22.

Режим резания:

скорость резания $v = 107,6$ м/мин;

минутная продольная подача фрезы $S_{\text{мин}} = 456$ мм/мин;

частота вращения фрезы $n_{\text{фр}} = 380$ об/мин.

Станок имеет шпиндель № 6. Его размеры по ГОСТ 12595-85:

диаметр посадочного участка базового фланца $D = 108,375_{+0,010}$ мм;

диаметр сквозного отверстия $D_1 = 82,6_{+0,2}$ мм;

длина базового участка $L = 16$ мм.

Цанговый зажимной патрон относится к группе универсальных безналадочных приспособлений [25].

3.2 Расчет сил резания при шлифовании

Силу резания при шлицефрезеровании рассчитали в разделе 2 при проектировании операции.

Касательная или тангенциальная составляющая силы резания при выбранных режимах равна

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 3^{0,86} \cdot 0,1^{0,72} \cdot 17^1 \cdot 14}{90^{0,86} \cdot 380^0} \cdot 0,91 = 1520 \text{ Н.}$$

Для расчета усилия зажима могут понадобиться составляющие P_h и P_v . Из [9] определяем эти составляющие для дискового фрезерования из соотношений для попутного фрезерования

$$P_h : P_z = 0,8;$$

$$P_v : P_z = 0,9$$

Тогда

$$P_h = 1216 \text{ Н}; P_v = 1368 \text{ Н.}$$

3.3 Расчет усилия зажима

Схема расчета усилия закрепления вала приведена на рис. 3.2.

Определим силы зажима, необходимые для удержания заготовки от поворота вокруг оси вследствие действия силы P_z и создаваемого ей крутящего момента и от опрокидывания вокруг точки соприкосновения конца цанги с заготовкой вследствие действия радиальной составляющей силы резания P_y .

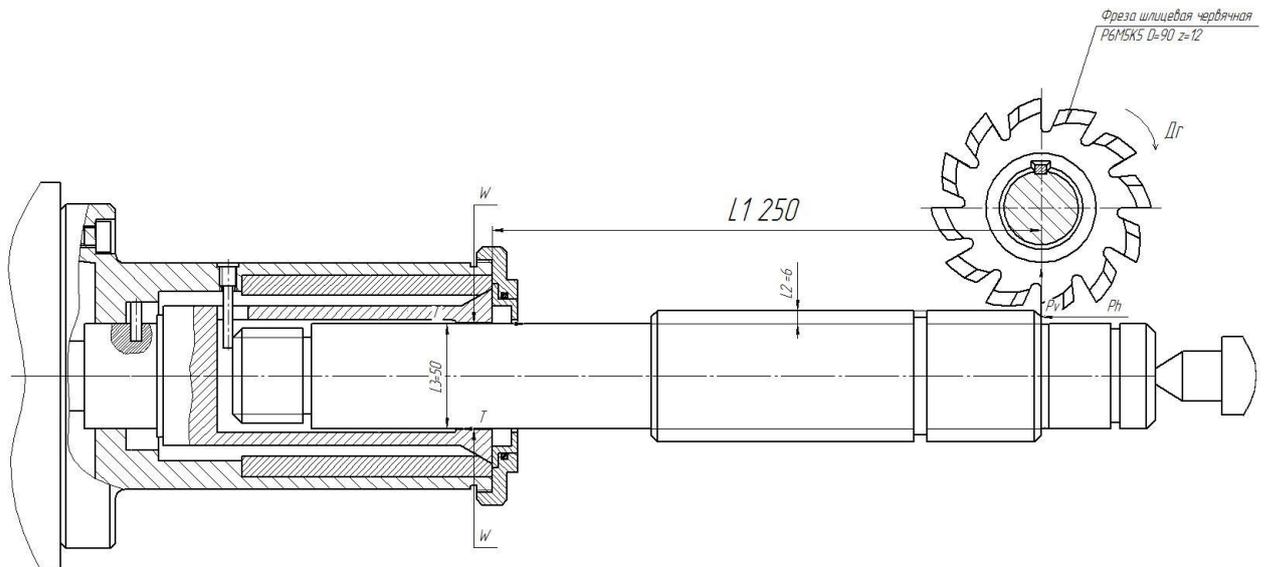


Рис.3.2 Схема расчета усилия зажима

По выбранной схеме заготовка поджимается задним центром. Под действием радиальной составляющей силы возникает прогиб детали. Жесткость заднего центра в силу большого расстояния между опорами, конструкции поджимной бабки обеспечивает схему зажима, препятствующую вырыванию вала из приспособления.

Силу закрепления, препятствующую сдвигу вала в цанге рассчитаем по формуле:

$$W = K \cdot \frac{P_h}{f}, \quad (3.2)$$

Где P_h - составляющая силы фрезерования, Н;

f – коэффициент трения между поверхностью цанги и заготовкой. Для пары сталь-сталь принимаем $f=0,15$.

K – коэффициент безопасности. Рассчитывается по формуле [25]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (3.3)$$

где K_0 - минимальный гарантированный коэффициент безопасности,
 $K_0 = 1,5$;

K_1 - коэффициент, который учитывает состояние поверхностей технологических баз для установки заготовки; так как базы обработаны начисто принимаем $K_1=1$;

K_2 - коэффициент, учитывающий прерывистость процесса резания; фрезерование является таким процессом, поэтому, $K_2 = 1,2$;

K_3 - учитывает стабильность действия силового привода. При зажиме в цанге сила закрепления обеспечивается за счет сил упругости, возникающих в упругих лепестках цанги. Поскольку привод механизирован, а свойства материала цанги и конструктивные параметры упругих лепестков цанги постоянны, $K_3=1$.

Тогда

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

Так как коэффициент меньше минимальной допустимой величины коэффициента безопасности, принимаем его равным 2,5.

Подставив рассчитанные значения составляющих сил фрезерования и коэффициента безопасности в формулу (3.3), получим величину силы закрепления:

$$W = 2,5 \cdot \frac{1216}{0,15} = 20266 \text{ Н.}$$

В качестве значения усилия закрепления при расчетах принимается полученное значение $W=20266 \text{ Н}$.

3.4 Расчет зажимного механизма и силового привода

При закреплении вала в цанговом патроне сила на центральном штоке силового привода складывается из двух составляющих

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (3.4)$$

где Q_1 - составляющая силы на штоке, которая обеспечивает деформацию упругих элементов цанги – лепестков до касания с поверхностью заготовки;

Q_2 - составляющая силы на штоке, которая обеспечивает рассчитанную силу зажима (в п. 3.3), $W = 20266 \text{ Н}$.

Усилие для сжатия лепестков цанги до их касания с поверхностью заготовки рассчитывается по формуле:

$$Q_1 = 3 \cdot \frac{E J_z}{l^3} t q \left(\alpha + \varphi \right), \quad (3.5)$$

где E – модуль упругости Юнга. Принимаем для стали $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$;

f - вылет лепестков, $f = 0,25 \text{ мм}$;

z – число лепестков цанги, $z = 3$;

l – расстояние от фланца центровика до середины зажимного конуса цанги, $l = 116 \text{ мм}$;

α - угол зажимного конуса цанги, $\alpha = 29^\circ$;

φ - угол трения.

$$\varphi = \arctan f, \quad (3.6)$$

где f – коэффициент трения между зажимным конусом цанги и корпусом патрона $f = 0,15$;

$$\varphi = \arctg 0,15 = 8,53^\circ ;$$

J – момент инерции в месте заделки лепестка, который рассчитывается как:

$$J = \frac{D^3 S}{8} \left(\alpha_1 + \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - \frac{2 \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right), \quad (3.7)$$

где D – наружный диаметр лепестков цанги, $D = 80$ мм;

S – толщина лепестка цанги, $S = 6$ мм;

α_1 - угол сегмента лепестка, $\alpha_1 = 110^\circ = 1,9199 \text{ рад}$.

Подставив значения в формулы (3.5) и (3.7), получим:

$$J = \frac{80^3 \cdot 6}{8} \left(1,9199 + \sin 1,9199 \cos 1,9199 - \frac{2 \sin^2 1,9199}{1,9199} \right) = 749650 \text{ мм}^4 ;$$

$$Q_1 = 3 \cdot \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 0,00074965 \cdot 0,25 \cdot 3}{0,116^3} \text{tg} 37,53^\circ = 162,858 \text{ Н} .$$

Усилие на штоке силового привода, обеспечивающее расчетную силу зажима определим по формуле:

$$Q_2 = W \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi) = 20266 \cdot \text{tg}(9 + 8,53) = 15271 \text{ Н}. \quad (3.8)$$

Подставив полученные значения составляющих усилия на штоке в формулу (3.4), получим полное его значение:

$$Q = 168,858 + 15271 = 15440 \text{ Н}.$$

Определим диаметр поршня гидравлического привода:

$$D_{II} = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{15440}{1,5}} = 101 \text{ мм}, \quad (9.10)$$

где $p = 1,5$ МПа – рабочее давление масляной среды.

Принимаем диаметр поршня $D_{II} = 120 \text{ мм}$. Это связано со значительным повышением коэффициента безопасности.

3.5 Расчет точности приспособления

Расчет точности цангового патрона заключается в назначении допусков на размеры деталей, обеспечивающих заданную точность установки и обработки, а также обеспечивающие посадки в основных сопряжениях.

Погрешность установки детали на станке определяется по формуле:

где ε_{δ} - погрешность базирования, $\varepsilon_{\delta} = 0$;

ε_3 - погрешность закрепления. Так заготовка в диаметральной направленности жесткая, а усилия не значительные, $\varepsilon_3 = 0$;

$\Delta_{n.з}$ - величина несоосности оси заготовки относительно оси вращения шпинделя. Она определяется из сборочной размерной цепи:

$$\Delta_{n.з} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (3.11)$$

где Δ_1 - величина несоосности оси корпуса цангового патрона относительно оси вращения шпинделя;

Δ_2 - величина несоосности оси наружной поверхности цанги относительно оси корпуса патрона;

Δ_3 - величина несоосности оси заготовки (оси внутренней поверхности цанги) относительно оси наружной поверхности цанги.

Для обеспечения заданной в плане изготовления точности обработки – шлицефрезерования, необходимо, чтобы несоосность оси заготовки относительно оси вращения шпинделя станка не превышало величину несоосности обрабатываемой поверхности относительно технологической базы. В плане изготовления указано, что несоосность обрабатываемой поверхности определяется из требования на биение, задано на чертеже и равна 0,012 мм. Отсюда получается, что погрешность установки заготовки в приспособлении на операции шлицефрезерования не должна превышать эту величину, т.е.

$$\Delta_{n.з} \leq 0,012 \text{ мм.}$$

Далее примем все составляющие несоосности равными друг другу $\Delta_1 = \Delta_2 = \Delta_3 = \Delta$. Тогда данное выше условие обеспечения указанной точности будет иметь вид:

$$\sqrt{3} \cdot \Delta \leq 0,012 \text{ мм,}$$

или

$$\Delta \leq 0,007 \text{ мм.}$$

Таким образом несоосность осей у каждого звена не должно превышать 7 мкм.

Первое звено – несоосность осей равна максимальному зазору в сопряжении посадочного отверстия корпуса цангового патрона с шпинделем.

Согласно чертежу приспособления:

$$\Delta_1 = S_{\max} = 0,007 \text{ мм.}$$

Второе звено - несоосность осей определяется несовпадением оси посадочного отверстия корпуса и оси наружной конической поверхности конуса цанги. На сборочном чертеже патрона допуск пространственных отклонений на взаимное расположение этих поверхностей задан как несоосность наружного конуса цанги и поверхности посадочного отверстия корпуса:

$$\Delta_2 = 0,007 \text{ мм} .$$

Третье звено- величина несоосности оси заготовки (оси внутренней поверхности цанги) относительно оси наружной поверхности цанги зависит от точности изготовления цанги – соосности конуса и зажимающей поверхности:

$$\Delta_3 = 0,006 \text{ мм} .$$

Проверим условие точности:

$$\Delta_{н.з.} = \sqrt{0,007^2 + 0,007^2 + 0,006^2} = 0,0115 \text{ мм} < 0,012 \text{ мм}.$$

Точность обработки обеспечена.

3.6 Описание конструкции приспособления

Цанговый патрон предназначен для базирования и закрепления заготовки вала при фрезеровании шлицев на шлицефрезерном станке ВСН620NC22.

Патрон содержит корпус 1, на который накручивается крышка 2. Ее торец используется в качестве опорной базы при установке заготовки. Внутри корпуса проходит трех лепестковая цанга 3, которая служит для базирования и закрепления вала. Цанга с помощью штанги 4 соединяется с штоком 5 от силового привода. Сам привод включает корпус гидроцилиндра 6 в котором перемещается поршень 7. Давление рабочей среды подается в гидроцилиндр через неподвижную муфту 8 при помощи втулки 9, вращающейся совместно с гидроцилиндром. Корпус 1 крепят на шпиндель станка.

Приспособление работает следующим образом. При подаче давления в правую полость гидроцилиндра поршень смещается влево. Лепестки цанги сходятся и происходит фиксация заготовки. При подаче давления в левую полость гидроцилиндра поршень смещается вправо. Цанга под действием упругих сил, возникающих в лепестках, разжимается. Происходит разжим заготовки.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

С учетом параметров шлицевой поверхности вала, ее точности, шероховатости выберем конструкцию, точность и материал шлицевой червячной фрезы [20, 26].

Принимаем конструкцию цельной, с усиками для подрезки ножек шлицев. Это связано с базированием как по наружной, так и по боковой поверхностям шлицев.

Проведем расчет внутреннего и внешнего диаметров собственно шлицевого вала.

Расчет внутреннего диаметра шлицевого вала проводится с учетом чертежного допуска,

$$D_{\text{emax}} = D - Es = 58 + (-0,03) = 57,97 \text{ мм}, \quad (4.1)$$
$$D_{\text{ф}} = D_{\text{emax}} - 2 \cdot f = 57,97 - 2 \cdot 0,4 = 57,91 \text{ мм}$$

где D_{emax} - наибольший наружный диаметр шлицевой поверхности с учетом отклонений, мм;

f - величина фаски на ножке шлица, мм.

Расчёт диаметра внутренней окружности

$$d_i = d_{\text{imin}} + 0,25\Delta = 51,16 + 0,25 \cdot 0,74 = 51,35 \text{ мм}, \quad (4.2)$$

Где

$$d_{\text{imin}} = di + ei = 52 + (-0,74) = 51,16 \text{ мм},$$

- минимальный внутренний диаметр шлицевой поверхности.

Допуск на размер считается по отклонениям

$$\Delta = es - ei = 0 - (-0,74) = 0,74 \text{ мм} .$$

Расчет ширины шлица:

$$b = b_{\min} + 0,25\Delta = 9,972 + 0,25 \cdot 0,015 = 9,976 \text{ мм} , \quad (5.3)$$

Где b_{\min} - наименьшая ширина паза шлица, мм.

Расчет радиуса начальной окружности шлицевой поверхности ведется по формуле вала:

$$R = \sqrt{R_{\phi}^2 - 0,75 \frac{b^2}{4}} = \sqrt{28,96^2 - 0,75 \frac{9,976^2}{4}} = 28,63 \text{ мм} . \quad (4.4)$$

Угол у шлица считается

$$\sin \gamma = \frac{b}{2R} = \frac{9,976}{2 \cdot 28,63} = 0,174 = 10^\circ . \quad (4.5)$$

Высота у профиля шлицевой фрезы находится как

$$h = R - r_1 = 28,63 - 26,675 = 2,96 \text{ мм} . \quad (4.6)$$

Скорректируем радиус у начальной окружности шлицев

$$R = \frac{b}{2 \cdot \sin \gamma} = \frac{9,976}{2 \cdot \sin 10^\circ} = 28,72 \text{ мм} . \quad (4.7)$$

Найдем координаты у центра замещающей окружности как

$$y_0 = R \cdot 0,137921 = 3,961 \text{ мм};$$

$$x_0 = R \cdot 0,52912 = 15,196 \text{ мм}.$$

Собственно радиус у заменяющей окружности находится по формуле

$$r_0 = R \cdot 0,5468 = 15,7 \text{ мм}.$$

Определим отклонение у профиля как

$$p = R \cdot 0,0004 = 0,011 \text{ мм}.$$

Шаг профиля по нормали определяется по формуле

$$t = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{z} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 28,72}{8} = 22,56 \text{ мм} \quad (4.8)$$

Толщина у профиля зуба шлицевой червячной фрезы по начальной прямой находится как

$$S = 2 \cdot R \cdot \left(\frac{\pi}{z} - \gamma^\circ \cdot 0,017453 \right) = 2 \cdot 28,72 \cdot \left(\frac{3,14}{6} - 10^\circ \cdot 0,017453 \right) = 20,06 \text{ мм} \quad (4.9)$$

Угол шлица у основания:

$$\sin \gamma_i = \frac{b}{d_i} = \frac{9,976}{51,35} = 0,194 = 11^\circ 6', \quad (4.9)$$

$$\cos \gamma_i = 0,969.$$

Угол обкатки для обработки нижней точки шлица по окружности

$$\cos \alpha_1 = \frac{r_1 \cdot \cos \gamma_1}{R} = \frac{25,75 \cdot 0,969}{28,72} = 0,869 = 49^\circ 47'.$$

$$\sin \alpha_1 = 0,76.$$

Высота у профиля зуба фрезы до вершины усика находится как

$$h_y = R \cdot \sin \alpha_1 (\sin \alpha_1 - \sin \gamma) = 28,72 \cdot 0,76 \cdot (0,76 - 0,174) = 12,79 \text{ мм}.$$

Величина врезания у фрезы во внутреннюю окружность:

$$\Delta R = R - r_1 - h_y = 28,72 - 25,75 - 12,79 = -9,82 \text{ мм}$$

Конструктивные параметры у фрезы принимаем по ГОСТ 8027-86:

$D_{eu} = 90 \text{ мм}$ - Наружный диаметр фрезы;

$L = 80 \text{ мм}$ - Длина фрезы;

$d = 32 \text{ мм}$ - Внутренний диаметр фрезы;

$z_u = 14$ - Число зубьев фрезы;

$k = 6 \text{ мм}$ - Величина падения затылка.

Падение затылка со шлифованным профилем

$$K_1 = (1,2 \div 1,5)K = 1,3 \cdot 6 = 7,8 \text{ мм}.$$

Глубина стружечной канавки фрезы:

$$H = h + \frac{K + K_1}{2} + \left(\div 2 \right) \cong 2,96 + \frac{6 + 7,8}{2} + 2 = 11,86 \text{ мм}.$$

Размер фаски от начальной прямой L_c

$$L_c = \frac{D_\phi - R \cdot 2}{2} = \frac{57,91 - 28,72 \cdot 2}{2} = 0,235 \text{ м}$$

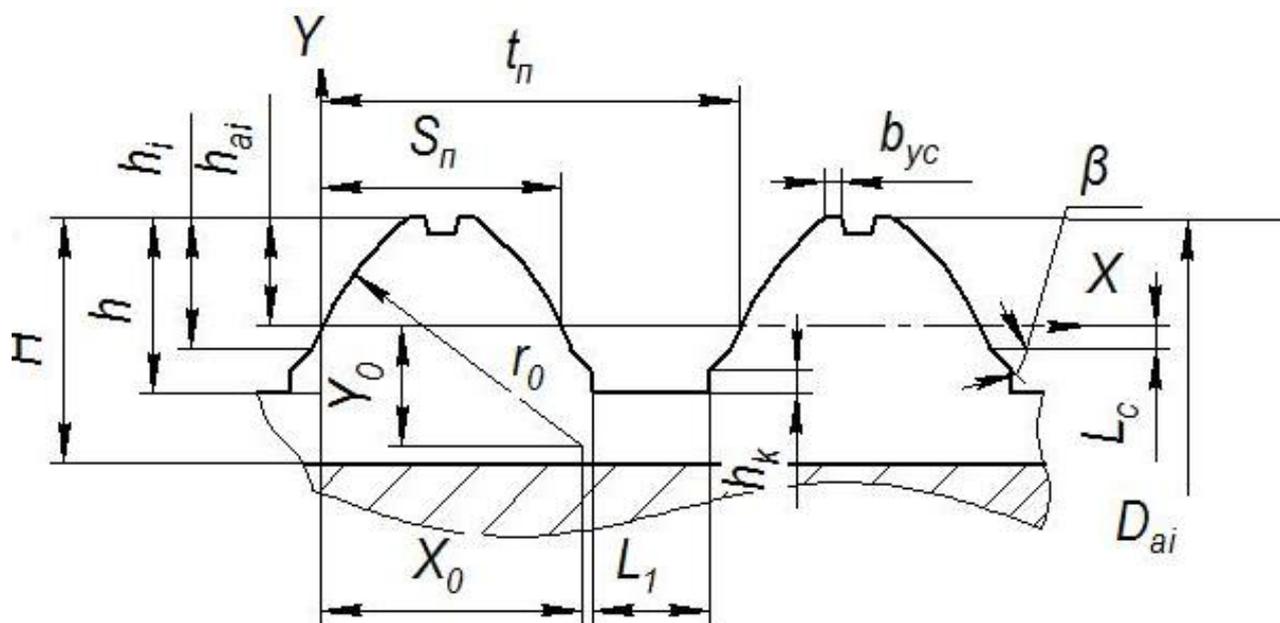


Рисунок 4.1 Размеры зуба червячной шлицевой фрезы в нормальном сечении с усиками

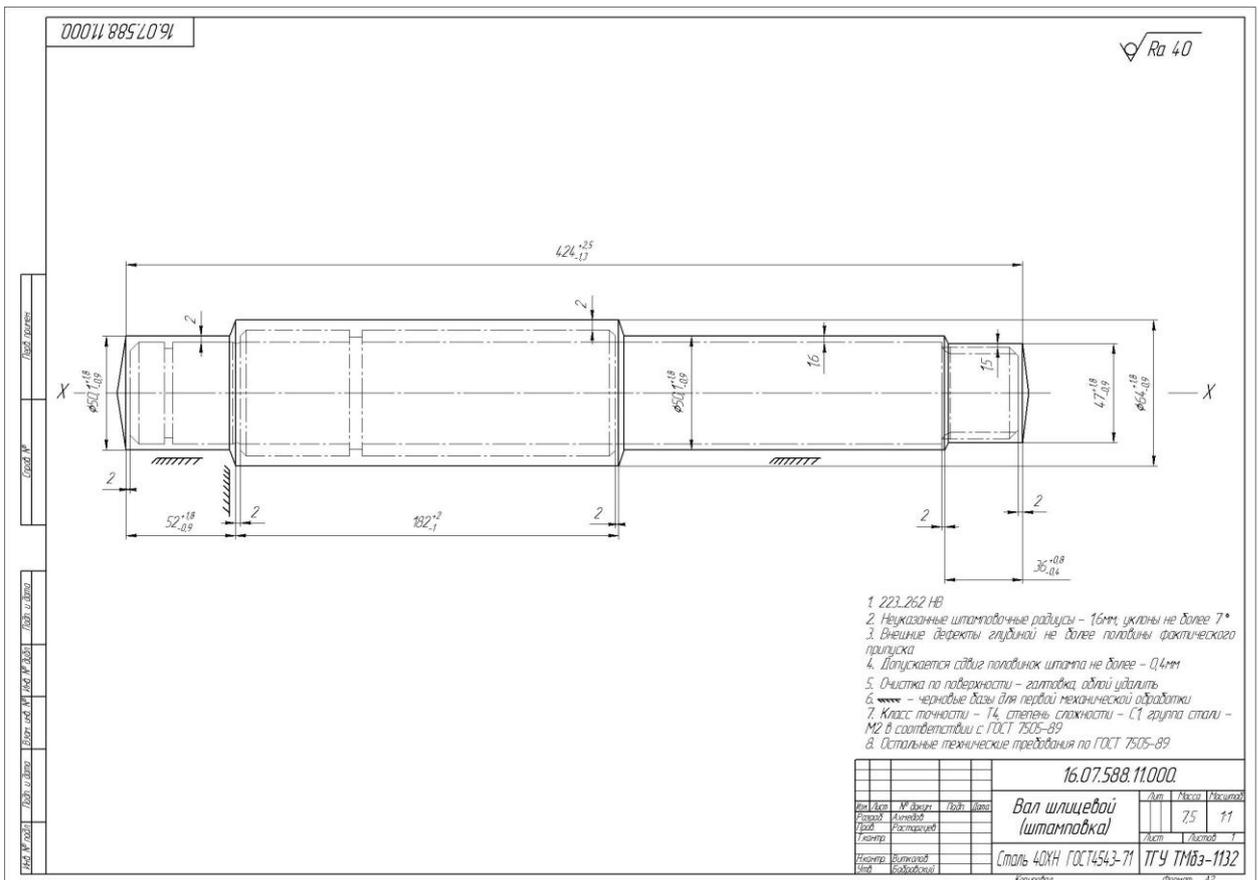


Рисунок 5.2 Заготовка шлицевого вала

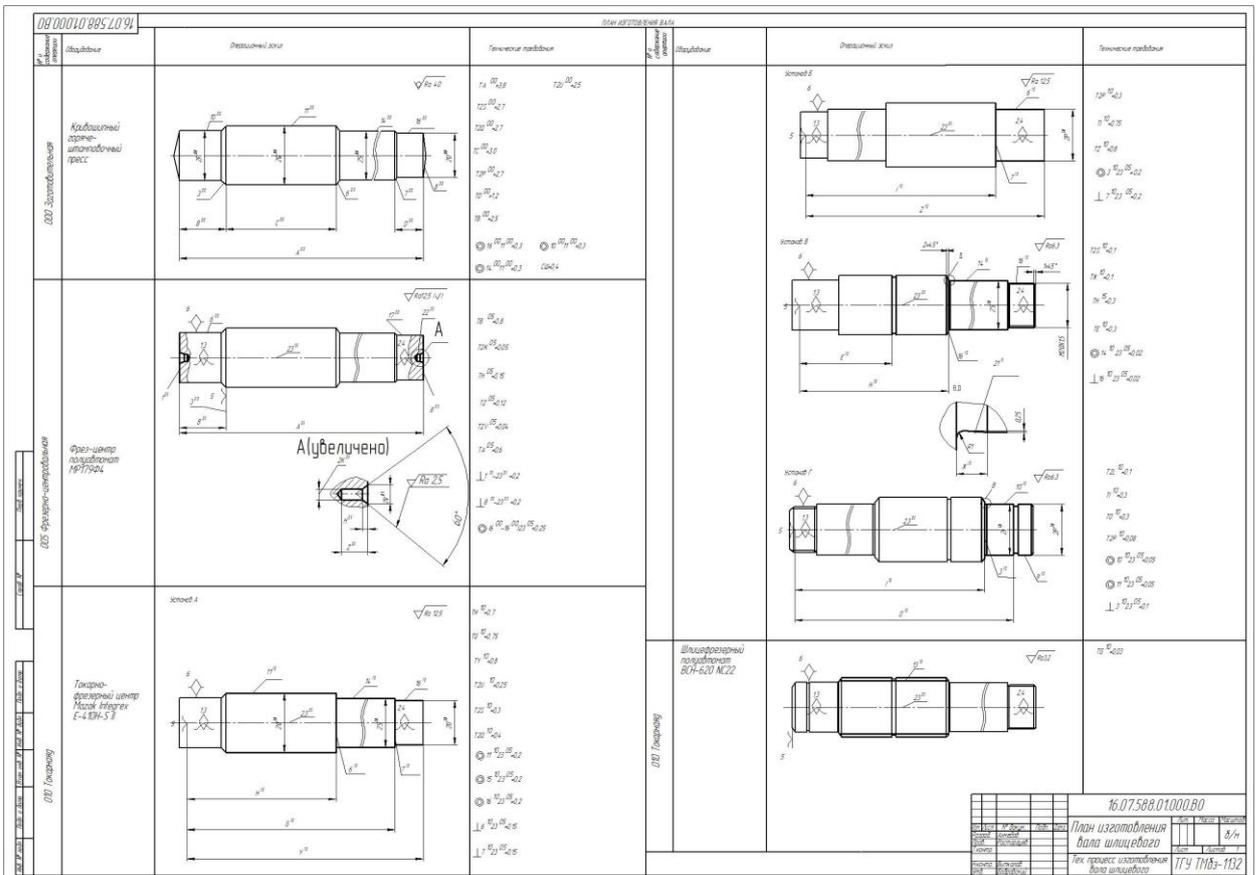


Рисунок 5.3 План изготовления шлицевого вала (часть 1)

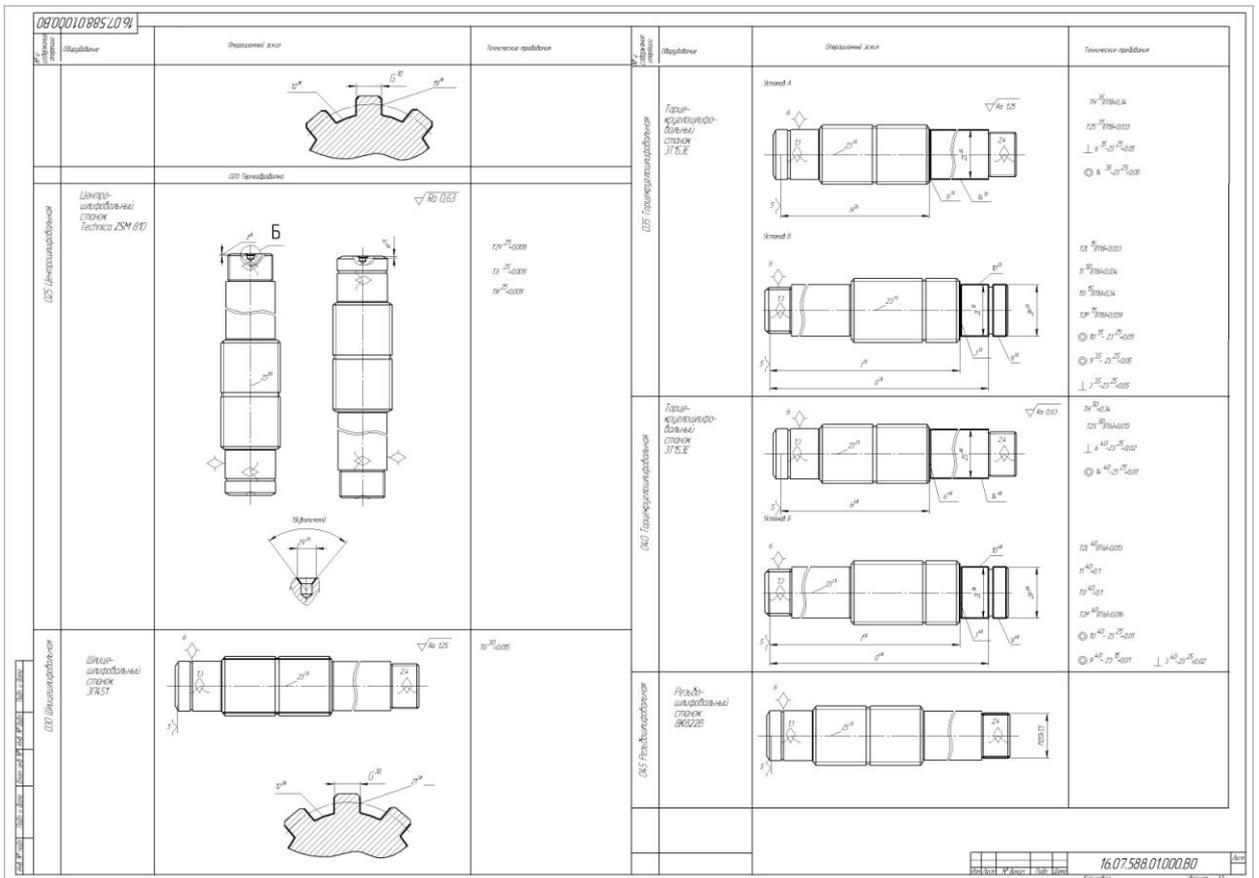


Рисунок 5.4 План изготовления шлицевого вала (часть 2)

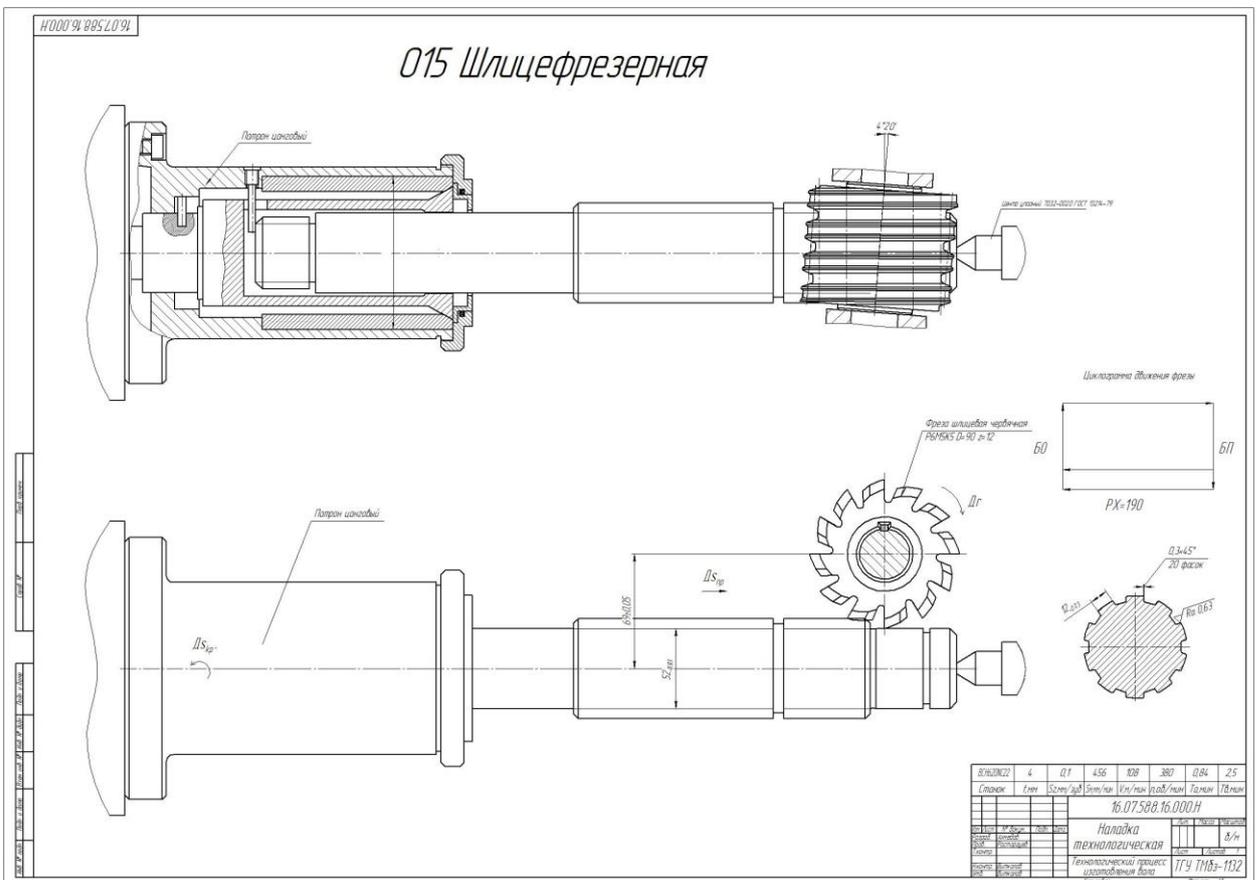


Рисунок 5.5 Наладка на шлицефрезерную операцию

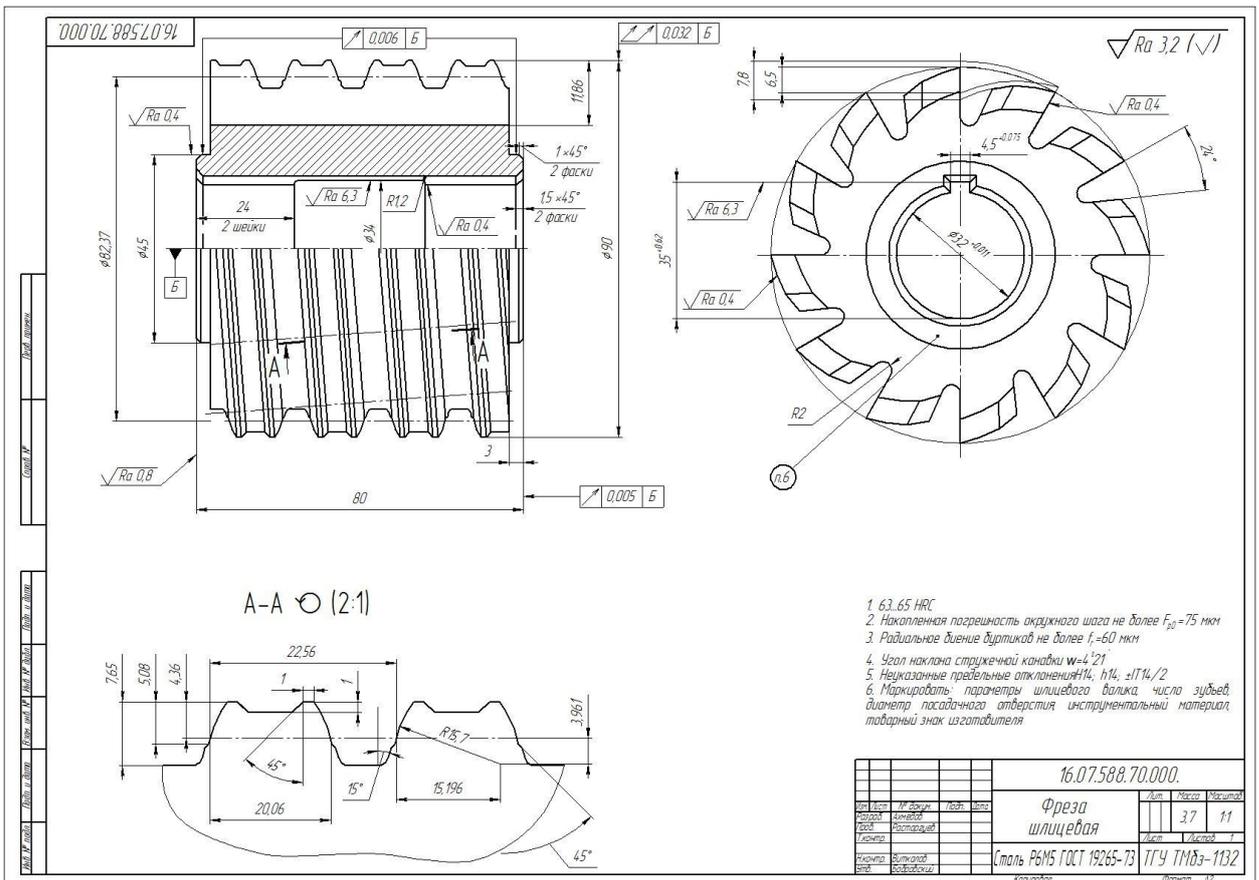


Рисунок 5.6 Шлицевая червячная фреза

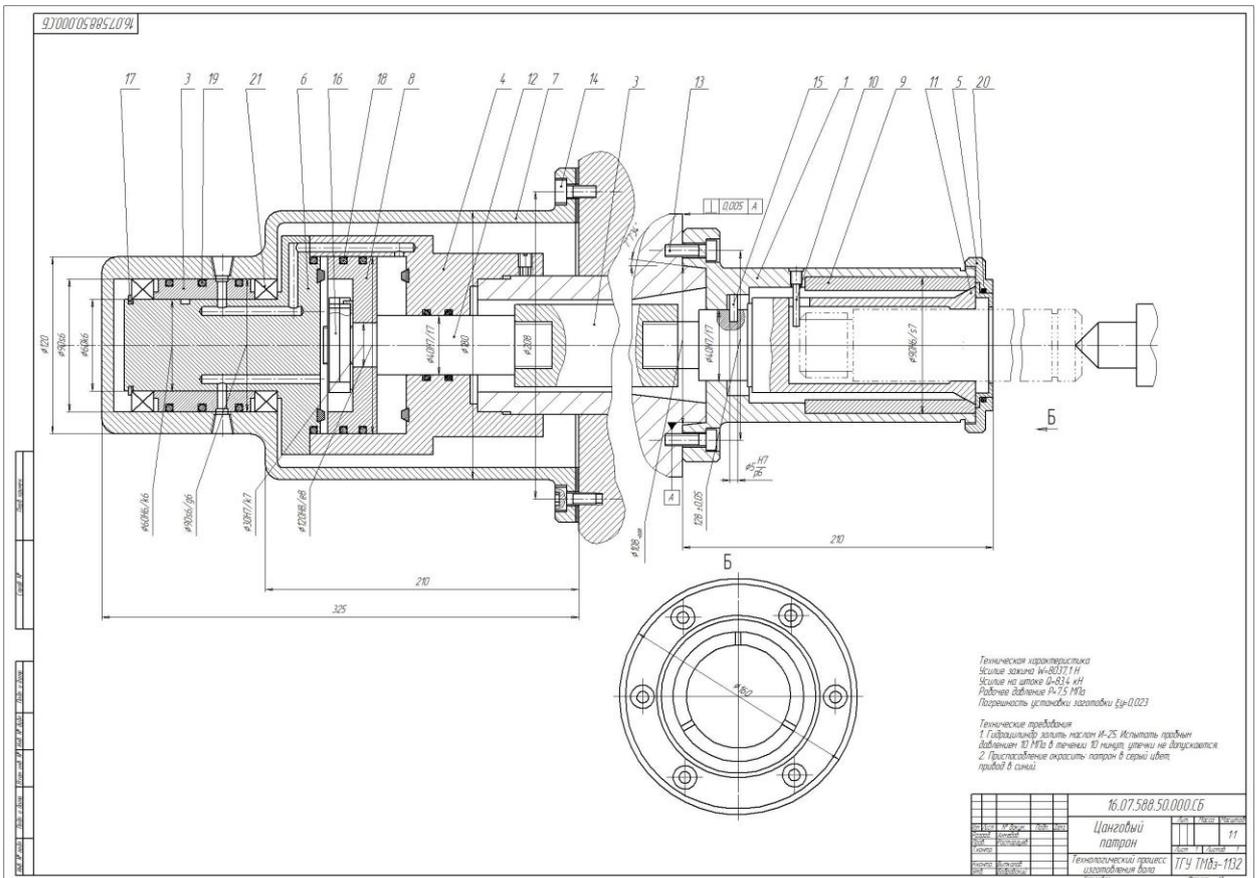


Рисунок 5.7 Цанговый патрон для шлицефрезерной операции

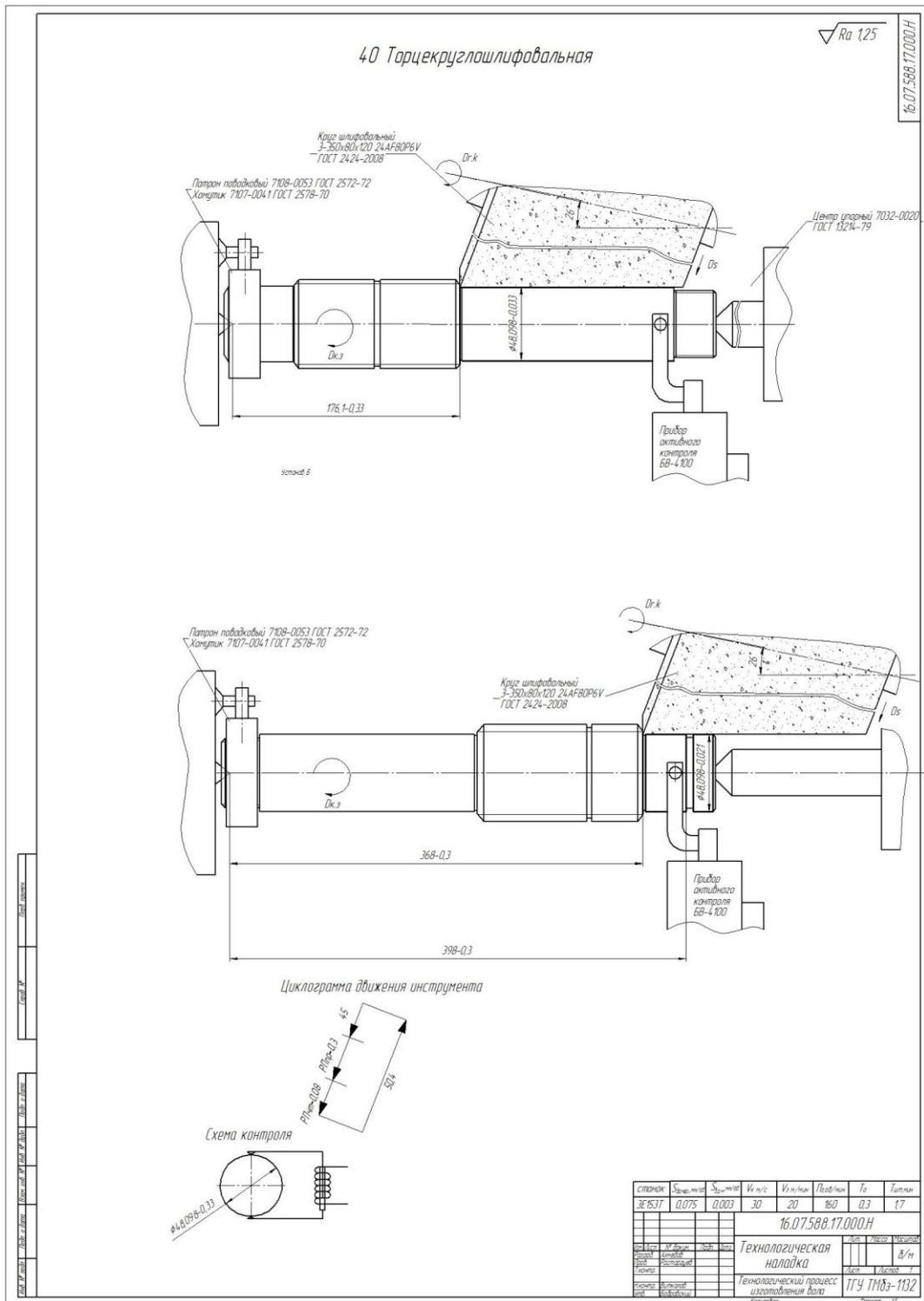


Рисунок 5.8 Наладка ка шлифовальную операцию

6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Таблица 6.1 - Технологический паспорт объекта

№ оп	Наименование операции	Вид выполняемых работ	Наименование должности работника	Оборудование	Материалы вещества
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная	Штамповка	Штамповщик	Кривошипно - штамповочный пресс, печь	Графитовая смазка,
005	Фрезерно-центровальная	Фрезерование, сверление	Оператор станков с ЧПУ	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР179Ф4	Фреза торцовая, сверло, СОЖ, ветошь
010	Токарная черновая	Точение	Оператор станков с ЧПУ	Токарно-фрезерный центр Mazak Integrex E-410H-S II	Резцы, СОЖ, ветошь
015	Шлицефрезерная	Нарезка зубьев шлицев	Зуборезчик	Шлицефрезерный полуавтомат ВСН-620 NC22	Фреза шлицевая, СОЖ, ветошь
020	Термическая	Закалка	Термист	печь	Масло для охлаждения
025	Центрошлифовальная	Шлифование	Шлифовщик	Центро – шлифовальный станок Technica ZSM 810	Абразивный инструмент; СОЖ
030	Шлицешлифовальная	Шлифование черновое	Шлифовщик	Шлицешлифовальный станок ЗП451	Абразивный инструмент; СОЖ
035	Торцекруглошлифовальная	Шлифование чистовое	Шлифовщик	Торцекруглошлифовальный станок ЗТ153Е	Абразивный инструмент; СОЖ

Продолжение таблицы 6.1

1	2	3	4	5	6
040	Торцекруглошлифовальная	Шлифование чистовое	Шлифовщик	Торцекруглошлифовальный станок 3Т153Е	Абразивный инструмент; СОЖ
045	Резьбошлифовальная	Шлифование чистовое	Шлифовщик	Резьбошлифовальный станок 2К822В	Абразивный инструмент; СОЖ
045	Моечная	Мойка	Мойщик	Моечная машина	Моющие средства
050	Контрольная	Измерение	Контролер	Контрольный стол	

Таблица 6.2 - Идентификация профессиональных рисков

№ оп	Наименование операции	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
1	2	3	4
000 020	Заготовительная Термическая	движущиеся механизмы и их незащищенные подвижные части; передвигающиеся изделия, заготовки; разрушающиеся конструкции; повышенная запыленность, загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная температура поверхностей оборудования и материалов; повышенная температура рабочей зоны; повышенные уровни шума, вибрации; динамические перегрузки; монотонность труда.	Оборудование (печи, пресс, охлаждающая ванна), заготовка.

Продолжение табл.6.2

1	2	3	4
010,015 025-040	Токарная, шлицефрезерная, шлифовальные	движущиеся машины и механизмы, и их незащищенные подвижные части; повышенная запыленность, загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенная температура рабочей зоны; повышенные уровни шума, вибрации; повышенные значения напряжения в электрической цепи; острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования; недостаточная освещенность рабочей зоны; токсические химические вещества; статические перегрузки; динамические перегрузки; перенапряжение анализаторов; монотонность труда.	Станки, оснастка, заготовка, рабочая зона
040	Моечная	Высокие влажность и скорость движения воздуха; движущиеся машины и механизмы, и их незащищенные подвижные части; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенная температура рабочей зоны; высокое напряжение электрической цепи.	Испарения, транспортер моечный, моечная камера

Таблица 6.3 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

№	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Движущиеся механизмы и их незащищенные подвижные части;	Защитный экран рабочей зоны оборудования; защитные ограждения и указатели опасной зоны около оборудования	Специальная одежда
2	Передвигающиеся изделия, заготовки	Защитный экран рабочей зоны оборудования; виброизоляция оборудования.	Защитные очки; спец. одежда
3	Разрушающиеся конструкции.	Защитный экран рабочей зоны оборудования; виброизоляция оборудования.	-
4	Повышенная запыленность, загазованность воздуха рабочей зоны; токсические химические вещества	Система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха; система охлаждения активных органов оборудования и зоны обработки	Специальная одежда респиратор.
5	Повышенная температура поверхностей оборудования и материалов; повышенная температура рабочей зоны	Полив СОЖ в зону обработки; защитный экран рабочей зоны оборудования; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха	Специальная одежда

1	2	3	4
6	Статические перегрузки; динамические перегрузки; перенапряжение анализаторов; монотонность труда	Соблюдение санитарно-гигиенических норм режима труда и отдыха.	
7	Высокая влажность и скорость движения воздуха.	Система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха	Специальная одежда (резиновые перчатки, фартук).
8	Недостаточная освещенность рабочей зоны	Правильная организация общего и локального освещения	-

Таблица 6.4 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

№	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Прессовое производство и механический цех	Пресс, шлицефрезерный, токарный, шлифовальные станки	В, Е	Пламя и искры; тепловой поток	осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок;
3	Термический цех		В, Е	Пламя и искры; тепловой поток	вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов

Таблица 6.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности. Первичные средства пожаротушения

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизованный и немеханизованный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Воздушно-пенный огнетушитель ОВП(Н, С)-100(з)	Передвижные воздушно-пенные огнетушители	Пенная система пожаротушения	Системы передачи и извещения о пожаре	Гидрант пожарный	Респиратор, очки, спецодежда	Шит пожарный ЦП-Б	Локальное оповещение

Таблица 6.6 - Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Металлорежущие станки, пресовое оборудование	организация обучения работающих мерам пожарной безопасности на производстве; реализация требований норм и правил пожарной безопасности, разработка для каждого объекта, а также	Внутренний противопожарный водопровод должен обеспечивать нормативный расход воды для тушения пожаров в зданиях, сооружениях и строениях.
Печь, охлаждающая ванна	отдельно для каждого пожаровзрывоопасного и пожароопасного помещения категории В1 производственного и складского назначения, инструкций о мерах пожарной безопасности в соответствии с требованиями нормативных документов по	Вытяжная противодымная вентиляция должна обеспечивать удаление продуктов горения при пожаре непосредственно из помещения пожара, коридоров и холлов на путях

	<p>пожарной безопасности.</p> <ul style="list-style-type: none"> - изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности; - разработку мероприятий по действиям администрации, рабочих, служащих на случай возникновения пожара и организацию эвакуации людей; - работу по профилактике и предупреждению пожаров. 	<p>эвакуации. Размеры зон оповещения, специальная очередность оповещения людей о пожаре и время начала оповещения людей о пожаре в отдельных зонах должны быть определены исходя из условия обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре.</p>
--	--	--

Таблица 6.7 - Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие технического объекта на атмосферу	Воздействие технического объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу
Техпроцесс изготовления вала	Печь, ванна	Пыль, токсичные испарения,	Охлаждающее масло	Окалина
	Металлорежущие станки	Пыль, токсичные испарения,	СОЖ, моющие средства	Стружка, ветошь

Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта		
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	по	Рукавный фильтр РЦИЭ-НЗ
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	по	Для очистки технической воды – фильтр механический, отстойник, флотомашина. Утилизация СОЖ марки Модус-МС – на специализированных пунктах
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	по	Утилизация (сжигание), переплавка (стружка)

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления вала шлицевого, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия (таблица 6.1).

2. Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления вала шлицевого, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: движущиеся механизмы и их незащищенные подвижные части; передвигающиеся изделия, заготовки; разрушающиеся конструкции;

повышенная запыленность, загазованность воздуха рабочей зоны; токсические химические вещества; повышенная температура поверхностей оборудования и материалов; повышенная температура рабочей зоны; статические перегрузки; динамические перегрузки; перенапряжение анализаторов; монотонность труда; высокая влажность и скорость движения воздуха; недостаточная освещенность рабочей зоны.

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно защитные ограждения и указатели опасной зоны около оборудования; защитный экран рабочей зоны оборудования; виброизоляция оборудования; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха; система охлаждения активных органов оборудования и зоны обработки; полив СОЖ в зону обработки; соблюдение санитарно-гигиенических норм режима труда и отдыха; правильная организация общего и локального освещения. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 6.3).

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 6.4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 6.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 6.6).

5. Идентифицированы экологические факторы (таблица 6.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 6.8).

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

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

Рассмотрим предлагаемые совершенствования на предмет экономической обоснованности внедрения изменений в ТП изготовления детали. Подробная информация, касающаяся технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому считаем необходимым указать только отличия между вариантами процесса изготовления детали.

Базовый вариант.

Операция 015 – Шлицефрезерная. Предполагает выполнение операции на шлицефрезерном полуавтомате, модель ВСН-620 NC22. Закрепление заготовки обеспечивается цанговым патроном и центром упорным. Получение заданных поверхностей обеспечивают фреза шлицевая, P6M5.

Проектный вариант.

Операция 015 – Шлицефрезерная. Предполагает выполнение операции на шлицефрезерном полуавтомате, модель ВСН-620 NC22. Закрепление заготовки обеспечивается цанговым патроном и центром упорным. Получение заданных поверхностей обеспечивают фреза шлицевая с упроченной режущей частью, P6M5K5.

Представленные изменения позволяют сократить трудоемкость выполнения описанной операции, и получить следующие значения:

- штучное время: базовый вариант – 3,2 мин., проектный вариант – 2,5 мин.;
- основное время: базовый вариант – 1,4 мин., проектный вариант – 0,84 мин.

Представив краткое описание предлагаемых изменений, рассчитаем капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса, для этого будем использовать специальную методику, согласно которой данная величина составляет $K_{ВВ.ПП} = 21830,83$ руб. Эти денежные средства потребуются нам на приобретение нового инструмента и затрат, связанных с проектированием технологического процесса.

Далее согласно методике, определим технологическую себестоимость, которая зависит от материала заготовки, заработной платы, начисления на нее и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. Учитывая то, что метод получения заготовки и ее материал по вариантам не изменились, поэтому расчет технологической себестоимости будем осуществлять без затрат на материал, т.к. эти значения существенного влияния на конечный результат не окажут. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали «Шлицевой вал коробки скоростей» по сравниваемым вариантам представлена на рисунках 7.1 и 7.2.

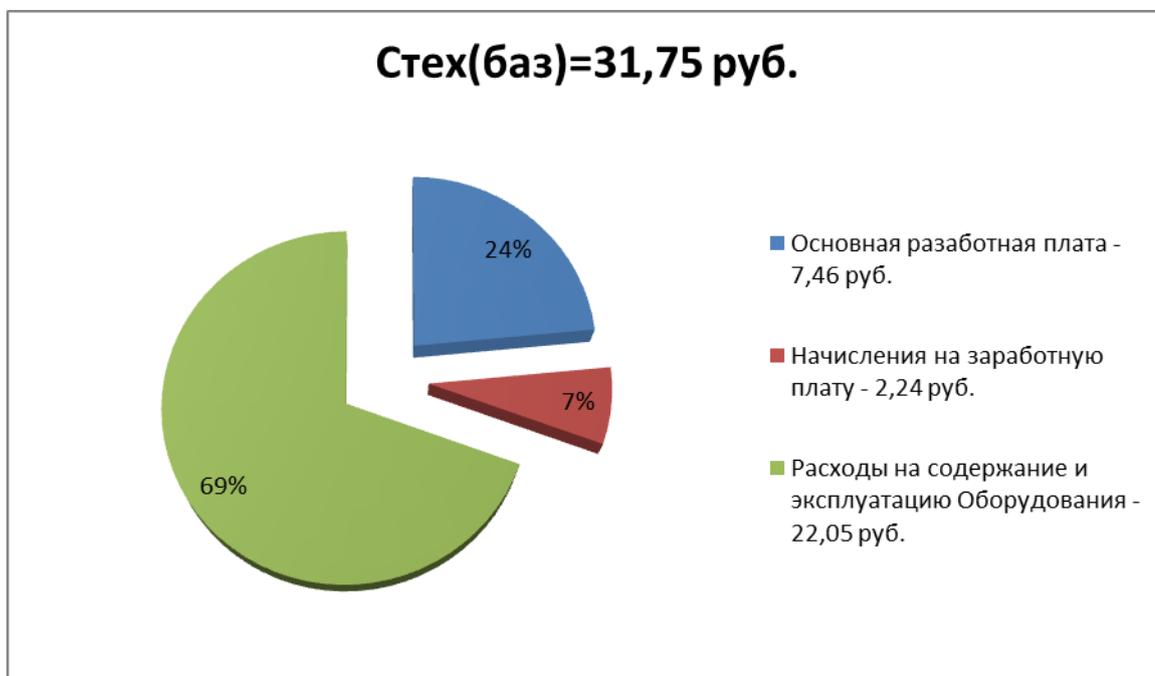


Рис. 7.1 Структура технологической себестоимости выполнения операции 015 – Шлицефрезерная, по базовому варианту

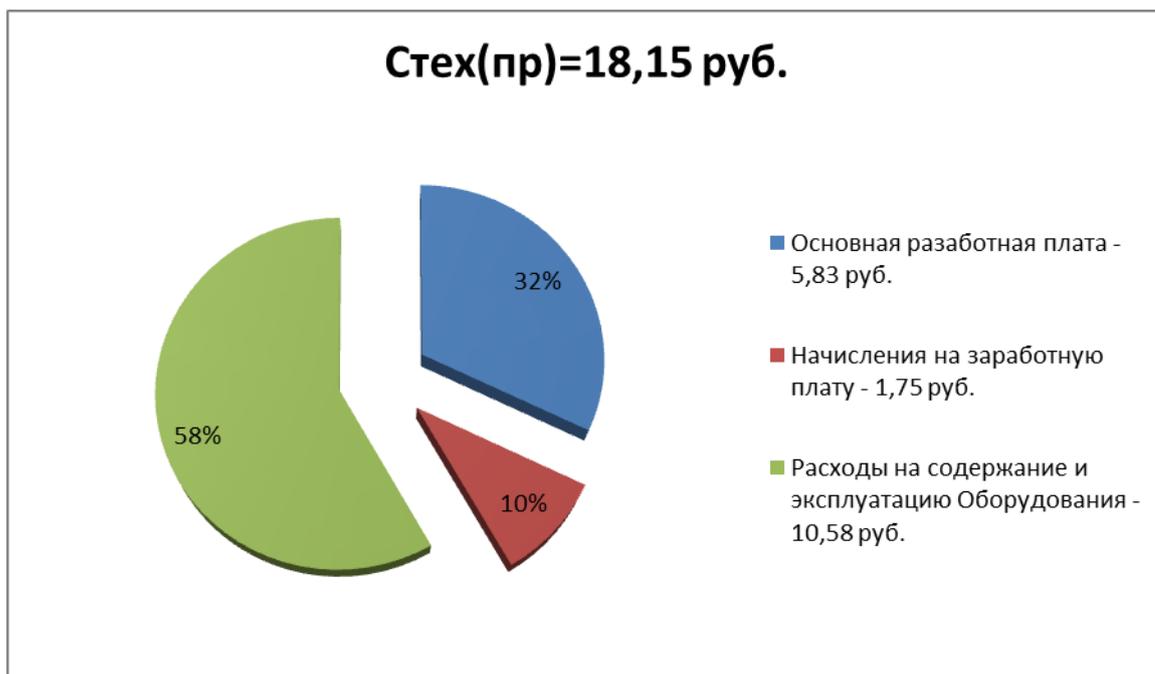


Рис. 7.2 Структура технологической себестоимости выполнения операции 015 – Шлицефрезерная, по проектному варианту

На базе полученных данных и с применением методики составления калькуляции полной себестоимости мы рассчитываем ее значения для выполнения операции 015. Согласно расчетам по базовому варианту полная себестоимость без учета затрат на материал, как обосновывалось ранее, составила 59,07 руб.; а по проектному варианту – 39,47 руб.

Далее проведем экономическое обоснование предложенных изменений. Для этого будем использовать методику расчета показателей экономической эффективности, согласно которой мы получаем следующие данные.

$$P_{P.OЖ} = \Delta_{УГ} = (C_{ПОЛ.БАЗ} - C_{ПОЛ.ПР}) \cdot P_{Г} \text{ руб.} \quad (7.1)$$

$$P_{P.OЖ} = \Delta_{УГ} = (59,07 - 39,47) \cdot 500 = 9800 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = P_{P.OЖ} \cdot K_{НАЛ} \text{ руб.} \quad (7.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 9800 \cdot 0,2 = 1960 \text{ руб.}$$

$$P_{P.ЧИСТ} = P_{P.OЖ} - H_{ПРИБ} \text{ руб.} \quad (7.3)$$

$$P_{P.ЧИСТ} = 9800 - 1960 = 7840 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{ВВ.ПР}}}{P_{\text{Р.ЧИСТ}}} + 1, \text{ года} \quad (7.4)$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{21830,83}{7840} + 1 = 3,79 = 4 \text{ года}$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = P_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = \sum_1^T P_{\text{Р.ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (7.5)$$

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = P_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 7840 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,1)^1} + \frac{1}{(1+0,1)^2} + \frac{1}{(1+0,1)^3} + \frac{1}{(1+0,1)^4} \right) =$$

$$= 24844,96 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} \text{ руб.} \quad (7.6)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 24844,96 - 21830,83 = 3014,13 \text{ руб.}$$

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} \text{ руб./руб.} \quad (7.7)$$

$$\text{ИД} = \frac{24844,96}{21830,83} = 1,14 \text{ руб./руб.}$$

Предлагаемые изменения по шлицефрезерной операции 015 технологического процесса изготовления детали «Шлицевой вал коробки скоростей», можно считать экономически обоснованными. Данное заключение делаем основываясь, во-первых, на том, что достигнуто снижение себестоимости выполнения данной операции на 33,17%. А во вторых, интегральный экономический эффект от изменений, согласно расчетам, составил 3014,13 руб., что также свидетельствует об эффективности проекта. Кроме того окупаемость вложенных средств будет достигнута в течение 4 лет, что тоже подтверждает наше заключение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате спроектированного технологического процесса изготовления вала шлицевого с предлагаемыми изменениями по шлицефрезерной операции 015 получено снижение себестоимости выполнения данной операции на 33,17%. Разработана технологическая документация. На шлицефрезерную операцию разработаны приспособление и инструмент.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Косилова А.Г. [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
3. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч.Т.1/ Мягков В.Д. [и др.]. - Л.: Машиностроение, 1982. – 543 с.
4. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов/ Ю.В. Барановский. - М.: Машиностроение, 1972. - 409 с.
5. Суслов А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - М. : Машиностроение, 2007. - 429 с.
6. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения./А.Ф. Горбацевич, Шкред В.А. - Минск, "Высш. Школа", 1983 - 256 с.
7. Мычко В. С. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов вузов / В. С. Мычко. - Минск: Высшэйшая школа, 2011. - 382 с.
8. Михайлов А.В., Расторгуев Д.А. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства/ А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев. - Тольятти: ТГУ, 2003. – 160 с.
9. Проектирование и производство заготовок : учеб. для вузов / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин, А. В. Макаров. - 3-е изд., перераб. и доп. ; Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2009. - 447 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Косилова А.Г. [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
11. 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.

12. Гусев А.А. Технология машиностроения (специальная часть)/ А.А. Гусев, М.: Машиностроение, 1986. – 480 с.

13. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. Для студ. Вузов, обуч. По спец. 151001 напр. «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. Производств» / А. А. Маталин. – Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. – СПб. [и др.] : Лань, 2010. – 512 с.

14. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.

15. Обработка металлов резанием : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с.

16. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / Ю. А. Абрамов [и др.] ; под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1985. - 495 с.

17. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 604с.

18. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.2/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 656с.

19. Кузнецов Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник/ Ю.И. Кузнецов [и др.] – М.: Машиностроение, 1983. – 359с.

20. Ординарцев И.А. Справочник инструментальщика/И.А. Ординарцев [и др.]. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846с.

21. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч.Т.2/ Мягков В.Д. [и др.]. - Л.: Машиностроение, 1982. – 543 с.

22. Марков Н.Н., Граневский Г.М. Конструкция, расчет и эксплуатация измерительных инструментов и приборов./ Н.Н. Марков, Г.М. Граневский – М.: Машиностроение, 1981. –367с.

23. Инструментальные материалы : учеб.пособие для вузов / Г. А. Воробьева [и др.]. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Политехника, 2005. - 267 с.

24. Чиченев, Н.А. Лазерное упрочнение технологического инструмента обработки металлов давлением. Монография [Электронный ресурс] : монография / Н.А. Чиченев, С.А. Иванов, С.М. Горбатюк [и др.]. — Электрон.дан. — М. : МИСИС, 2013. — 166 с.

25. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений/В.А.Горохов – Мн.: Высш. школа, 1986. – 238с.

26. Кирсанов Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металорежущих инструментов/Г.Н. Кирсанов. – М.: Машиностроение, 1986. – 288с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Разраб.	Ахмедов				ТГУ кафедра ОиТМП													
Провер.	Расторгуев																	
Утв.	Бобровский				Вал шлицевой										ВК			
Н. контр.	Виткалов														Р			
M01	Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71																	
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ.	Код загот.	Профиль и размеры				КД	МЗ				
	12		166	6,3	1	1	0,64	24	Ø64×424				1	7,9				
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.			
A03	XX	XX	XX	000	Заготовительная										1			
B04	XX	XX			штамповка													
05																		
A06	XX	XX	XX	005	4269 Фрезерно-центровальная													
B07	Фрезерно-центровальный станок МР179Ф4				2	18632	22	1Р	1	1	1	35	1	15	2,6			
008	Фрезеровать торцы; сверлить два центровых отверстия																	
009																		
T10	396131Тиски ГОСТ 21168-75 7200-0253 ; 391830Торцовая насадная фреза сборная Т15К6ГОСТ 26595-85D=80; 391290 Сверло центровочное комбинированное типа																	
T11	А 2317-0108 ГОСТ 14952-75; 393311 Штангенциркуль ШЦ-111 ГОСТ 166-80																	
12																		
A13	XX	XX	XX	010	4110 Токарная													
B14	381101 Токарно-фрезерный Mazak Integrex E-410H-S II				2	15292	22	1Р	1	1	1	35	1	20	6,4			
O15	Точить пов. выдерживая размеры согласно эскиза																	
O16																		
T17	396110 Патрон Трехкулачковый патрон ПЗКП-315Ф8.950; 392871 Центр вращающийся усиленный 7032-4114; 392110 Токарный контурный резец Т5К10 ГОСТ																	
18	18880-73 25x25x150; 392110 Токарный контурный резец Т15К6 ГОСТ 18880-73 25x25x150 393311 Штангенциркуль ШЦ-111 ГОСТ 166-80; 393410 Микрометр																	
19																		
A20	XX	XX	XX	015	4153 Шлицефрезерная													
B21	381572 Шлицефрезерный полуавтомат ВСН-620 NC22				2	12287	22	1Р	1	1	1	35	1	43	2,5			
O22	Фрезеровать шлицы,выдерживая размеры согласно эскиза																	
T 23	396171 Цанговый патрон; 392871 Центр упорный 7032-0020 ГОСТ 13214-79 391814 Фреза шлицевая Р6М5К5 D80 393610 Шаблон ГОСТ 2534-79																	
24																		
25																		
26																		
МК																		

А	Цех.	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Б	Код, наименование оборудования															
A01	XX	XX	XX	020	Термообработка											
02																
03																
04																
07																
A08	XX	XX	XX	025	4112 Центрошлифовальная											
B09	381317 Центро – шлифовальный станок Technica ZSM 810					2	18873	22	1P	1	1	1	35	1	30	1,9
O10	Шлифовать пов, выдерживая размеры согласно эскиза															
11																
T12	396131Тиски ГОСТ 21168-75 7200-0253; 391730 Шлифовальный кругEW10x25 24AF100 O6VГОСТ 2424-2008; 393610 Шаблон															
13																
14																
A15	XX	XX	XX	030	4151 Шлицешлифовальная											
B16	381561 Шлицешлифовальный станок ЗП451					2	12290	22	1P	1	1	1	335	1	30	7,1
O17	Шлифовать пов, выдерживая размеры согласно эскиза															
T18	391681 Патрон поводковый 7108-0053 ГОСТ 2572-72; 391681 Хомутик 7107-0041 ГОСТ 2578-70; 392871 Центр упорный 7032-0020 ГОСТ 13214-79;															
T19	397130 3 350x80x120 24A F40M5V ГОСТ 2424-2008; 393110 Комплексные калибры скобы ГОСТ 7951-79															
20																
A21	XX	XX	XX	035	4131 Торцекруглошлифовальная											
B22	381311 Торцекругло- шлифовальный станок ЗТ153Е					2	18873	22	1P	1	1	1	35	1	20	1,7
O23	Шлифовать пов, выдерживая размеры согласно эскиза															
T24	391681 Патрон поводковый 7108-0053 ГОСТ 2572-72; 391681 Хомутик 7107-0041 ГОСТ 2578-70; 392871 Центр упорный 7032-0020 ГОСТ 13214-79;															
25	397130 3 350x80x120 24A F80P6V ГОСТ 2424-2008; 393410 Микрометр рычажный МР0-25 мм															
A21	XX	XX	XX	040	4131 Торцекруглошлифовальная											
B22	381311 Торцекругло шлифовальный станок ЗТ153Е					2	18873	22	1P	1	1	1	35	1	20	1,9
O23	Шлифовать пов, выдерживая размеры согласно эскиза															
T24	391681 Патрон поводковый 7108-0053 ГОСТ 2572-72; 391681 Хомутик 7107-0041 ГОСТ 2578-70; 392871 Центр упорный 7032-0020 ГОСТ 13214-79;															
T25	397130 3 350x80x120 24A F80P6V ГОСТ 2424-2008; 393410 Микрометр рычажный МР0-25 мм															
A26	XX	XX	XX	045	4135 Резьбошлифовальная											
B27	3813Резьбошлифовальный станок 2К822В					2	17003	22	1P	1	1	1	35	1	20	3,1
O28	Шлифовать пов. выдерживая размер согласно эскиза															
T29	391681 Патрон поводковый 7108-0053 ГОСТ 2572-72; 391681 Хомутик 7107-0041 ГОСТ 2578-70; 392871 Центр упорный 7032-0020 ГОСТ 13214-79;															
T30	3971301 350x80x120 24A F80P6V ГОСТ 2424-2008 393140 Резьбовой калибр ГОСТ 18107-72															
МК																

Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
А01															
Б02															
06															
Г 07															
Г 08															
09															
10															
А11	XX	XX	XX	045	Моечная										
Б12	XX	XX	Камерная моечная машина												
13															
А14	XX	XX	XX	050	Контрольная										
Б15	Контрольный стенд				2		22	1Р	1	1	1	35	1		
О16															
МК															

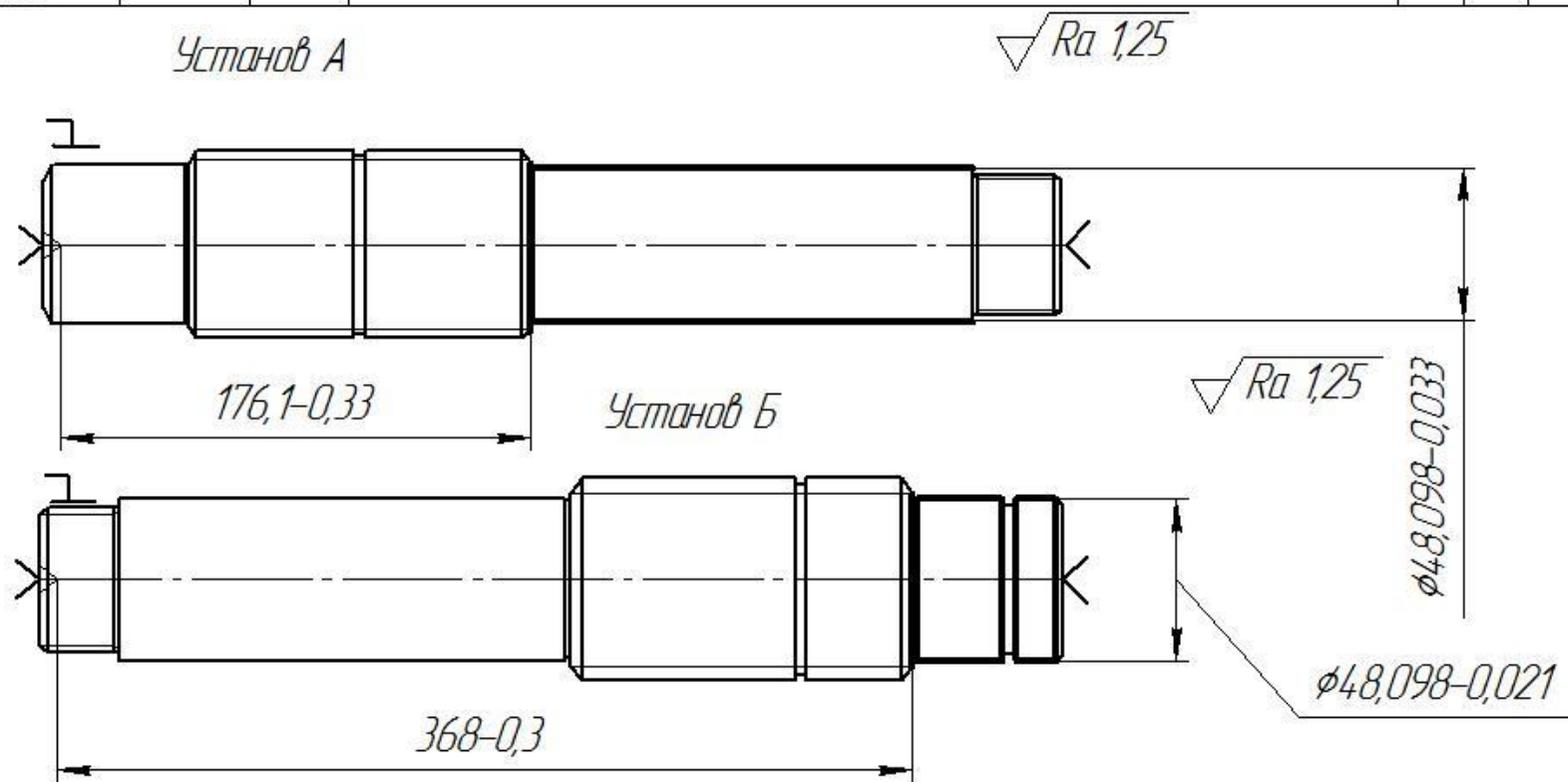
Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.	Ахмедов			ТГУ																
Пров.	Расторгуев																			
Н. Контр.	Виткалов				Вал										Цех	Уч.	РМ	Опе	035	
Наименование операции				Материал			твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД					
4131 Торцекруглошлифовальная				Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71			240НВ	166	38	64x424				7,5	1					
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ									
381311 Торцекругло шлифовальный станок 3Т153Е				-			0,31	1,25	20	1,7	Укринол- 1									
Р				ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V									
01				мм	мм	мм	мм/об	об/мин	м/мин											
002	1. Установить и снять заготовку																			
T03	391681 Патрон поводковый 7108-0053 ГОСТ 2572-72; 391681 Хомутик 7107-0041 ГОСТ 2578-70; 392871 Центр упорный 7032-0020 ГОСТ 13214-79;																			
004	2. Шлифовать пов., выдерживая размер согласно эскиза																			
T05	397130 3 350x80x120 24A F80P6V ГОСТ 2424-2008																			
P06							1	48	206	0,6	1	0,075	200	20						
007	3. Переустановить заготовку																			
T08	391681 Патрон поводковый 7108-0053 ГОСТ 2572-72; 391681 Хомутик 7107-0041 ГОСТ 2578-70; 392871 Центр упорный																			
009	4. Шлифовать пов., выдерживая размер согласно эскиза																			
T10	397130 3 350x80x120 24A F80P6V ГОСТ 2424-2008																			
P11							1	48	206	0,6	1	0,075	200	20						
012	5. Раскрепить и снять заготовку																			
ОКП																				

Дцдл.																				
Взам.																				
Подл.																				

																1	1
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---

Разрад.	Ахмедов			ТГУ Кафедра ОТМП													
Провер.	Расторгуев																

Утв.	Бодровский	Вал																
Н. контр.	Виткалов																	



КЭ																				
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			16.07.588.50.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
<u>Детали</u>						
	1		16.07.588.50.001.	Корпус	1	
	2		16.07.588.50.002.	Кольцо	1	
	3		16.07.588.50.003.	Тяга	1	
	4		16.07.588.50.004.	Корпус привода	1	
	5		16.07.588.50.005.	Крышка	1	
	6		16.07.588.50.006.	Крышка привода	1	
	7		16.07.588.50.007.	Кожух	1	
	8		16.07.588.50.008.	Поршень	1	
	9		16.07.588.50.009.	Втулка опорная	1	
	10		16.07.588.50.010.	Упор	1	
	11		16.07.588.50.011.	Цанга	1	
	12		16.07.588.50.012.	Шток	1	
	13		16.07.588.50.013.	Винт	6	
	14		16.07.588.50.014.	Винт малый	6	
	15		16.07.588.50.015.	Штифт	1	
	16		16.07.588.50.016.	Гайка	2	
	17		16.07.588.50.017.	Кольцо опорное	1	
	18		16.07.588.50.018.	Кольцо	2	
	19		16.07.588.50.019.	Кольцо	3	
	20		16.07.588.50.020.	Кольцо	1	
			16.07.588.50.000.СП			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Цанговый патрон ТГУ ТМдз-1132	
Разраб.		Ахмедов				
Пров.		Расторгуев				
Н.контр.		Виткалов				
Утв.		Бабровский				

Копировал

Формат А4

