

1.1. Анализ чертежа детали «Поводок» и её технологичности.

Чертёж подробности «Поводок» представлен с достаточным численностью видов, разрезов и выносных частей. Все нужные габариты нанесены и защищены допусками. Габариты подробности 277x115x115, что позволяет нам избрать нужное оснащение для отделки. Допуски формы и расположения поверхностей в пределах поля допуска на величина. Шероховатости проставлены сообразно ГОСТ. В целом чертеж выполнен верно.

Поводок владеет довольно несложную форму. Особого оснащения не требуется для отделки поверхностей.

На чертеже детали находятся допуски на торцевое пульсирование 0,1. К подробности предъявлены высочайшие запросы к точности размеров(по 7 качества)и шероховатости поверхностей(Ra 3. 2), что этак же позволяет нам избрать оснащение для отделки.

Для роста производительности для всех токарных операций используем станки с ЧПУ. При необходимости не неких операциях используем особый инфракрасный замерный щуп для определения фактического расположения заготовки на станке.

Поводок является твердым.

Беря во внимание, написанное больше, прибываем к выводу, что мелочь технологична.

1. 2. Отбор исходной заготовки.

Материал заготовки задан конструктором Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Отбор заготовки зависит от формы подробности и её размеров, исходного материала, типа и вида изготовления, наличия нужного оснащения, запросы к качеству готовой подробности, экономичности производства. Есть разные методы получения заготовок. Разбирая чертеж, подчеркнем что мелочь владеет форму

ступенчатого тела вращения. Использование проката было бы нецелесообразным в связи с неэкономичным внедрением материала и роста времени отделки подробности. В качестве заготовки принимаем штамповку, выполненную в закрытых штампах.

1.3. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{в}}$ – такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{ср}}$ – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}},$$

где $F_{\text{г}}$ – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{\text{г}}$ – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл.5 [5,стр.23] при односменном режиме работы: $F_{\text{г}} = 2015$ ч.

Тогда

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{2015 \times 60}{1500} = 80,6 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к } i}}{n}, \quad (2)$$

где $T_{\text{ш.к } i}$ – штучно – калькуляционное время i - ой основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 2 операции (n=2): токарную с ЧПУ, фрезерную с ЧПУ (см. операционную карту).

Штучно – калькуляционное время i- ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [5,стр.173]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} * T_{o.i}, \quad (3)$$

где $\varphi_{к.i}$ – коэффициент i- ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

$T_{o.i}$ – основное технологическое время i- ой операции, мин.

Для токарных с ЧПУ: $\varphi_{к} = 2,14$; для фрезерной $\varphi_{к} = 1,84$.

Основное технологическое время первой токарной операции:

$$\begin{aligned} T_{0.1} = & 0,17*70,9*13,5+0,17*106,4*24+0,17*123*20,5+ \\ & +0,17*218,5*72,9+0,2*59*150+0,2*59*150+0,052(70,9^2-59^2)+ \\ & +0,052(72,9^2-59^2)= 6247,07*10^{-3}=6,2 \text{ мин} \end{aligned}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к} = \varphi_{к} * T_{o.} = 2,14*6,2 = 13,3 \text{ мин}$$

Основное технологическое время 6 фрезерной операции

$$T_0 = 4*9+4*9+4*12+4*9=0,5 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции, формула (3):

$$T_{ш.к} = \varphi_{к} * T_o = 1,84*0,5 = 0,92 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (2):

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт.к}}{n} = \frac{13,3+0,92}{2} = 7,11 \text{ мин}$$

Тип производства определяем по формуле (1):

$$K_{30} = \frac{t_B}{T_{ср}} = \frac{80,6}{7,11} = 11,3$$

Так как $K_{30} = 10 < 11,3 < 20$, то тип производства среднесерийный.

1.4. Разработка маршрута технологии изготовления

поводка.

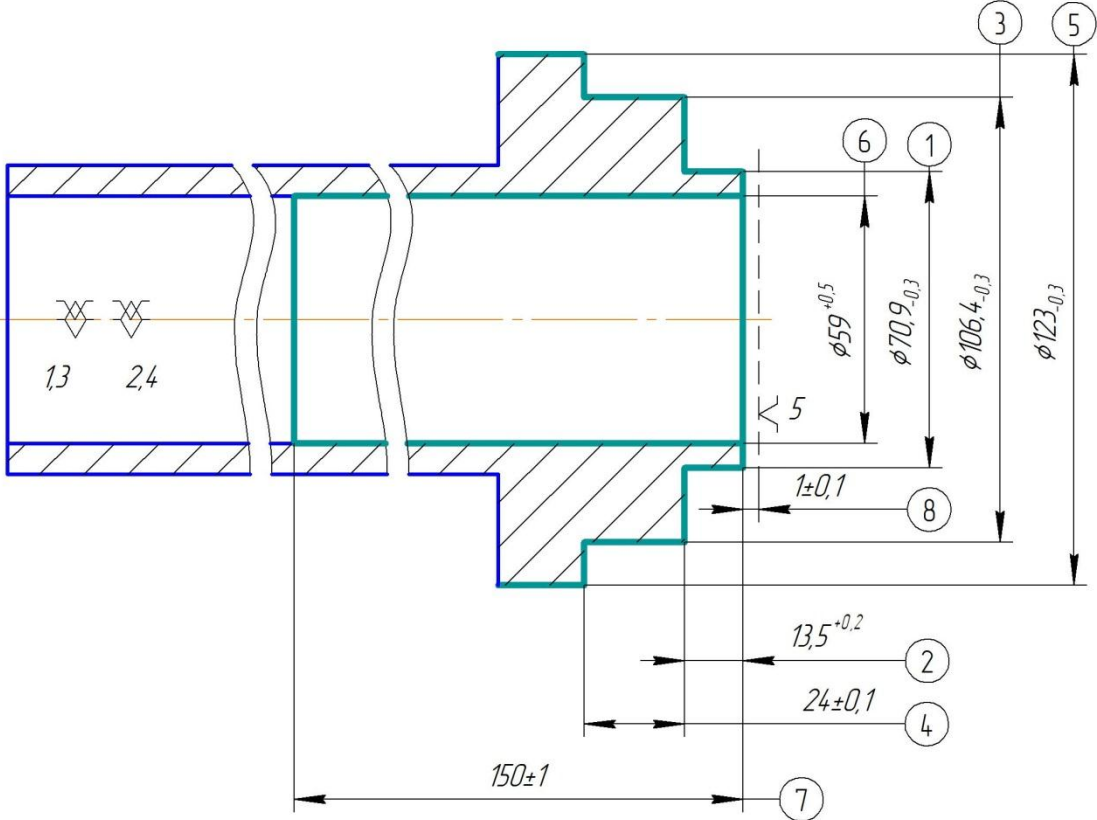
На текущем этапе анализируется движение заготовки по этапам технологического процесса для достижения конструкции, заданной по чертежу, с соблюдением всех требований на изделие. Маршрут изготовления на одну деталь может быть различен, в связи с тем, что, в первую очередь, на какой вид производства ориентируется изготовления детали, во-вторых, производство обладает или не обладает необходимым оборудованием в станочном парке, режущим инструментом, оснасткой и прочими технологическими возможностями. Так же при прочих равных условиях от маршрута изготовления зависит и экономическая сторона выбора последовательности изготовления, что существенно на предприятиях по серийному или массовому производству.

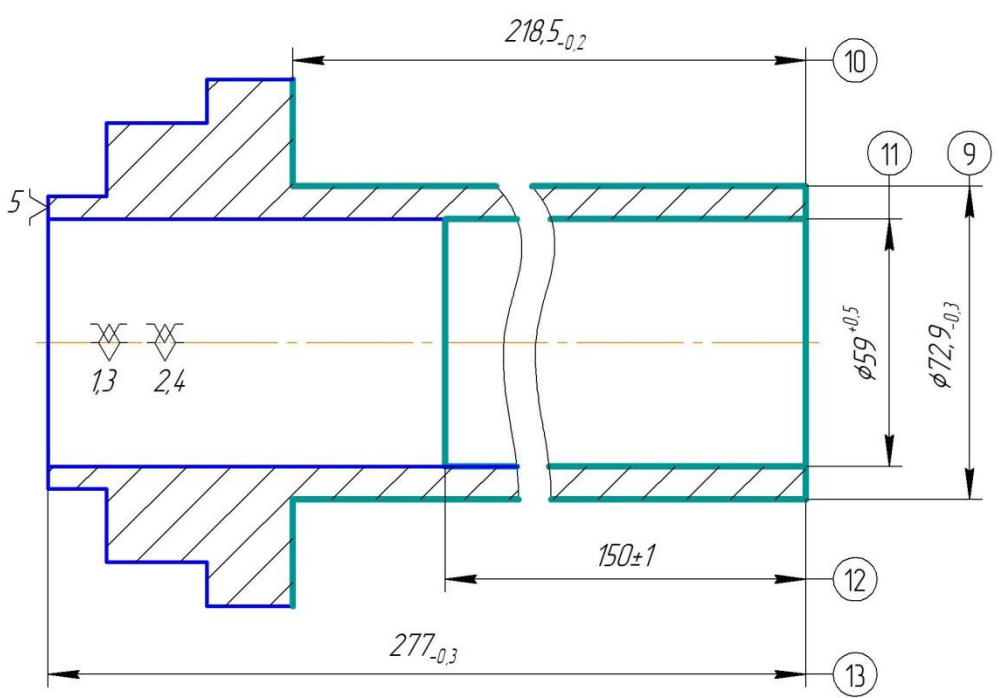
Опираясь на те факты, что требуемый выпуск продукции в год составит 1500 штук, и, что поводок не является уникальной в изготовлении деталью делаем вывод, что производство будет крупносерийное.

Маршрут представлен в табл.1.

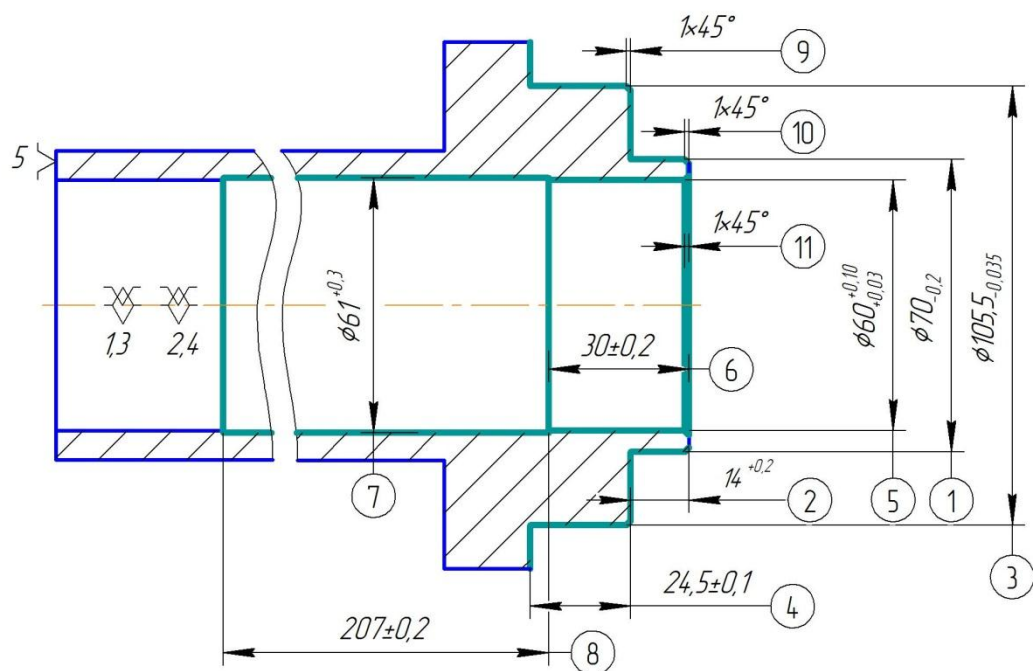
Таблица 1

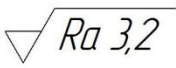
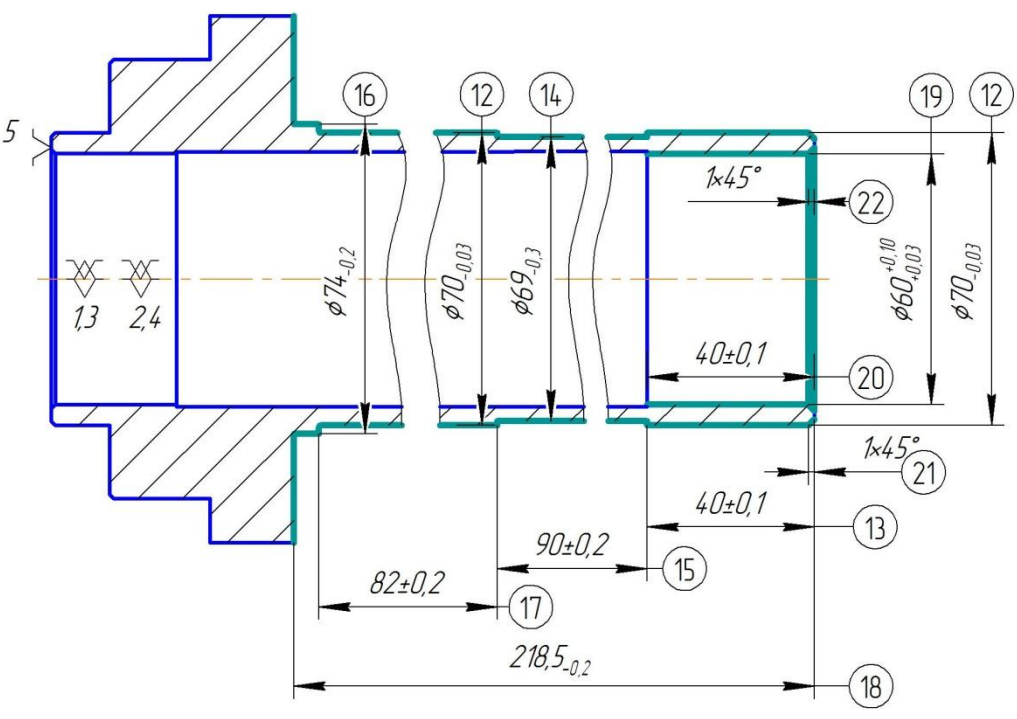
[illegible]

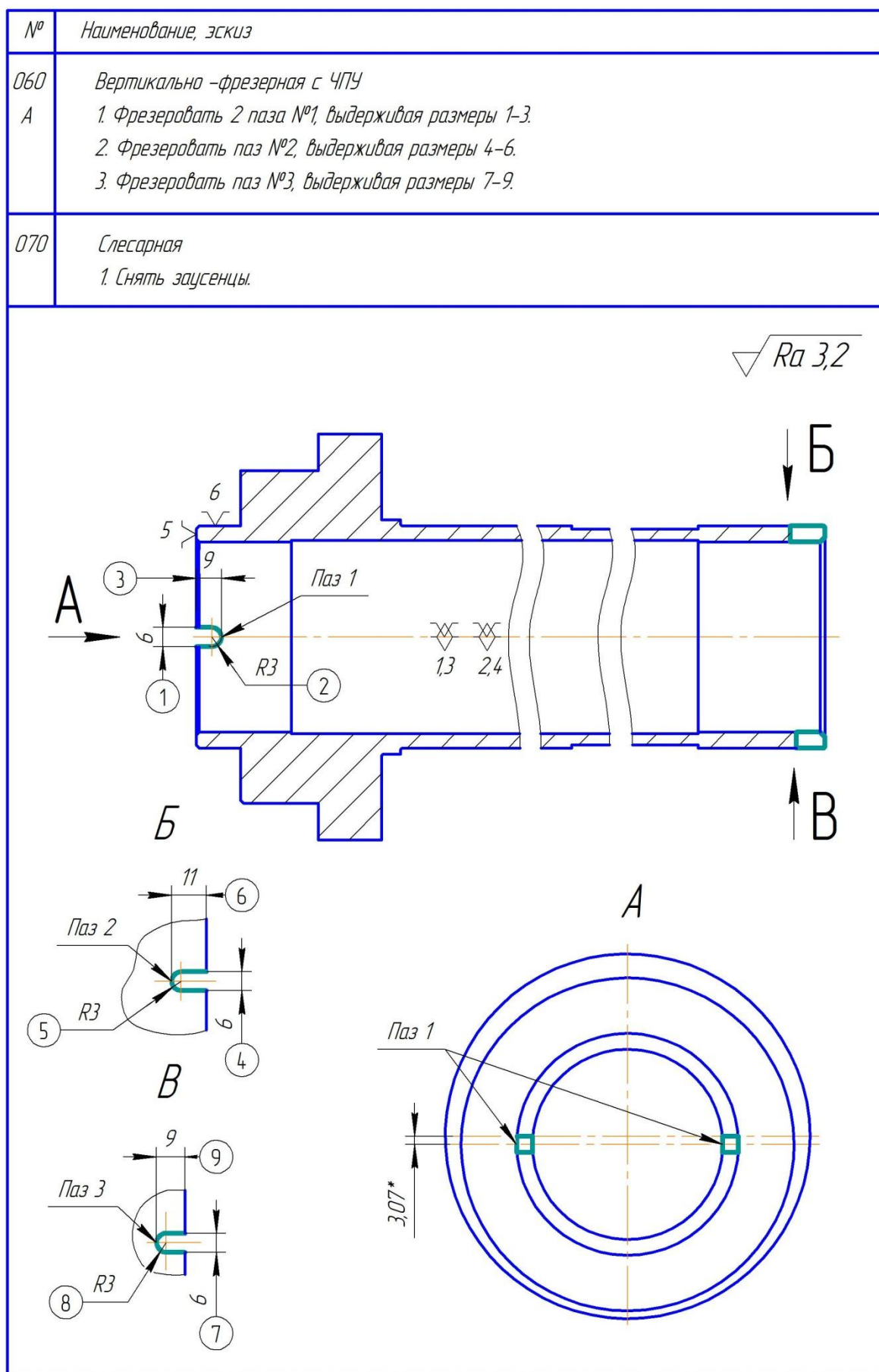
№	Наименование, эскиз
020 А	Токарная с ЧПУ 1. Подрезать торец, выдержав размер 8. 2. Точить по контуру, выдерживая р-ры 1-5. 3. Расточить отверстие отверстие, выдерживая р-ры 6, 7.
$\sqrt{Rz\ 40}$  The drawing shows a stepped shaft with the following dimensions and callouts: Callouts: 1, 3, 2, 4, 5, 6, 7, 8. Dimensions: 1: 13 2: 24 3: 150 ± 1 4: $24 \pm 0,1$ 5: $13,5^{+0,2}$ 6: $1 \pm 0,1$ 7: 5 8: $1 \pm 0,1$ Surface Textures: 1,3 and 2,4. Geometric Features: A central hole with diameter $\phi 59^{+0,5}$ and a larger hole with diameter $\phi 70,9_{-0,3}$. The outer diameter is $\phi 106,4_{-0,3}$ and the total length is $\phi 123_{-0,3}$.	

№	Наименование, эскиз
Б	1. Подрезать торец, выдержав размер 13. 2. Точить по контуру, выдерживая размеры 9, 10. 3. Расточить отверстие отверстие, выдерживая р-ры 11, 12.
$\sqrt{Rz\ 40}$  The drawing shows a cross-section of a mechanical part with a central hole. Key dimensions and features include: - Overall width: $277_{-0,3}$ - Distance from left face to start of hole: $218,5_{-0,2}$ - Distance from end of hole to right face: 150 ± 1 - Top surface chamfer: 5×13 and 24 - Inner hole diameter: $\phi 59_{+0,5}$ - Outer hole diameter: $\phi 72,9_{-0,3}$ - Feature callouts: 9, 10, 11, 12, 13	

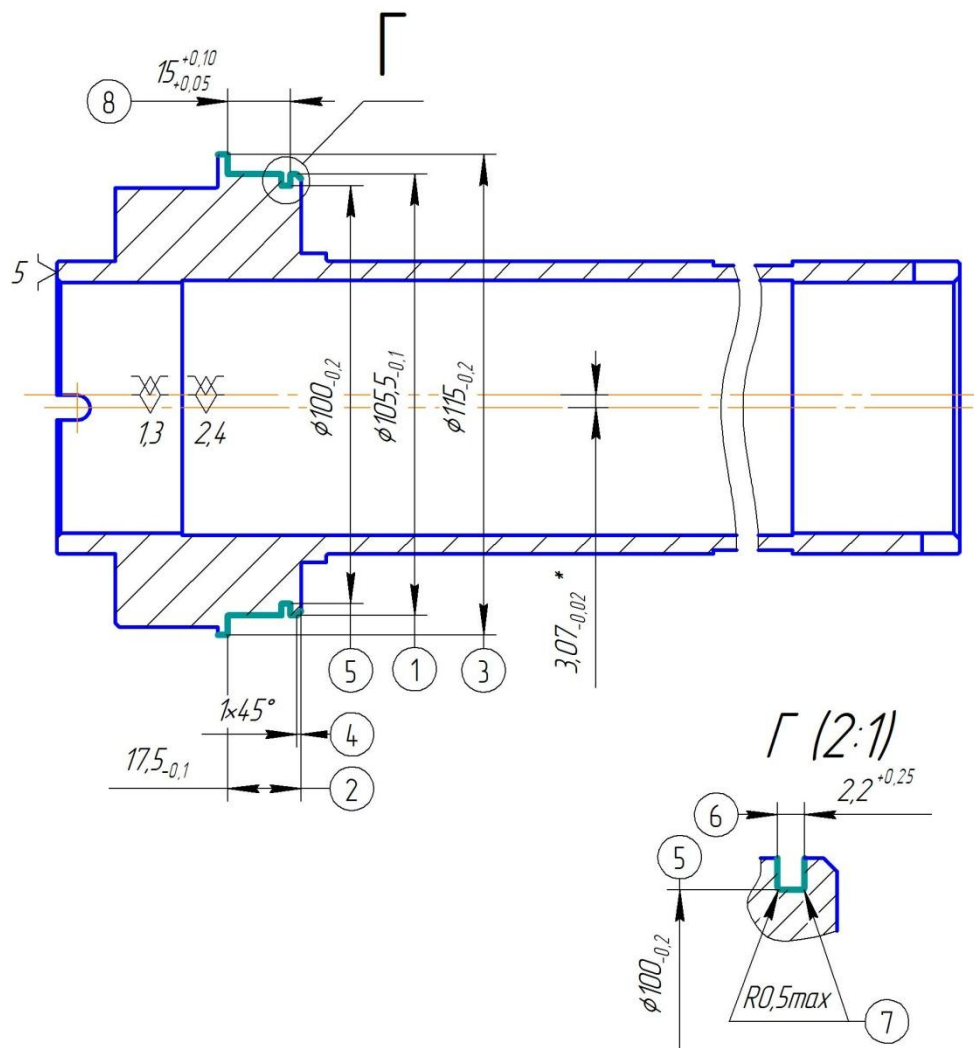
№	Наименование, эскиз
030	Термическая 1. Термообработать HRC ₂ 28...34
040	Пескоструйная 1. Снять окалину
050	Токарная с ЧПУ А 1. Точить по контуру, выдерживая размеры 1-4, 9, 10. 2. Расточить отверстие, выдерживая размеры 7, 8. 3. Расточить отверстие, выдерживая размеры 5, 6. Снять фаску, выдерживая размер 11.

 $\sqrt{Ra\ 3,2}$


№	Наименование, эскиз
Б	1. Точить по контуру, выдерживая размеры 12-18, 21. 2. Расточить отверстие, выдерживая размеры 19, 20. Снять фаску, выдерживая размер 22.
 	



№	Наименование, эскиз
080 А	Токарная с ЧПУ Установить деталь на оправку с эксцентриситетом 3,07 мм и закрепить. 1. Точить по контуру, выдерживая размеры 1-4. 2. Точить канавку, выдерживая размеры 5-8.
090	Контрольная

 $\sqrt{Ra\ 3,2}$


1.5. Построение расчётной схемы и графа технологических цепей

Расчётная схема изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях (переходах) обработки изделия [3, стр. 21].

На основании маршрута изготовления Поводка, составляется размерная схема, которая представлена на рис. 2 и 3, и содержит все осевые технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу данной работы.

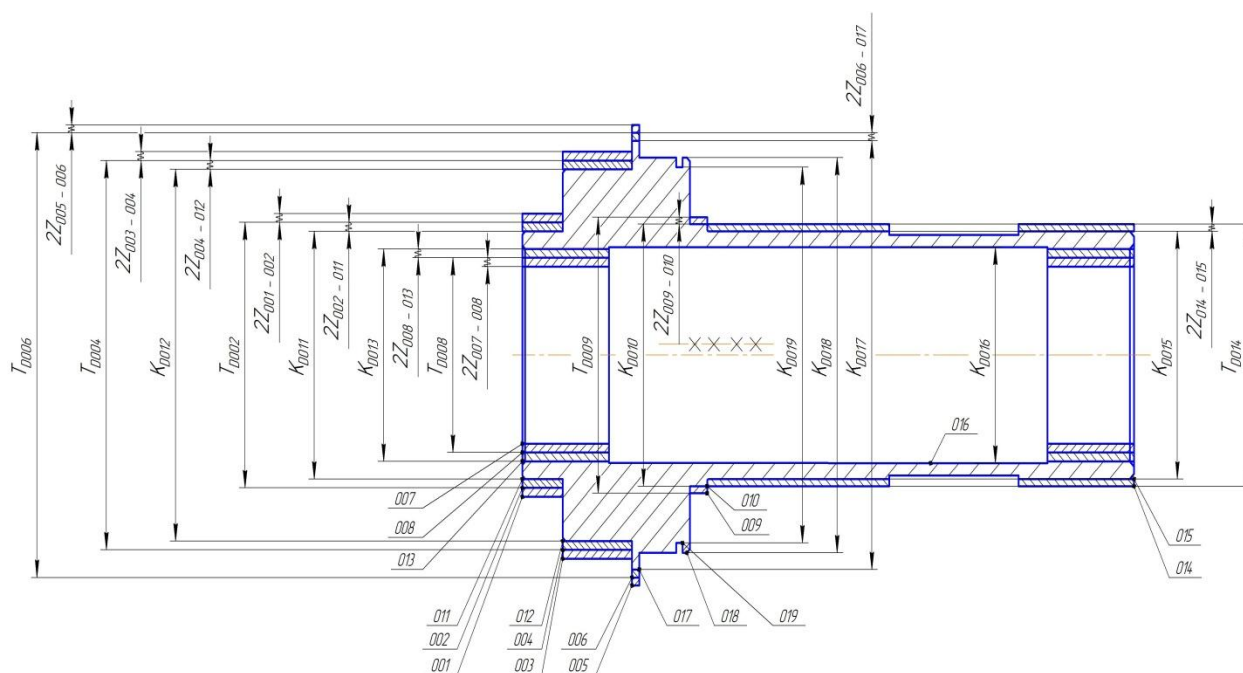
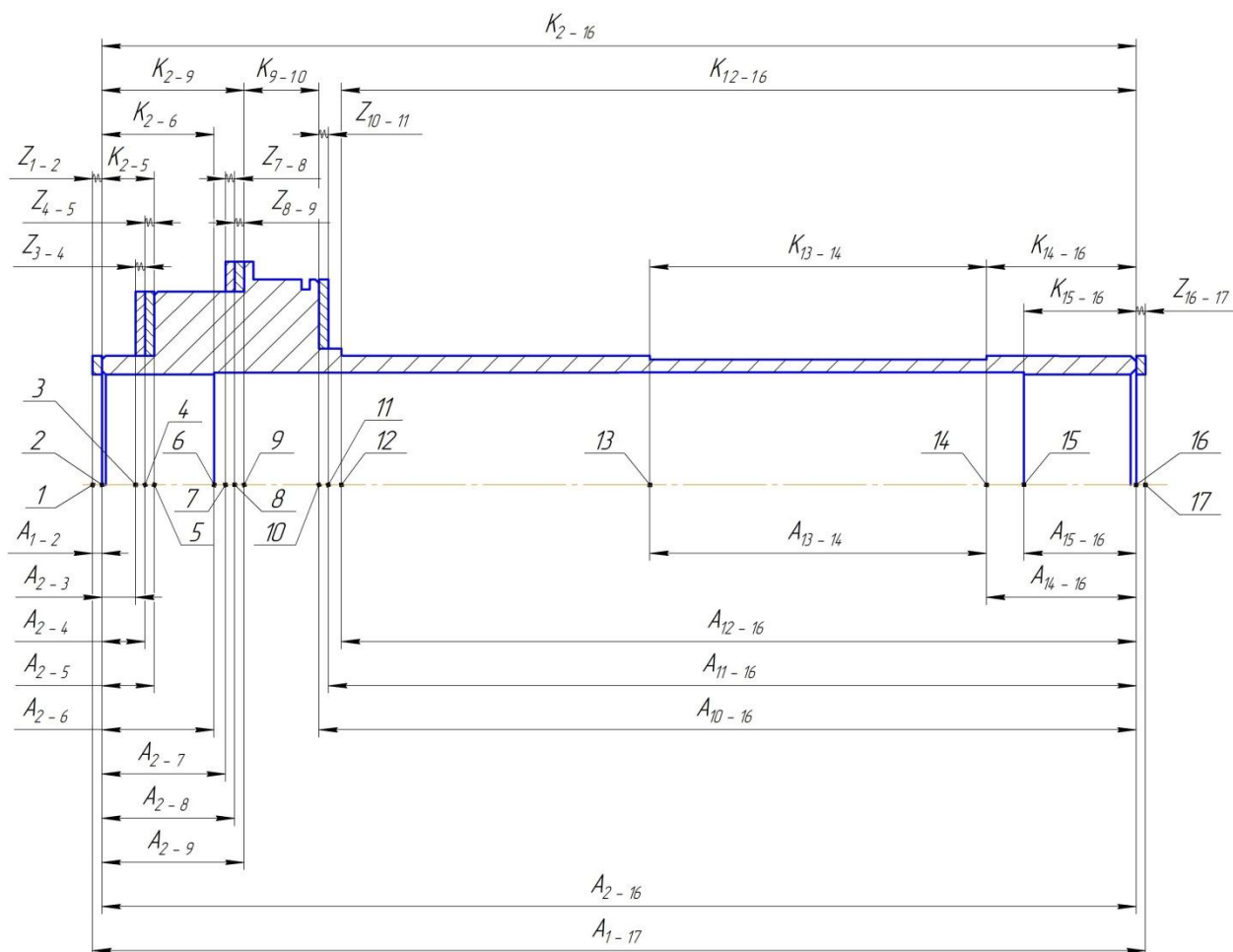


Рис 2. Размерная схема технологического процесса изготовления поводка (диаметральное направление)



**Рис 3. Размерная схема технологического процесса изготовления
поводка (продольное направление)**

С целью облегчения составления размерных цепей в дальнейшем, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. Методика построения графа подробно излагается в источнике [3, стр. 29]. Граф для продольной размерной схемы изготовления поводка представлен на рис. 4.

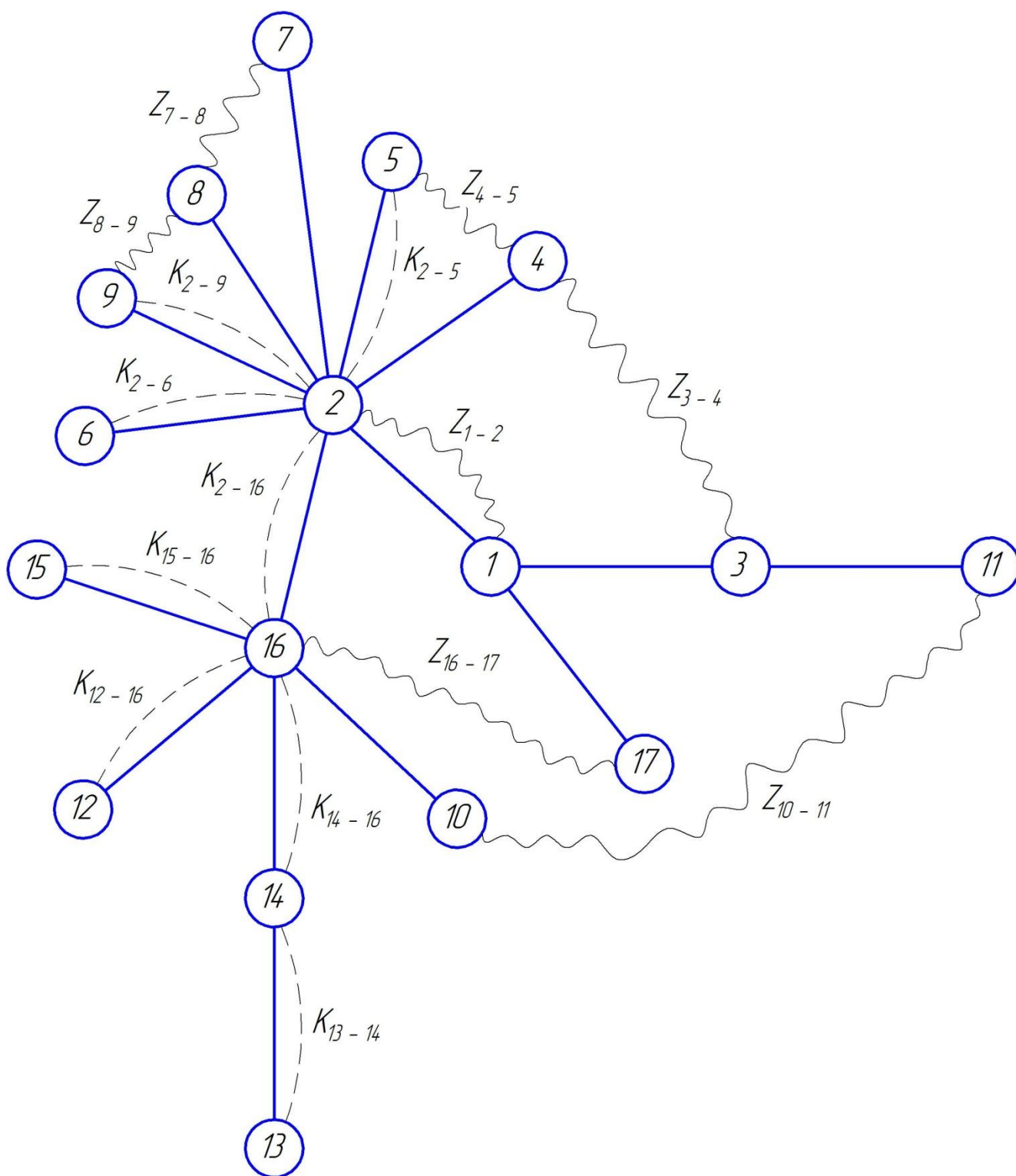


Рис 4. Граф технологических размерных цепей.

1.6. Расчет диаметральных припусков и технологических размеров

Минимальный припуск на обработку должен быть таким, чтобы его удаления было достаточно для обеспечения требуемой точности детали и её заданного качества поверхностного слоя.

Таким образом, минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [1, стр. 47]:

$$Z_{\min} = R_{Zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2}, \text{ мм} \quad (1)$$

$$Z_{\max} = Z_{\min} + JT_Z, \text{ мм} \quad (2)$$

$$Z_c = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2}, \text{ мм} \quad (3)$$

$$\Delta_Z = \frac{JT_Z}{2}, \text{ мм} \quad (4)$$

где $Z_{\min}$ - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

R_{Zi-1} - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

T_{i-1} - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

ε_{yi} - погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

В свою очередь:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{Pi-1}^2 + \rho_{\Phi i-1}^2}, \quad (5)$$

где ρ_{Pi-1}^2 - погрешность расположения обрабатываемой поверхности, возникающая на предыдущем переходе, мкм;

$\rho_{\Phi i-1}^2$ - погрешность формы обрабатываемой поверхности с предыдущего перехода.

ξ_i - погрешность установки на данной операции;

$Z_{\max}$, $Z_{\min}$, Z_c - припуск максимальный, минимальный, средний;

LT_z - допуск припуска;

Δ_z - среднее отклонение поля допуска припуска.

Расчет припусков на обработку сводим в таблицу 2.

При определении продольных припусков в качестве ρ выбираем отклонение от перпендикулярности, торцовое биение. Параметры шероховатости, величины дефектного слоя и погрешность установки в трехкулачковом патроне выбираем из соответствующих таблиц приложений [3].

Расчет диаметральных припусков на обработку и технологических размеров.
Таблица 2.

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Рассчитанный размер d_p , мм	Допуск Т, мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	T	ρ	ε				$d_{\min}$	$d_{\max}$
Поверхность $\varnothing 60F9^{+0,104}_{+0,03}$ мм									
1. Штамповка	200	300	150	80	-	$56^{+1,6}$	1600	56	57,6
2. Черновое точение	50	60	100	50	$2*730$	$59^{+0,48}$	480	59	59,48
3. Чистовое точение	20	30	50	30	$2*260$	$60^{+0,104}_{+0,03}$	74	60,03	60,104
Поверхность $\varnothing 70_{-0,74}$ мм									
1. Штамповка	200	300	150	80	-	$74_{-1,6}$	1600	72,4	74
2. Черновое точение	50	60	100	50	$2*730$	$71_{-0,48}$	480	70,52	71
3. Чистовое точение	20	30	50	30	$2*260$	$70_{-0,74}$	740	69,26	70
Поверхность $\varnothing 105H7_{-0,035}$ мм									
1. Штамповка	200	300	150	80	-	$109_{-1,6}$	540	107,4	109
2. Черновое точение	50	60	100	50	$2*730$	$106_{-0,48}$	480	105,52	106
3. Чистовое точение	20	30	50	30	$2*260$	$105_{-0,035}$	35	104,96 5	105

Поверхность Ø 115 _{-0,87} мм									
1. Штамповка	200	300	150	80	-	125 _{-1,6}	1600	123,4	125
2. Точение	50	60	100	50	2*730	115 _{-0,87}	870	114,13	115
Поверхность Ø 74 _{-0,2} мм									
1. Штамповка	200	300	150	80	-	80 _{-1,6}	1600	78,4	80
2. Точение	50	60	100	50	2*730	74 _{-0,2}	200	73,8	74
Поверхность Ø 70 _{-0,03} мм									
1. Точение	20	30	60	50	2*260	74 _{-0,2}	200	73,8	74
2. Чистовое точение	5	10	30	30	2*160	70 _{-0,03}	30	69,97	70

1.7. Расчет линейных припусков и технологических размеров

Минимальный припуск на обработку должен быть таким, чтобы его удаления было достаточно для обеспечения требуемой точности детали и её заданного качества поверхностного слоя.

Таким образом, минимальный припуск на обрабатываемую поверхность определяется по формуле из [1, стр. 47]:

$$Z_{\min} = R_{Zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i, \text{ мм} \quad (1)$$

$$Z_{\max} = Z_{\min} + JT_z, \text{ мм} \quad (2)$$

$$Z_c = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2}, \text{ мм} \quad (3)$$

$$\Delta_z = \frac{JT_z}{2}, \text{ мм} \quad (4)$$

где $Z_{\min}$ - минимальный припуск на обработку поверхности, мкм;

R_{Zi-1} - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

T_{i-1} - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

ε_i - погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

$$Z_{\text{MIN}} 1-2 = 200 + 80 + 130 + 200 = 0,680 \text{ MM}$$

$$Z_{\text{max}} 1-2 = 0,68 + 0,3 = 0,98 \text{ MM}$$

$$Z_c = \frac{0,98 + 0,68}{2} = 0,83 \text{ MM}$$

$$\Delta_z = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ MM}$$

$$Z_{\text{MIN}} 3-4 = 50 + 30 + 20 + 100 = 0,2 \text{ MM}$$

$$Z_{\text{max}} 3-4 = 0,2 + 0,6 = 0,8 \text{ MM}$$

$$Z_c = \frac{0,8 + 0,2}{2} = 0,5 \text{ MM}$$

$$\Delta_z = \frac{0,6}{2} = 0,3 \text{ MM}$$

$$Z_{\text{MIN}} 4-5 = 20 + 10 + 50 = 0,08 \text{ MM}$$

$$Z_{\text{max}} 4-5 = 0,08 + 0,4 = 0,48 \text{ MM}$$

$$Z_c = \frac{0,08 + 0,48}{2} = 0,28 \text{ MM}$$

$$\Delta_z = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ MM}$$

$$Z_{\text{MIN}} 7-8 = 50 + 30 + 20 + 100 = 0,2 \text{ MM}$$

$$Z_{\text{max}} 7-8 = 0,2 + 0,6 = 0,8 \text{ MM}$$

$$Z_c = \frac{0,8 + 0,2}{2} = 0,5 \text{ MM}$$

$$\Delta_z = \frac{0,6}{2} = 0,3 \text{ MM}$$

$$Z_{\text{MIN}} 8-9 = 20 + 10 + 50 = 0,08 \text{ MM}$$

$$Z_{\text{max}} 8-9 = 0,08 + 0,4 = 0,48 \text{ MM}$$

$$Z_c = \frac{0,08 + 0,48}{2} = 0,28 \text{ MM}$$

$$\Delta_z = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ MM}$$

$$Z_{\text{MIN}} 10-11 = 50 + 30 + 20 + 100 = 0,2 \text{ MM}$$

$$Z_{\max 10-11} = 0,2 + 0,6 = 0,8 \quad \text{MM}$$

$$Z_c = \frac{0,8 + 0,2}{2} = 0,5 \quad \text{MM}$$

$$\Delta_z = \frac{0,6}{2} = 0,3 \quad \text{MM}$$

$$Z_{\min 16-17} = 200 + 80 + 130 + 200 = 0,680 \quad \text{MM}$$

$$Z_{\max 16-17} = 0,68 + 0,3 = 0,98 \quad \text{MM}$$

$$Z_c = \frac{0,98 + 0,68}{2} = 0,83 \quad \text{MM}$$

$$\Delta_z = \frac{0,3}{2} = 0,15 \quad \text{MM}$$

1.8. Определение режимов обработки

В качестве примера расчета режимов резания, рассчитаем режимы резания для токарной операции 020 станова «А» со всеми переходами. Остальные операции рассчитаны подобным образом, а результаты сведены в таблицу 3.

Токарная операция 020 (переход 1)

Станок токарный с ЧПУ НТС45, N=18 кВт, n=30-3000.

Инструмент –Подрезной резец T-Max P DSSNR 2020K 12.

Обрабатываемый материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности $d=71$ мм.
2. Глубина резания: $t=1$ мм.
3. Поперечная подачу выбираем по табл. 11 [2,Т.2,стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$S=0,5$ мм/об.

4. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=20$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v=350$; $m=0,2$; $x=0,15$; $y=0,35$

– определены по табл. 17 [2,Т.2,стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ}$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПВ}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1, 5, 6 [2,Т.2,стр.261]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v},$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 45 берем из табл. 2 [2, Т.2, стр.262]:

Коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости

$$K_{\Gamma} = 1 \quad n_v = 1$$

$$K_{MV} = 1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,882$$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{IV} = 0,8$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{IV} = 1,15$.

$$K_V = 0,882 \times 0,8 \times 1,15 = 0,812$$

Скорость резания,

$$V = \frac{350 \times 0,812}{20^{0,2} \times 1^{0,15} \times 0,5^{0,35}} = 202,14 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{202,14}{3,14 \times 76} = 847 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обрабатываемой поверхности

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\phi} = 620 \text{ об/мин.}$

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 71 \times 620}{1000} = 188 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по табл. 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 1,4 \text{ мм.}$

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{\phi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По табл. 9,23 [2,Т.2,стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1,10$$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\varphi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_P = 1,10 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 1,0$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_Z = 10 \times 300 \times 1,4^1 \times 0,6^{0,75} \times 188^{-0,15} \times 1,0 = 1305,3 \text{ Н}$$

9. Мощность резания:

$$N = P_Z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 1305,3 \times \frac{188}{1000 \times 60} = 4,08 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 4,08 / 0,85 = 4,8 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 18 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная операция 020 (переход 2)

Станок токарный с ЧПУ НТС45, N=18 кВт, n=30-3000.

Инструмент – Резец для контурного точения T-Max P DCLNR 2020K 12.

Обрабатываемый материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности d=123 мм.

2. Глубина резания: t=2 мм.

3. Поперечная подачу выбираем по табл. 11 [2,Т.2,стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,2 \text{ мм/об.}$$

4. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=20$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V=350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$

– определены по табл. 17 [2,Т.2,стр.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ}$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПВ}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1, 5, 6 [2,Т.2,стр.261]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V},$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_V для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 45 берем из табл. 2 [2,Т.2,стр.262]:

Коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости

$$K_{\Gamma} = 1 \quad n_V = 1$$

$$K_{MV} = 1 \times \left(\frac{750}{850} \right)^1 = 0,882$$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПВ} = 0,8$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{ИВ} = 1,15$.

$$K_V = 0,882 \times 0,8 \times 1,15 = 0,812$$

Скорость резания,

$$V = \frac{350 \times 0,812}{20^{0,2} \times 2^{0,15} \times 0,2^{0,35}} = 297,3 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{297,3}{3,14 \times 123} = 964,2 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обрабатываемой поверхности

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\phi} = 640 \text{ об/мин.}$

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 123 \times 640}{1000} = 247 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по табл. 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 2,3 \text{ мм.}$

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{\phi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По табл. 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,75} = 1,10$$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$K_{\phi P} = 1$; $K_{\gamma P} = 1$; $K_{\lambda P} = 1$; $K_{rP} = 0,93$.

$$K_p = 1,10 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 1,0$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_Z = 10 \times 300 \times 2,3^1 \times 0,2^{0,75} \times 247^{-0,15} \times 1,0 = 902,8 \text{ Н}$$

9. Мощность резания:

$$N = P_Z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 902,8 \times \frac{247}{1000 \times 60} = 3,7 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = N / \eta = 3,7 / 0,85 = 4,3 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 18 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная операция 020 (переход 3)

Станок токарный с ЧПУ НТС45, N=18 кВт, n=30-3000.

Инструмент – резец для контурного точения Т15К6 2103-0715 ГОСТ 20872-80.

Обрабатываемый материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности $d=59 \text{ мм.}$
2. Глубина резания: $t = 1,5 \text{ мм.}$
3. Поперечная подачу выбираем по табл. 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

4. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=20 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$

– определены по табл. 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1,5,6 [2, Т.2, стр.261]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v},$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 45 берем из табл. 2 [2, Т.2, стр.262]:

Коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости

$$K_{\Gamma} = 1 \quad n_v = 1$$

$$K_{MV} = 1 \times \left(\frac{750}{850}\right)^1 = 0,882$$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1,15$.

$$K_V = 0,882 \times 0,8 \times 1,15 = 0,812$$

Скорость резания,

$$V = \frac{350 \times 0,812}{20^{0,2} \times 1,5^{0,15} \times 0,2^{0,35}} = 258 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{258}{3,14 \times 59} = 1392 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обрабатываемой поверхности

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\phi} = 1400 \text{ об/мин.}$$

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 59 \times 1400}{1000} = 259 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1$; $y = 0,75$ — определены по табл. 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 2,4 \text{ мм}$.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{\phi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По табл. 9,23 [2,Т.2,стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1.10$$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\varphi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_P = 1,10 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 1,0$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_Z = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,3^{0,75} \times 259^{-0,15} \times 1,0 = 1056,6 \text{ Н}$$

9. Мощность резания:

$$N = P_Z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 1056,6 \times \frac{259}{1000 \times 60} = 4,5 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 4,5 / 0,85 = 5,2 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 18 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Таблица 3

№ операции	Наименование операции, номер перехода	Глубина резания t , мм	Длина резания $l_{рез}$, мм	Подача S_O , мм/об	Скорость V , м/мин	Частота вращения, мин^{-1}	Основное время t_O , мин
020 А	Токарная с ЧПУ						
	- 1	1	8	0,5	188	850	0,02
	- 2	2	87	0,2	247	960	0,8
	- 3	1,5	150	0,3	259	1390	0,7
Б	- 1	1	8	0,5	237	850	0,02
	- 2	3	245	0,2	305	1230	2,5
	- 3	1,5	150	0,3	266	1390	0,7

050	Токарная с ЧПУ						
А	- 1	2,9	70	0,2	305	1280	0,75
	- 2	1	217	0,26	280	1460	0,56
	- 3-	0,45	31	0,22	305	1620	0,08
Б	- 1	2	212	0,3	305	1210	0,6
	- 2	0,45	31	0,45	305	1620	0,2
060	Фрезерная с ЧПУ						
А	- 1	12	18	295	166	1600	0,42
	- 2	8	11	295	166	1600	0,25
	- 3	6	9	295	166	1600	0,21
080	Токарная с ЧПУ						
А	- 1	2,8	25	0,2	305	920	0,32
	- 2	1	3	0,08	156	496	0,08

1.9. Расчет основного времени

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = L \cdot i / (n \cdot S), \text{ мин}$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{\text{ПБ}}$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_B – величина врезания инструмента, мм;

$l_{\text{ПБ}}$ – величина перебега инструмента, мм;

Принимаем: $l_{\text{ПБ}} = 1$ мм.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_0 = (l + l_B + l_{\text{ПБ}}) \cdot i / (n \cdot S),$$

Величины врезания на операциях определяем из соответствующих таблиц
2-12[1, стр621]

Основное время для 020 токарной операции установ «А»:

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{\text{ПБ}}) \cdot i / (n \cdot S) = (16 + 2 + 1) \cdot 1 / (620 \cdot 0,6) = 0,02 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{\text{ПБ}}) \cdot i / (n \cdot S) = (42 + 2 + 1) \cdot 1 / (330 \cdot 0,6) = 0,8 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (l + l_B + l_{\text{ПБ}}) \cdot i / (n \cdot S) = (217 + 2 + 1) \cdot 1 / (1010 \cdot 0,3) = 0,7 \text{ мин.}$$

Основное время для 020 токарной операции установ «Б»:

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{\text{ПБ}}) \cdot i / (n \cdot S) = (35 + 2 + 1) \cdot 5 / (320 \cdot 0,6) = 0,02 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{\text{ПБ}}) \cdot i / (n \cdot S) = (24 + 2 + 1) \cdot 1 / (340 \cdot 0,6) = 2,5 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (150 + 2) * 1 / (780 * 0,6) = 0,7 \text{ мин.}$$

Основное время для 050 токарной операции установ «А»:

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (254 + 2 + 1) * 1 / (350 * 0,6) = 0,75 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (150 + 2) * 1 / (1000 * 0,6) = 0,56 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (60 + 2 + 1) * 1 / (1450 * 0,1) = 0,08 \text{ мин.}$$

Основное время для 050 токарной операции установ «Б»:

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (72 + 2 + 1) * 1 / (460 * 0,3) = 0,6 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (217 + 2 + 1) * 1 / (1010 * 0,3) = 0,2 \text{ мин.}$$

Основное время для 060 фрезерной операции установ «А»:

Переход 1 :

$$t_0 = L / S_M = 8 * 1 / 760 * 2 = 0,42 \text{ мин.}$$

Переход 2 :

$$t_0 = L / S_M = 36 * 1 / 760 = 0,25 \text{ мин.}$$

Переход 3 :

$$t_0 = L / S_M = 8 * 1 / 760 = 0,21 \text{ мин.}$$

Основное время для 080 токарной операции установ «А»:

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (25 + 2 + 1) * 5 / (520 * 0,3) = 0,32 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (25 + 2 + 1) * 1 / (810 * 0,1) = 0,08 \text{ мин.}$$

1.10. Определение вспомогательного T_B , штучного $T_{шт}$ и штучно-калькуляционного $T_{шт-к}$ времени.

$$T_B = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{и.з}$$

где $T_{у.с.}$ - время установки и снятия детали;
 $T_{з.о.}$ - время закрепления и открепление детали;
 $T_{уп}$ - время на управления станком;
 $T_{и.з}$ - время на измерение.

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{тех} + T_{орг} + T_{от}$$

где T_O - основное время;
 $T_{тех}$ - время на техническое обслуживание рабочего места;
 $T_{орг}$ - время на организационное обслуживание рабочего места;
 $T_{от}$ - время на отдых.

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{п-з} / n$$

где $T_{п.з}$ - подготовительно-заключительное время;
 n – число деталей в пробной партии;

$$n = \frac{N}{12} = \frac{1500}{12} = 125$$

Нормативы времени для среднесерийного производства.

По табл. 5 [5,стр.197].

Операция 020 (токарная)

$$T_B = 0,02 + 0,1 + 1,6 + 1,4 = 3,12 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 1,73 + 3,12 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 7,45 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 7,45 + 13/416 = 7,48 \text{ мин}$$

Операция 050 (токарная)

$$T_B = 0,4 + 0,1 + 1,8 + 1,6 = 3,9 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 1,39 + 3,9 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 7,88 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 7,88 + 13/416 = 7,91 \text{ мин}$$

Операция 060 (фрезерная).

$$T_B = 0,29 + 0,15 + 0,36 + 1,6 = 2,4 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,08 + 2,4 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 5,08 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 5,08 + 10/416 = 5,1 \text{ мин}$$

Операция 080 (токарная)

$$T_B = 0,2 + 0,1 + 1,7 + 1,8 = 3,8 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 1,33 + 3,8 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 7,73 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 7,73 + 13/416 = 7,76 \text{ мин}$$

2. Конструкторская часть

2.1. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления.

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73[9, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для фрезерования 4-х пазов в заготовке (поводок) на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели XD-40A (операция 060);
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки поводка;
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки цилиндра, а также постоянное во времени положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента с целью получения необходимой точности размеров пазов и их положения относительно других поверхностей заготовки; удобство установки, закрепления и снятия заготовки; время установки заготовки не должно превышать 0,05 мин; рост производительности труда на данной операции на 10...15%;
Технические (тактико-технические) требования	Тип производства – среднесерийный; программа выпуска – 1500 шт. в год; Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку XD-40A; Регулирование конструкции приспособления не допускается Время закрепления заготовки не более 0,05 мин.; Уровень унификации и стандартизации деталей приспособления 70%; Входные данные о заготовке, поступающей на фрезерную операцию 080: наружный присоединительный диаметр заготовки $70_{-0,03}$ мм, $R_A = 1.6$ мкм; длина заготовки $277_{(-0,2)}$ мм, шероховатость торцов заготовки $R_A = 3.2$ мкм; Выходные данные операции 060: Согласно операционным эскизам Приспособление обслуживается оператором 3-го разряда; Техническая характеристика станка XD-40A: рабочая поверхность стола, мм; 420x800; ширина Т-образного паза стола станка: 18 мм;

		Характеристика режущего инструмента: диаметр фрезы 6 мм; число зубьев фрезы $z=3$; материал фрезы Р6М5; Операция выполняется за четыре перехода;
Документация, используемая разработке	при	ЕСТПП. Правила выбора технологической оснастки. ГОСТ 14.305-73. ЕСТПП. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделий. ГОСТ 14.201-83.

2.2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим схему базирования заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима и сил резания (рис. 1).

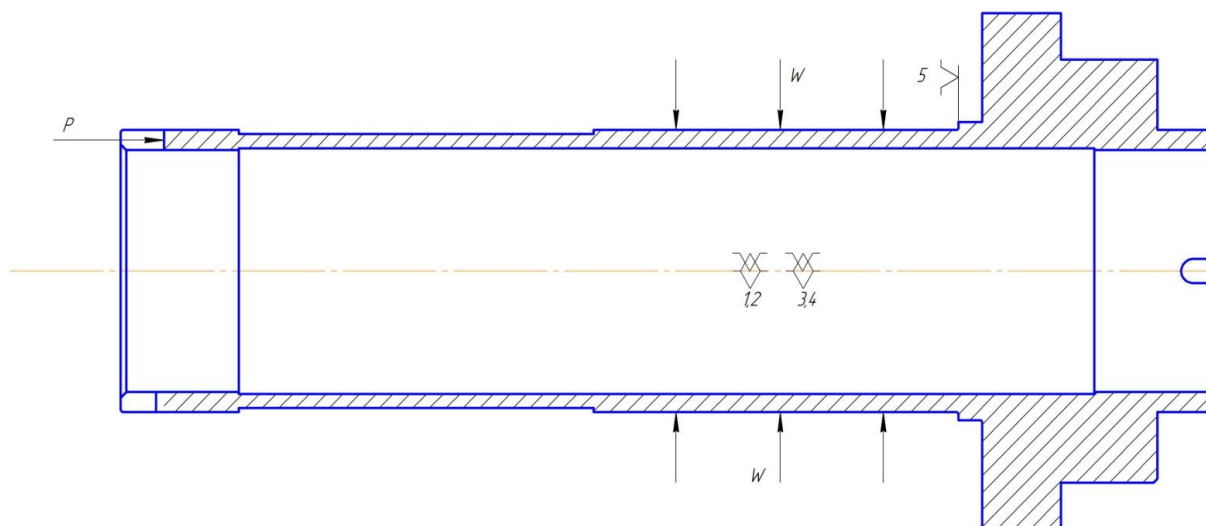


Рис. 1. Схема базирования заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

Компоновка (общий вид) приспособления показан на сборочном чертеже.

2.3. Описание конструкции и работы приспособления.

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки «поводок» при ее обработке на вертикально фрезерном станке XD-40A.

Заготовка устанавливается во втулку 8 приспособления. Специальным ключом вращая плунжер 2 деформируется гидропласт, который воздействуя на втулку 8 надежно закрепляет заготовку. После обработки первого паза освобождают фиксатор 1 и поворачивают корпус 7 в следующее положение.

Рукоятки 17 служат для удобного вращения корпуса 7. Втулки 10 нужны для более точного позиционирования корпуса 7. Гайкой 3 регулируют осевые зазоры. Шпонки 18 предназначены для точного базирования приспособления на столе станка.

Базовые поверхности заготовки контактируют с установочными поверхностями приспособления.

Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбираться по ГОСТ и нормативам машиностроения.

Поверхности установочных деталей должны обладать большой износоустойчивостью. Поэтому их обычно изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8 - 1,2 мм и с последующей закалкой до твердости HRC₉50...55.

2.4. Определение необходимой силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис. 2), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

Как видно из расчетной схемы на деталь действуют силы резания, которые стремятся повернуть заготовку вокруг оси. Расчет производим по составляющей силы резания P_h

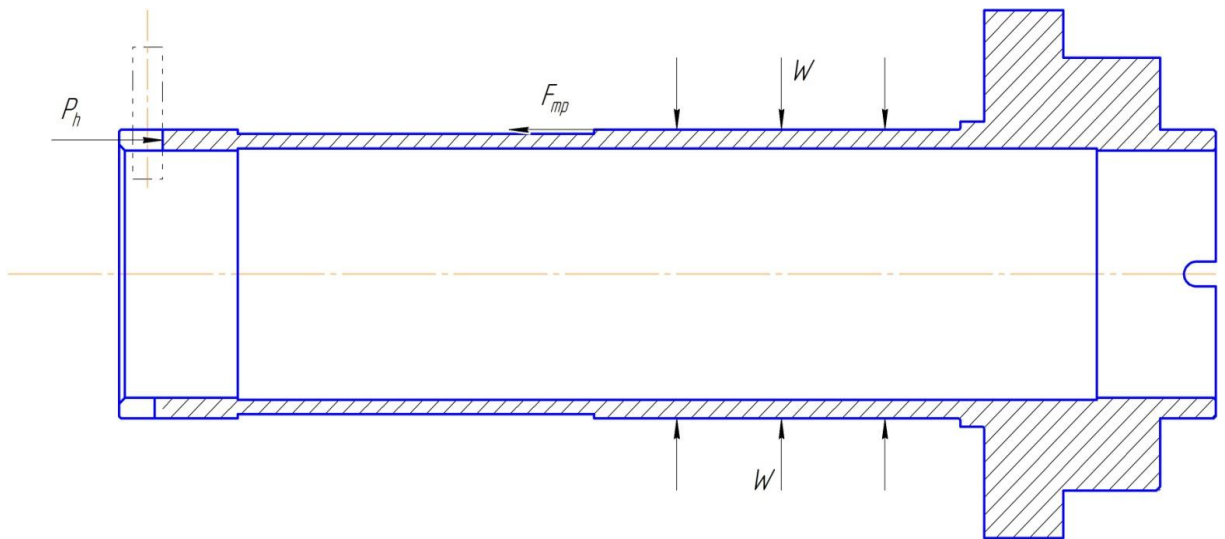


Рис 2. Расчетная схема.

$$P_h = 0.9 P_z \quad [2, \text{стр. 292}]$$

Рассчитаем силу P_z

1. Ширина фрезерования $B=5$ мм.
2. Глубина фрезерования : $t= 6$ мм.
3. Диаметр фрезы $D=6$ мм, количество зубьев $z=3$
4. Подачу выбираем по табл.33 (2, том 2, стр 283). с учётом имеющихся
подач на станке :

$$S= 0,1 \text{ мм/зуб.}$$

5. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем по табл. 40 [2, Т.2, стр.290]:
 $T=120$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 145$; $m = 0,37$; $x = 0,24$; $y = 0,26$; $q=0,44$; $u=0,1$; $p=0,13$ — определены по табл. 39,40 [2, Т.2, стр.286].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{PV} \times K_{IV}$$

где K_{MV} — коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{PV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1,5,6 [2,Т.2,стр.261]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v},$$

Значение коэффициента K_r и показатель степени n_v при обработке заготовки из стали 45 берем из табл. 2 [2,Т.2,стр.262]:

Коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости

$$K_r = 1 \quad n_v = 1$$

$$K_{MV} = 1 \times \left(\frac{750}{850} \right)^1 = 0,882$$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{IV} = 0,9$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{IV} = 1,15$.

$$K_v = 0,882 \times 0,9 \times 1,15 = 0,913$$

Скорость резания,

$$V = \frac{145 \times 6^{0,44} \times 0,913}{60^{0,37} \times 6^{0,24} \times 0,1^{0,26} \times 5^{0,1} \times 3^{0,13}} = 55 \text{ м/мин}$$

6. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{55}{3,14 \times 6} = 2900 \text{ об/мин}$$

d- Диаметр фрезы

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S^y \times B^u \times Z \times K_{mp}}{D^q \times n^w}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 12,5$; $x = 0,85$; $y = 0,75$; $u=1$; $q=0,73$; $w=-0,13$ определены по табл.41 [2.том 2, стр291]

Глубина резания в формуле определения силы: $t = 6 \text{ мм}$.

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,75} = 1,10$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_z = \frac{10 \times 12,5 \times 6^{0,85} \times 0,1^{0,75} \times 5^{0,1} \times 3 \times 1,10}{6^{0,73} \times 2900^0} = 108 \text{ Н}$$

Составляющая силы (рис 2)

$$P_h = 0.9 \times 108 = 97 \text{ Н}$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{W \times f}{k}$$

где $K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$ - коэффициент запаса [7, стр.85] и

$K_0=1,5$ – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1=1,2$ – учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности;

$K_2=1,6$ – коэффициент затупления;

$K_3=1,2$ – учитывает увеличение сил резания при прерывистом фрезеровании;

$K_4=1,2$ – характеризует постоянство сил закрепления;

$K_5=1$ – характеризует эргономику зажимного механизма;

$K_6=1$ – характеризует моменты, стремящиеся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры;

Тогда $K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 4,15$

$f=0.3$ - коэффициент трения

Уравнение равновесия заготовки

$$\sum X = P_h - F_{\text{тр}} = 0$$

$$F_{\text{тр}} = P_h$$

$$W_{\min} = F_{\text{тр}} \times \frac{k}{f} = 97 \times \frac{4,15}{0.3} = 1340 \text{ Н}$$

2.5. Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров.

В качестве привода зажимного устройства применяем механизм с гидропластом.

Расчет сводится к определению толщины тонкостенной втулки и определению допустимого крутящего момента, при заданных конструктивных параметрах

Исходные данные:

$D=70$ мм, - диаметр вала

$L=90$ мм, длина зажимаемой части вала

Определяем толщину тонкостенной части втулки [1, стр. 124]

$$h=0.025D=0.025 \times 70 = 1.75 \text{ мм}$$

Принимаем $h=2$ мм

Высота полости под гидропласт [1, стр. 124]

$$H = 2\sqrt[3]{D} = 2\sqrt[3]{70} = 8.24 \text{ мм}$$

Принимаем $H=10$ мм

Допустимый крутящий момент [1, стр. 125]

$$M_{кр} = 5 \times 10^5 \times m \times \sqrt{m} \times i \times D^2$$

$$m = h/0.5D$$

$$i = \Delta D_{доп} - S_{max}$$

$$\Delta D_{доп} = 0.003D$$

Где,

$\Delta D_{доп}$ -допускаемая деформация втулки

S_{max} - максимальный зазор между втулкой и валом

i – , запас деформации

$$i = 0,003 \times 70 - 0,01 = 0,011 \text{ мм}$$

$$m = \frac{0,2}{3,5} = 0,06 \text{ см}$$

$$M_{кр} = 5 \times 10^5 \times 0,06 \times \sqrt{0,06} \times 0,011 \times 7^2 = 3965 \text{ кгс} \times \text{см}$$

$$M_{кр} = 396 \text{ Н} \times \text{м}$$

$$W = \frac{M_{кр}}{0.5D \times f} = \frac{396}{0,5 \times 0,035 \times 0.3} = 7560 \text{ Н}$$

Следовательно усилие зажима превышает минимальное значение W из расчетной части.

2.6. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями – параллельностью, соосностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2.308-68.

2.7. Расчёт точности приспособления

В качестве расчетного параметра выбираем допуск выполняемого размера $18^{+0,43}$

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε_0 , которая не должна превышать допуск δ выполняемого размера при обработке заготовки, т.е. $\varepsilon_0 \leq \delta$.

1. Для расчета точности приспособления $\varepsilon_{пр}$ следует пользоваться формулой

[6, с.113]:

$$\varepsilon_{пр.} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (5)$$

δ – допуск выполняемого размера, $\delta = 0,43$ мм.;

$k_T = 1,2$ – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, (9, с. 151);

$k_{T1} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, (9, с. 151);

$k_{T2} = 0,6$ – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, (9, с. 152);

$\varepsilon_{\delta} = 0$ – погрешность базирования заготовки в приспособлении (в данном случае нет отклонения фактически достигнутого положения заготовки от требуемого)

$\varepsilon_z = 0,07 \text{ мм}$ – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, (2, с. 81);

$\varepsilon_y = 0,03 \text{ мм}$ – погрешность установки приспособления на станке, (9, с. 169);

$\varepsilon_n = 0,01 \text{ мм}$ – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления, (9, с. 169);

$\varepsilon_u = 0,005 \text{ мм}$ – погрешность от перекоса (смещения) инструмента;

$\omega = 0,08$ – экономическая точность обработки, (10, с. 211).

По формуле 5 определяем:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 0,43 - 1,2 \sqrt{(0,8 \times 0)^2 + 0,07^2 + 0,03^2 + 0,01^2 + 0,005^2 + (0,6 \times 0,08)^2} = 0,12 \text{ мм}$$

Принимаем $\varepsilon_{\text{пр}} = 0,05 \text{ мм} / 100 \text{ мм}$

2.8. Разработка маршрутного технологического процесса сборки и содержание операций.

Составим технологическую карту сборки фрезерного приспособления.

Таблица 2

№ операции	Название	Содержание
10	Сборка приспособления (Сб. 1)	1. Запрессовать втулку 9 в корпус 6 2. Запрессовать втулки 10 в корпус 7 3. Запрессовать фиксатор 1 в корпус 6

		4. Нанести смазку Dextron II на рабочую поверхность втулки 9 5. Установить корпус 7 во втулку 9 и зафиксировать гайкой 3 6. Ввинтить до упора втулку 11 7. Установить шпонки 18 и закрепить винтами 14 8. Залить гидропласт 21, стравить воздух и ввинтить винт 16 9. Ввинтить плунжер 2 10. С помощью регулировочной гайки 3 установить осевой люфт не более 0,05 мм, при этом корпус 7 должен вращаться с усилием не более 1 НхМ
20	Контрольная	Контролировать осевой люфт корпуса 7 (не более 0,05 м) Контролировать допуск параллельности 0,05, Указанный на чертеже

Задачей данной работы являлась разработка и конструкторская проработка приспособления. Закрепили навыки нахождения конструктивных решений на поставленные задачи. Была проделана следующая работа: разработано техническое задание на проектирование специального станочного приспособления (таблица 2); разработана принципиальная схема и компоновка приспособления; расчет исполнительных размеров элементов приспособления; составлена

расчетная схема и определена сила зажима; расчет точности приспособления.

С учетом того, что приспособление устанавливается на вертикально-фрезерный станок с ЧПУ XD-40A, конструктивно проработали компоновку приспособления. Зажим осуществляем с помощью гидропласта.