

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления детали типа «втулка». Чертеж детали представлен на рисунке 1.1.

Годовая программа выпуска: 55 000 шт.

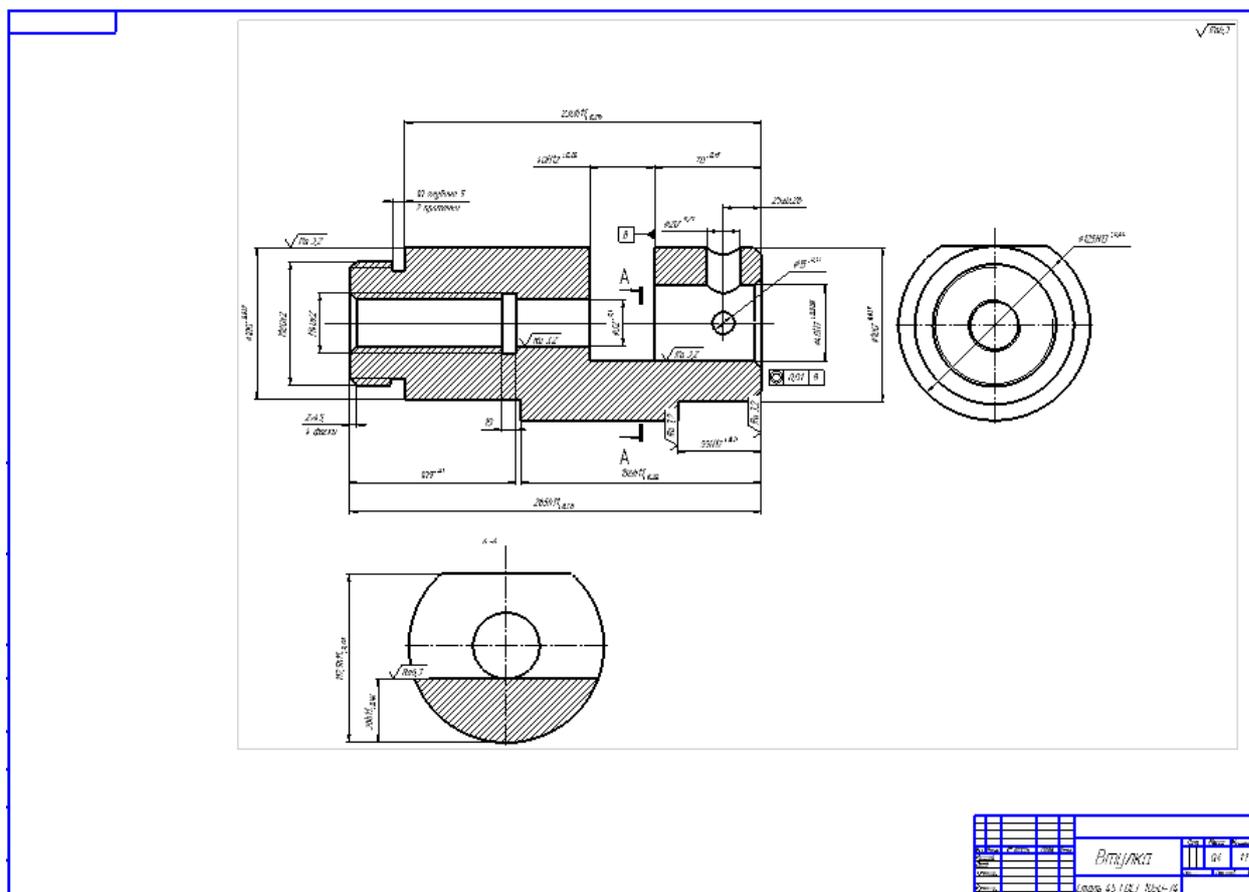


Рисунок 1.1 - Чертеж детали

1 Анализ технологичности детали

Деталь – Втулка (см. рис1.) изготовлена из стали 45 по ГОСТ 1050-88, существенным преимуществом которой является легкая обрабатываемость.

В качестве исходной заготовки выбираем горячую объемную штамповку на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ).

Деталь имеет сложную конструкцию, большое количество проточек, элементов, значительные перепады диаметров.

Значительную трудоемкость представляет фрезерование лысок, паза детали и сверление отверстий; для этого понадобится специальная технологическая оснастка.

Большой объем материала уходит в стружку, при этом коэффициент использования материала значительно уменьшается и увеличивается общее время обработки. Так как материал легко обрабатывается, силы резания будут незначительны. Отсутствуют высокие требования к качеству поверхности детали, что не требует шлифовальной операции. Деталь не требует термической обработки.

Ко всем поверхностям имеется свободный доступ режущих инструментов. Есть ряд поверхностей, которые могут использоваться в качестве баз. Что касается точности формы и расположения поверхностей, то, в данном случае, предъявлены жесткие требования к взаимному расположению поверхности относительно паза $40H12^{+0,25}$, а именно допуск перпендикулярности оси этого отверстия относительно стенок паза – не более 0,01 мм.

В целом можно отметить, что деталь является технологичной.

1.2 Определение типа производства

Для определения типа производства на этапе проектирования технологического процесса необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_в}{T_{cp}}, \quad (1)$$

где $t_в$ – такт выпуска детали, мин.;

T_{cp} – среднее штучно–калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_в = \frac{F_r}{N_r},$$

где F_r – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N_r – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [5,стр.22] при односменном режиме работы: $F_r = 2030$ ч.

Тогда

$$t_в = \frac{F_r}{N_r} = \frac{2030 \times 60}{55000} = 2,21 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

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

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

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 3 операции ($n=3$).

Штучно – калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [5,стр.147]:

$$T_{ш.ки} = \varphi_{к.і} \cdot T_{oi} \quad (3)$$

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

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

Для первой операции (токарная с ЧПУ): $\varphi_{к.1} = 2,14$;

Для второй операции (фрезерование и сверление): $\varphi_{к.2} = 1,73$;

Для третьей операции (шлифовальной): $\varphi_{к.4} = 2,10$

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [5, стр.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время первой операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов: растачивание отверстия, подрезка торца.

$$T_{o1} = (0,18 \cdot d \cdot l + 0,052(D^2 - d^2)) \cdot 10^{-3}$$

где d – диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Тогда:

$$T_{o1} = (0,18 \cdot 100 \cdot 55 + 0,052 \cdot (125^2 - 0^2)) \cdot 10^{-3} = 1,8 \text{ мин};$$

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

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{o.1} = 2,14 \cdot 1,8 = 3,85 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время второй операции (см. чертеж детали)

где B – ширина обрабатываемой поверхности.

Тогда:

$$T_{02} = (0,034 \cdot 40 \cdot 87) \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ мин}$$

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

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{0,2} = 1,73 \cdot 0,12 = 0,21 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для третьей, шлифовальной операции (см. чертеж детали):

$$T_{03} = (0,1 \cdot d \cdot l + 2,5 \cdot l) \cdot 10^{-3}$$

тогда

$$T_{03} = (0,1 \cdot 40 \cdot 70 + 2,5 \cdot 70) \cdot 10^{-3} = 0,46 \text{ мин,}$$

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

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{0,3} = 2,1 \cdot 0,46 = 0,97 \text{ мин.}$$

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

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.кi}}{n} = \frac{T_{ш.к1} + T_{ш.к2} + T_{ш.к3}}{3} = \frac{3,85 + 0,21 + 0,97}{3} = 1,68 \text{ мин.}$$

Коэффициент закрепления операция определяем по формуле (1):

$$K_{з.о.} = \frac{t_{в}}{T_{cp}} = \frac{2,21}{1,68} = 1,32$$

Так как $10 \geq K_{з.о.} = 10,59 \geq 1$, то тип производства - крупносерийное.

1.3 Выбор исходной заготовки

Первоочередной этап маршрута – это выбор исходной заготовки.

Для изготовления детали приведенной на рис. 1. в качестве исходной заготовки выбираем горячую объемную штамповку на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ). Эскиз заготовки представлен на рис. 2.

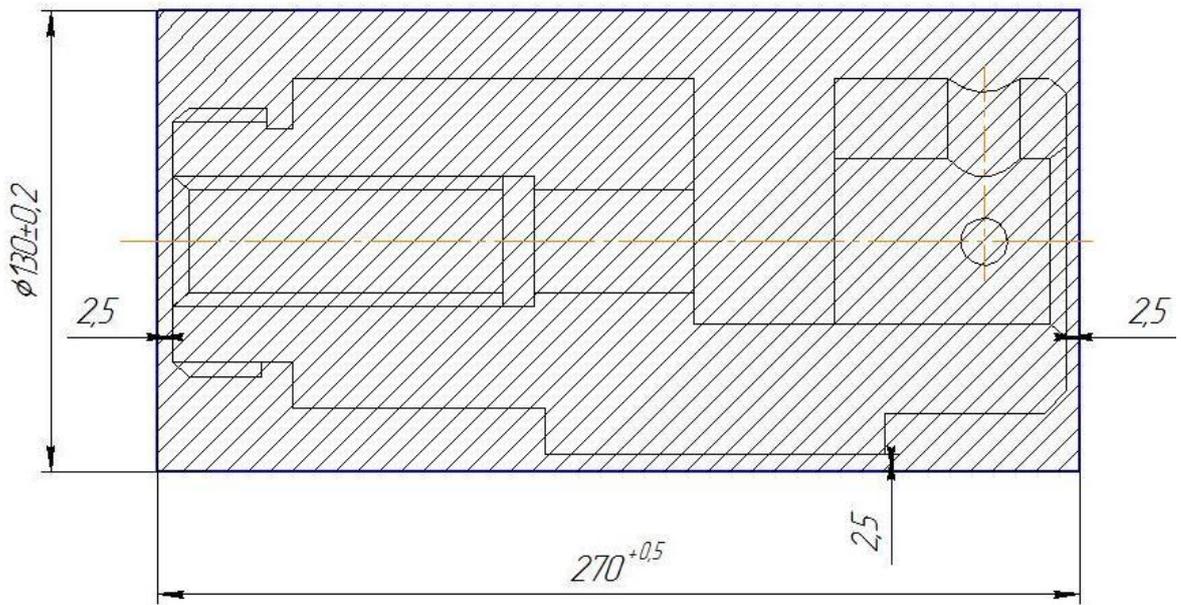


Рисунок 2 – Эскиз заготовки

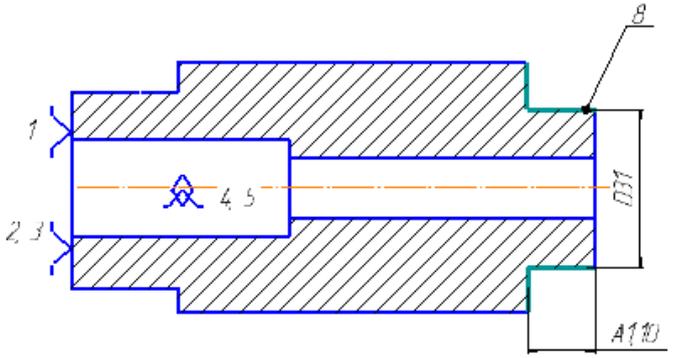
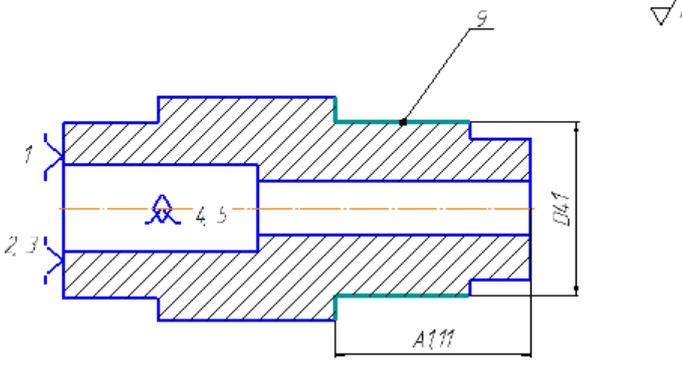
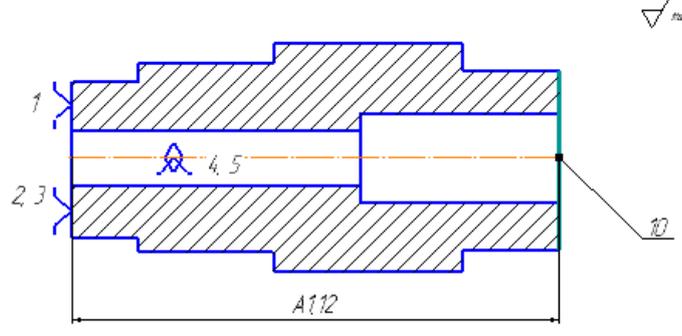
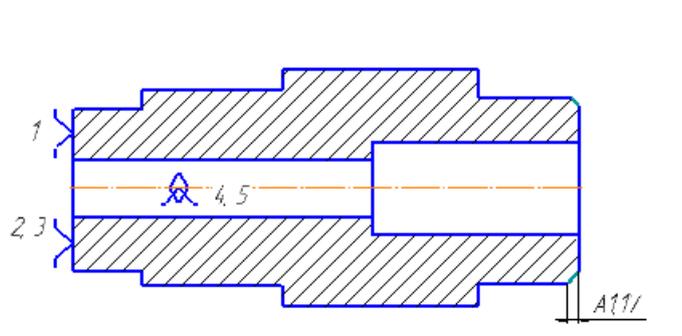
1.4 Разработка маршрута изготовления детали

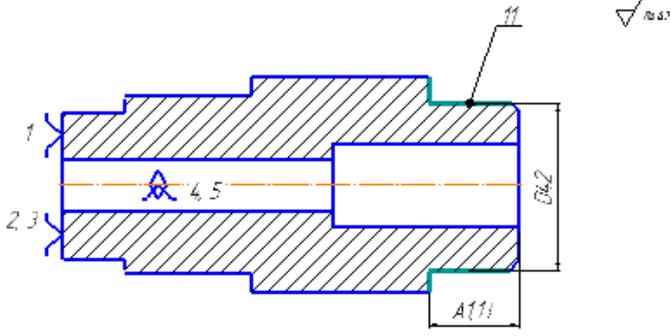
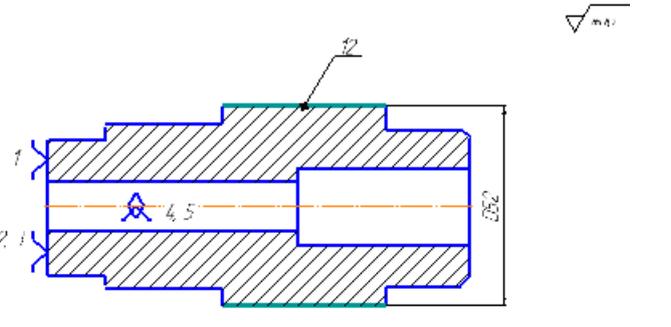
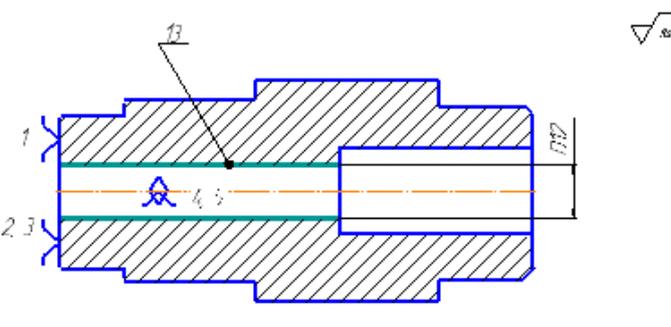
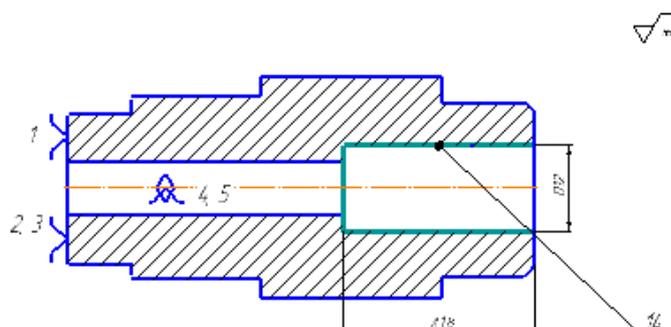
Маршрут технологии изготовления детали типа «втулка» представлен в таблице 1. Предварительный маршрут включает в себя схемы базирования заготовки, выдерживаемые технологические размеры, а так же тексты переходов и их эскизы.

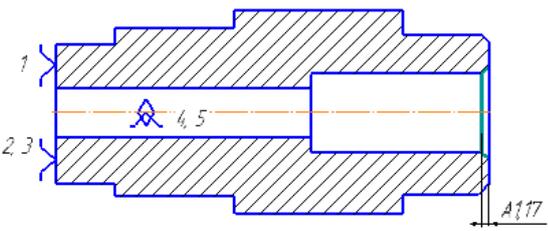
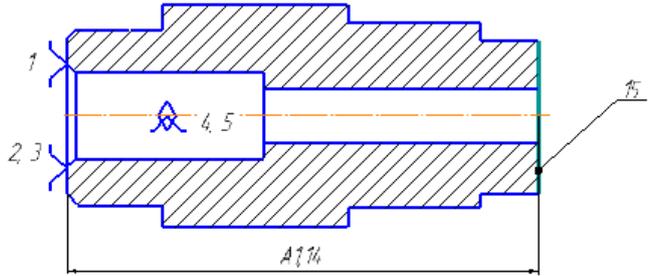
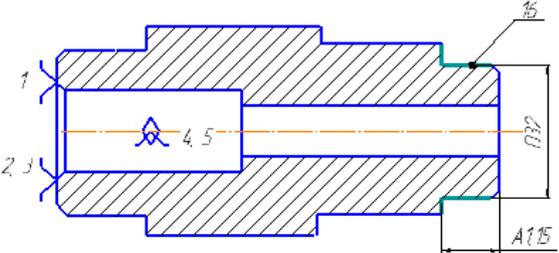
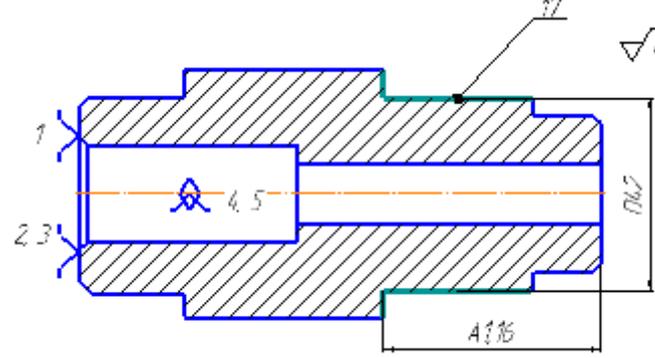
Таблица 1 - Маршрут обработки

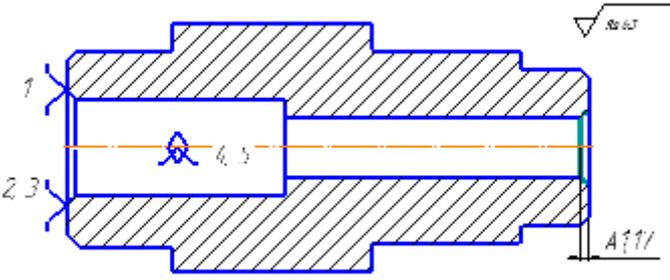
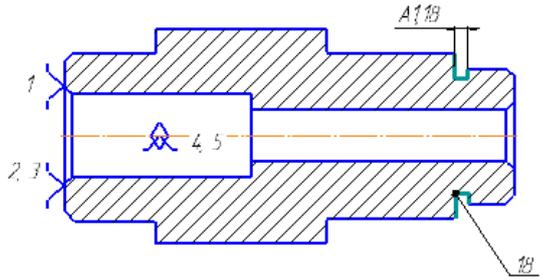
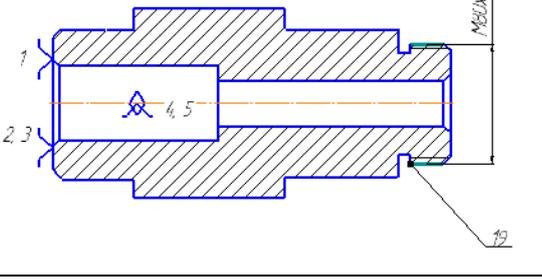
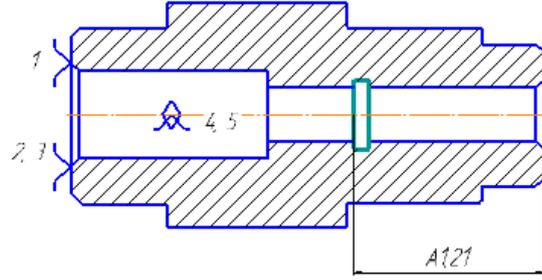
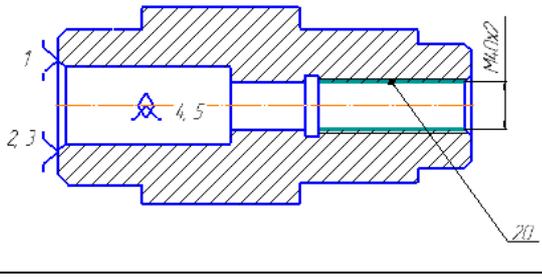
№ оп	№ пер	Наименование операции и содержание перехода	Операционный эскиз
005	1	Установить и снять деталь Отрезная операция Отковать заготовку,	
010	1	Подрезать торец 1, выдерживая размер A1.6.	
	2	Точить поверхность 2 в размер D41 с подрезкой торца, выдерживая размер A1.7.	

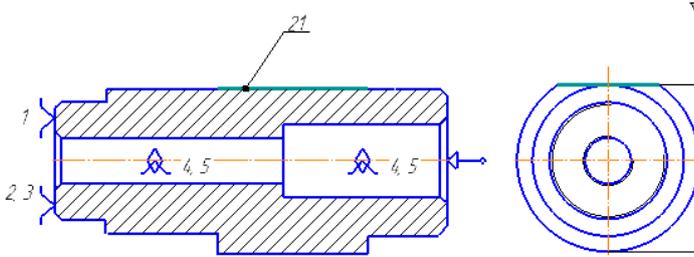
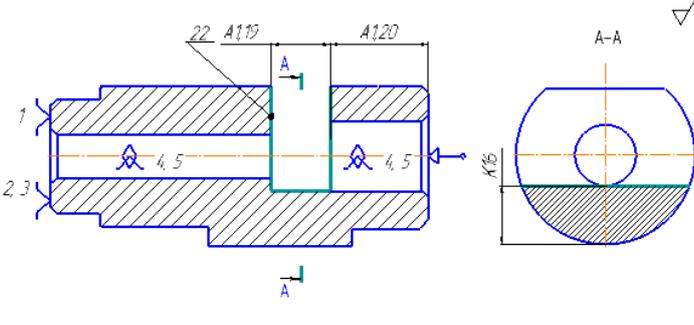
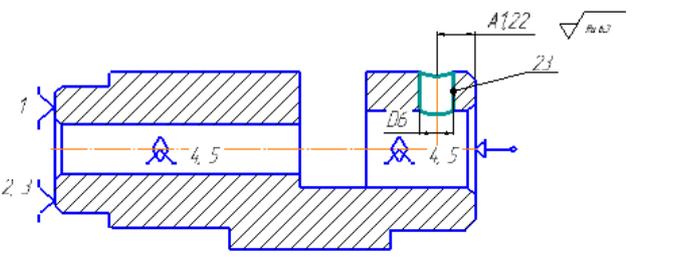
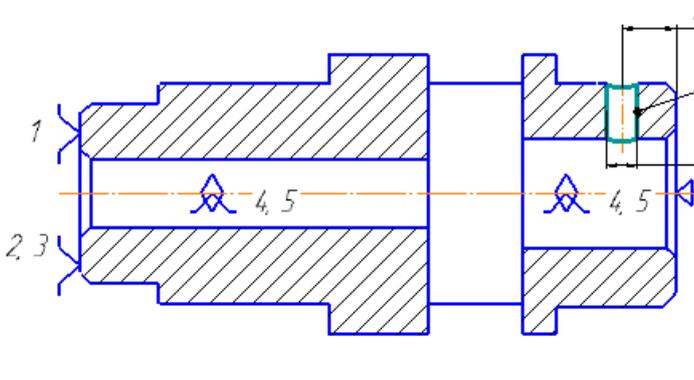
3	Точить поверхность 3 в размер D51.	
4	Расточить поверхность 5, выдерживая размер D11	
5	Расточить поверхность 6 в размер D21, выдерживая размер A1.8.	
6	Установить и снять заготовку. Подрезать торец 7. выдерживая размер A1.9.	

	7	Точить поверхность 8 с подрезкой торца в размер D31, выдерживая размер A1.10.	
	8	Точить поверхность 9 с подрезкой торца в размер D41, выдерживая размер A1.11.	
015	1	Установить и снять заготовку. Подрезать торец 10, выдерживая размер A1.12.	
	2	Точить фаску A1.17x45.	

3	Точить поверхность 11 в размер D42, выдерживая размер A1.13.	
4	Точить поверхность 12 в размер D52.	
5	Расточить поверхность 13, выдерживая размер D12.	
6	Расточить поверхность 14 с подрезкой торца в размер D12, выдерживая размер A1.8.	

7	<p>Расточить фаску A1.17x45 .</p>	
8	<p>Подрезать торец 15, выдерживая размер A1.14.</p>	
9	<p>Точить поверхность 16 с подрезкой торца в размер D32, выдерживая размер A1.15.</p>	
10	<p>Точить поверхность 17 с подрезкой торца в размер D42, выдерживая размер A1.16.</p>	

11	расточить фаску A1.17x45 .	
12	Точить проточку 18 в размер A1.18.	
13	Нарезать резьбу M80x2 на поверхности 19.	
14	Расточить проточку , выдер- живая размер A1.21.	
15	Нарезать резьбу M40x2 в отв. поверхность 20.	

025		Фрезеровать лыску поверхность 21, выдерживая размер К17.	
030		Фрезеровать пазповерхность 22, выдерживая размеры А1.19, А1.20.	
035	1	Сверлить отверстие 23 в размер D6. выдерживая размер А1.22.	
	2	Сверлить отверстие 24 в размер D7, выдерживая размер А1.22.	

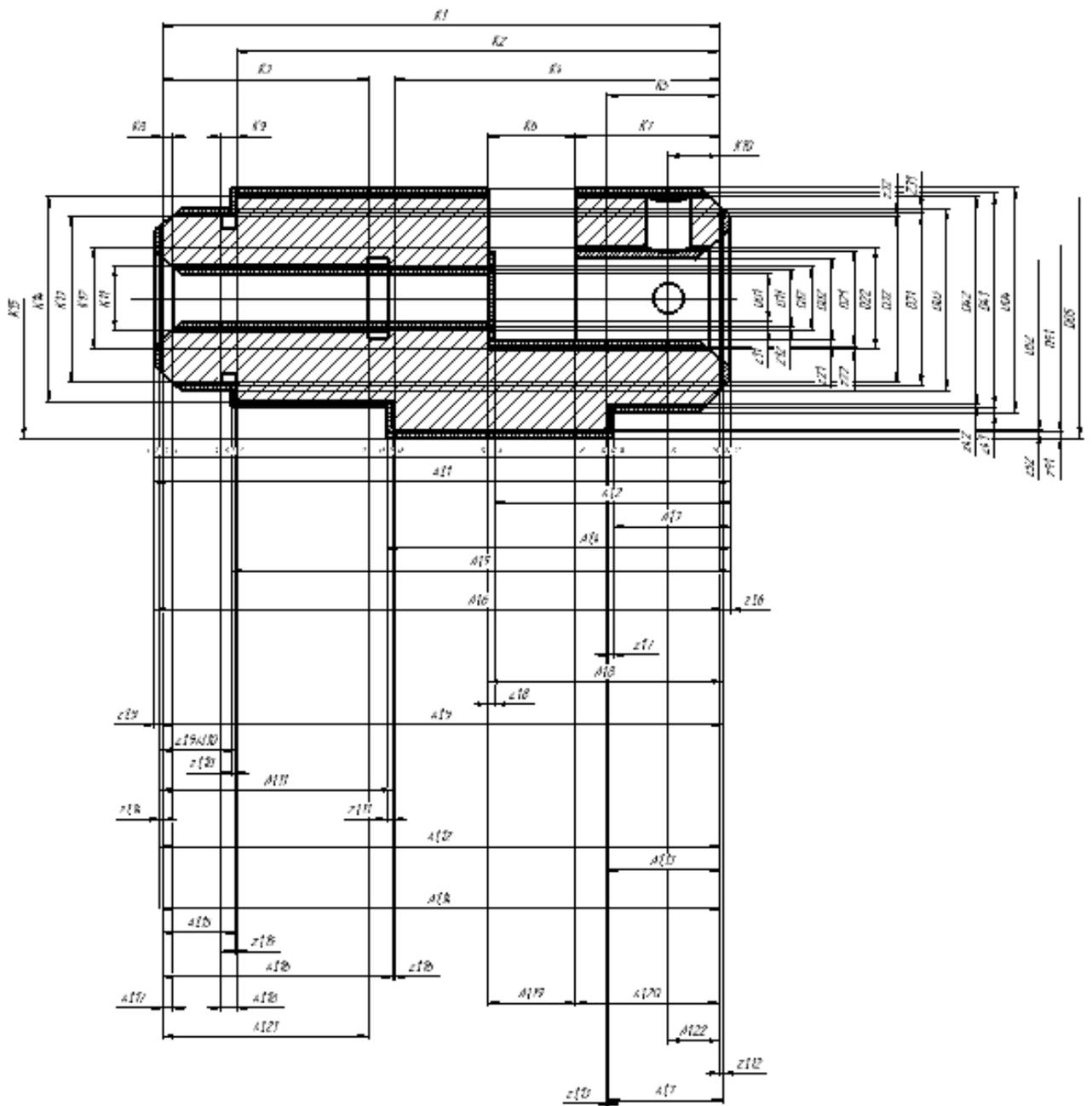


рис. 1.2 Размерная схема

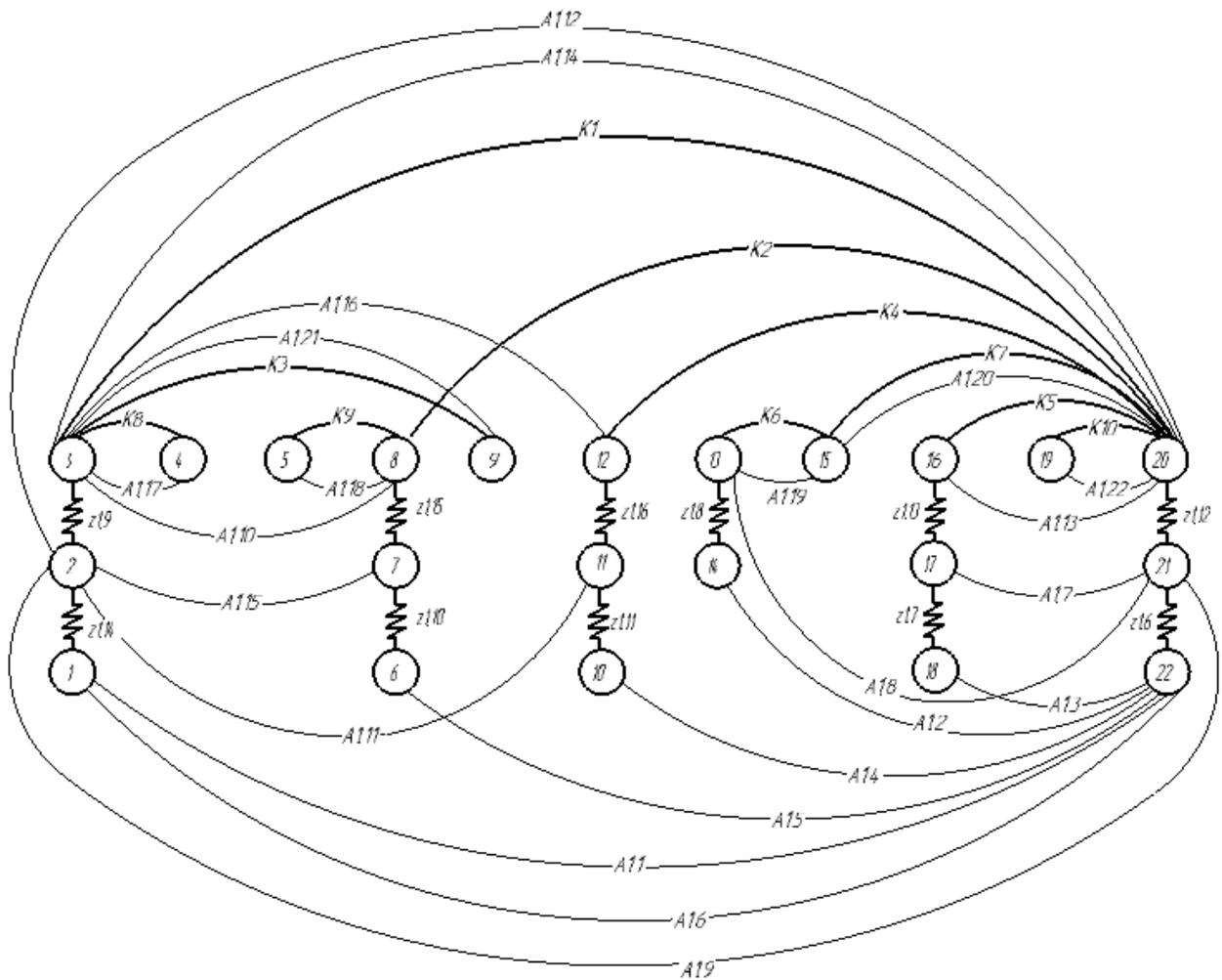


рис. 1.3 Граф технологических размеров

1.4 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовление детали

1.4.1 Определение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности. Эти таблицы включают в себя статистические данные по погрешностям размерам заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках. Величина допуска непосредственно зависит

от вида и метода обработки, используемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

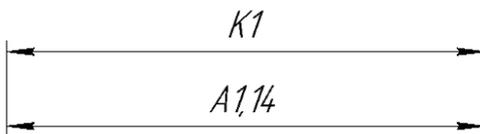
Допуски на линейные размеры, мм.	Допуски на диаметральные размеры, мм.
$TA_{1,1} = 0,8$	$TD_{01} = 0,6$
$TA_{1,2} = 0,6$	$TD_{02} = 0,6$
$TA_{1,3} = 0,4$	$TD_{03} = 0,7$
$TA_{1,4} = 0,5$	$TD_{04} = 0,7$
$TA_{1,5} = 0,6$	$TD_{05} = 0,8$
$TA_{1,6} = 0,3$	$TD_{11} = 0,25$
$TA_{1,7} = 0,2$	$TD_{21} = 0,25$
$TA_{1,8} = 0,4$	$TD_{31} = 0,3$
$TA_{1,9} = 0,14$	$TD_{41} = 0,5$
$TA_{1,10} = 0,1$	$TD_{51} = 0,6$
$TA_{1,11} = 0,15$	$TD_{12} = \omega_i = 0,1$
$TA_{1,12} = 0,1$	$TD_{22} = \omega_i = 0,025$
$TA_{1,13} = \omega_i = 0,25 - 0,19 = 0,06$	$TD_{32} = \omega_i = 0,29$
$TA_{1,14} = 0,32$	$TD_{42} = \omega_i = 0,039$
$TA_{1,15} = 0,15$	$TD_{52} = \omega_i = 0,63$
$TA_{1,16} = \omega_i = 0,1$	
$TA_{1,17} = \omega_i = 0,07$	
$TA_{1,18} = \omega_i = 0,05$	
$TA_{1,19} = \omega_i = 0,25$	
$TA_{1,20} = \omega_i = 0,19$	
$TA_{1,21} = \omega_i = 0,1$	
$TA_{1,22} = \omega_i = 0,54$	

1.4.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

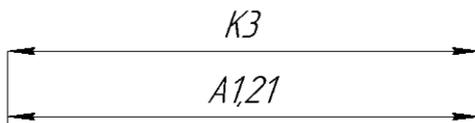
Для проверки обеспечения точности конструкторских размеров необходимо построить размерную схему отдельно в осевом и радиальном направлениях. На данную схему наносят все технологические размеры, припуски на обработку, а так же конструкторские размеры. На основании построенной размерной схемы выделяют размерные цепи, замыкающимися звеньями в которых являются конструкторские размеры и припуски на обработку.

Конструкторские размеры выдерживаемые непосредственно:

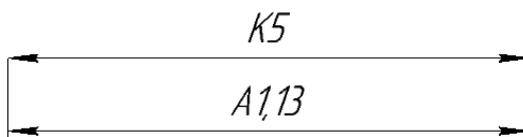
1. $K_1 = A_{1,14}$



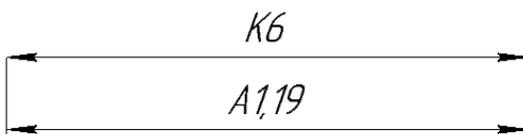
2. $K_3 = A_{1,21}$



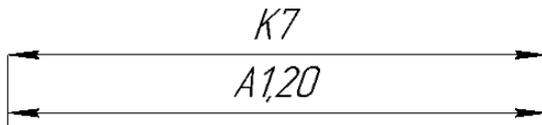
3. $K_5 = A_{1,13}$



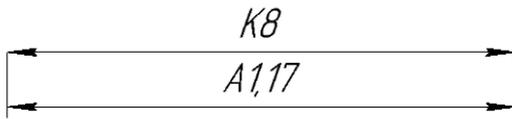
4. $K_6 = A_{1,19}$



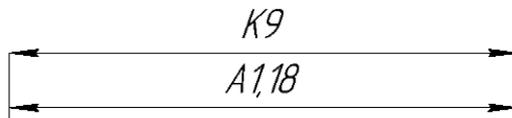
5. $K_7 = A_{1,20}$



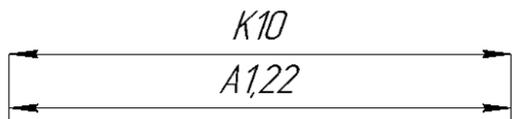
$$6. K_8 = A_{1,17}$$



$$7. K_8 = A_{1,18}$$



$$8. K_{10} = A_{1,22}$$



$$9. K_{11} = D_{12}$$

$$10. K_{12} = D_{22}$$

$$11. K_{13} = D_{32}$$

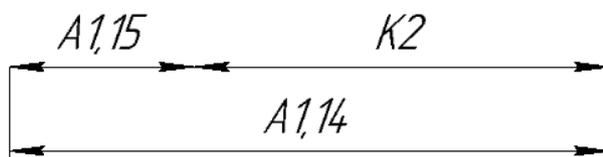
$$12. K_{14} = D_{42}$$

$$13. K_{15} = D_{42}$$

Руководствуясь правилом, что при расчете размерных цепей методом максимума-минимума допуск замыкающего звена равен сумме допусков

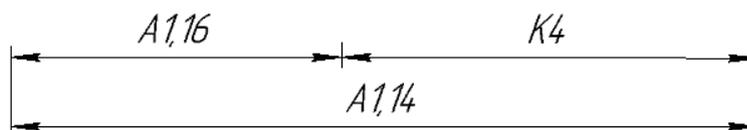
составляющих звеньев, проверим обеспечение допусков конструкторских размеров, непосредственно не выдерживаемых.

1. Проверка размера K_2 .



$$TK_2 = TA_{1,14} + TA_{1,15} = 0,32 + 0,15 = 0,47 < 1$$

2. Проверка размера K_4 .



$$TK_4 = TA_{1,16} + TA_{1,14} = 0,07 + 0,32 = 0,39 < 0,42$$

Данная технология обеспечивает получение всех конструкторских размеров.

1.4.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров

Расчет минимальных припусков

Существует два метода определения минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический [7].

При нормативном методе значения $Z_{i \min}$ находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных.

При расчетно-аналитическом методе $Z_{i \text{ min}}$ находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки.

Расчет минимальных значений для диаметральных припусков производим, пользуясь формулой:

$$z_i^{\text{D min}} = 2 \cdot \left(R_{z \text{ i-1}} + h_{\text{i-1}} + \sqrt{\rho_{\text{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (4)$$

где: $z_{\text{min i}}^{\text{D}}$ – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

$R_{z \text{ i-1}}$ – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

$h_{\text{i-1}}$ - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

$\rho_{\text{i-1}}$ – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{\text{i-1}} = \sqrt{\rho_{\text{f i-1}}^2 + \rho_{\text{p i-1}}^2}, \quad (5)$$

где: $\rho_{\text{f i-1}}$ – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$\rho_{\text{p i-1}}$ – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$$z_{11}^{\text{D min}} = 2 \cdot \left(0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,5^2} \right) = 2,33 \text{ мм},$$

$$z_{21}^{\text{D min}} = 2 \cdot \left(0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,5^2} \right) = 2,33 \text{ мм},$$

$$z_{31}^{\text{D min}} = 2 \cdot \left(0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,5^2} \right) = 2,33 \text{ мм},$$

$$z_{41}^{\text{D min}} = 2 \cdot \left(0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,7^2} \right) = 2,64 \text{ мм},$$

$$z_{51}^{\text{D min}} = 2 \cdot \left(0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,7^2} \right) = 2,64 \text{ мм},$$

$$z_{12}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,02^2}) = 0,58 \text{ мм},$$

$$z_{22}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,02^2}) = 0,58 \text{ мм}.$$

$$z_{32}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,04^2}) = 0,59 \text{ мм},$$

$$z_{42}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,04^2}) = 0,59 \text{ мм},$$

$$z_{52}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,06^2}) = 0,60 \text{ мм}$$

Расчет минимальных значений для линейных припусков производим, пользуясь формулой:

$$z_i^{\min} = R_{z \ i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, \quad (6)$$

где: $z_{\min i}^D$ – минимальный припуск на длину для рассматриваемой обработки, мкм;

$R_{z \ i-1}$ – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

h_{i-1} - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi \ i-1}^2 + \rho_{p \ i-1}^2, \quad (7)$$

где: $\rho_{\phi \ i-1}$ – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$\rho_{p \ i-1}$ – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$$z_{l6}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{l7}^{\min} = 0,16 + 0,2 + 0,6 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{l8}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{l9}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{l10}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{l11}^{\min} = 0,16 + 0,2 + 0,6 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{l12}^{\min} = 0,04 + 0,05 + 0,2 = 0,29 \text{ мм},$$

$$z_{l13}^{\min} = 0,04 + 0,05 + 0,2 = 0,29 \text{ мм},$$

$$z_{l14}^{\min} = 0,04 + 0,05 + 0,2 = 0,29 \text{ мм},$$

$$z_{l15}^{\min} = 0,04 + 0,05 + 0,2 = 0,29 \text{ мм},$$

$$z_{l16}^{\min} = 0,04 + 0,05 + 0,2 = 0,29 \text{ мм}.$$

1.4.4 Расчет диаметральных технологических размеров

$$D_{12} = 32^{+0,1} \text{ мм},$$

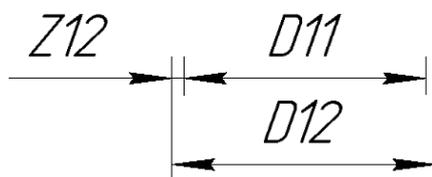
$$D_{22} = 48^{+0,025} \text{ мм},$$

$$D_{32} = 80_{-0,29} \text{ мм},$$

$$D_{42} = 100^{+0,039} \text{ мм},$$

$$D_{52} = 125^{+0,63} \text{ мм}$$

1. Найдем технологический размер D_{12} .



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера D_{11} .

$$z_{12}^{\text{D cp}} = D_{12}^{\text{cp}} - D_{11}^{\text{cp}}$$

$$D_{11}^{\text{cp}} = D_{12}^{\text{cp}} - 2z_{12}^{\text{D cp}}$$

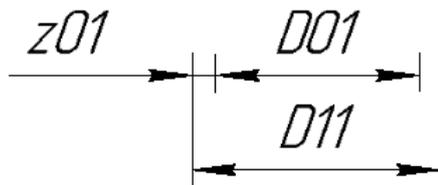
$$D_{12}^{cp} = K_{11}^{cp} = 32,05 \text{ мм},$$

$$z_{12}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{12}^{D \text{ min}} + (z_{12}^{D \text{ min}} + TD_{12} + TD_{11})}{2} = \frac{0,59 + (0,59 + 0,1 + 0,25)}{2} = 0,765 \text{ мм},$$

$$D_{11}^{cp} = D_{12}^{cp} - 2z_{12}^{D \text{ cp}} = 32,05 - 2 * 0,765 = 30,52 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{11} = 30,52_{-0,1} \text{ мм}$.

2. Найдем технологический размер D_{01} .



$$z_{01}^{D \text{ cp}} = D_{11}^{cp} - D_{01}^{cp}$$

$$D_{01}^{cp} = D_{11}^{cp} - 2z_{01}^{D \text{ cp}}$$

$$D_{11}^{cp} = 30,47$$

$$z_{01}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{01}^{D \text{ min}} + (z_{01}^{D \text{ min}} + TD_{11} + TD_{01})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,25 + 0,6)}{2} = 2,755 \text{ мм},$$

$$D_{01}^{cp} = D_{11}^{cp} - 2z_{01}^{D \text{ cp}} = 30,47 - 2 * 0,6 = 29,27 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{12} = 29,27 \pm 0,3 \text{ мм}$.

3. Найдем технологический размер D_{21} .



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера D_{21} .

$$z_{22}^{D \text{ ср}} = D_{22}^{\text{ср}} - D_{21}^{\text{ср}}$$

$$D_{21}^{\text{ср}} = D_{22}^{\text{ср}} - 2z_{22}^{D \text{ ср}}$$

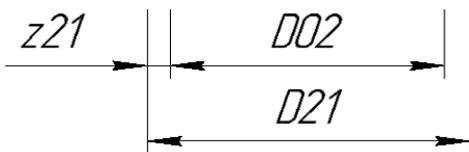
$$D_{22}^{\text{ср}} = K_{12}^{\text{ср}} = 48,013 \text{ мм},$$

$$z_{22}^{D \text{ ср}} = \frac{z_{22}^{D \text{ мин}} + (z_{22}^{D \text{ мин}} + TD_{22} + TD_{21})}{2} = \frac{0,6 + (0,6 + 0,025 + 0,25)}{2} = 0,738 \text{ мм},$$

$$D_{21}^{\text{ср}} = D_{22}^{\text{ср}} - 2z_{22}^{D \text{ ср}} = 48,013 - 2 * 0,738 = 46,537 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{21} = 46,537^{+0,25} \text{ мм}$.

4. Найдем технологический размер D_{02} .



$$z_{21}^{D \text{ ср}} = D_{21}^{\text{ср}} - D_{02}^{\text{ср}}$$

$$D_{02}^{\text{ср}} = D_{21}^{\text{ср}} - 2z_{21}^{D \text{ ср}}$$

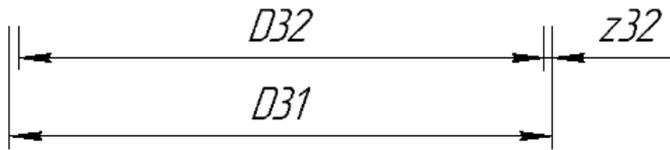
$$D_{21}^{\text{ср}} = 46,55$$

$$z_{21}^{D \text{ ср}} = \frac{z_{02}^{D \text{ мин}} + (z_{02}^{D \text{ мин}} + TD_{21} + TD_{02})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,25 + 0,6)}{2} = 2,755 \text{ мм},$$

$$D_{02}^{\text{ср}} = D_{21}^{\text{ср}} - 2z_{21}^{D \text{ ср}} = 46,55 - 2 * 0,6 = 45,35 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{12} = 45,35^{+0,4}_{-0,2} \text{ мм}$.

5. Найдем технологический размер D_{31} .



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера D_{31} .

$$z_{32}^{D \text{ ср}} = D_{31}^{\text{ср}} - D_{32}^{\text{ср}}$$

$$D_{31}^{\text{ср}} = D_{32}^{\text{ср}} + 2z_{32}^{D \text{ ср}}$$

$$D_{32}^{\text{ср}} = K_{13}^{\text{ср}} = 79,86 \text{ мм,}$$

$$z_{32}^{D \text{ ср}} = \frac{z_{32}^{D \text{ мин}} + (z_{32}^{D \text{ мин}} + TD_{32} + TD_{31})}{2} = \frac{0,59 + (0,59 + 0,29 + 0,3)}{2} = 0,885 \text{ мм,}$$

$$D_{31}^{\text{ср}} = D_{32}^{\text{ср}} + 2z_{32}^{D \text{ ср}} = 79,86 + 2 * 0,885 = 81,63 \text{ мм.}$$

Принимаем $D_{31} = 81,63_{-0,3} \text{ мм.}$

6. Найдем технологический размер D_{03} .



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера D_{03} .

$$z_{31}^{D \text{ ср}} = D_{03}^{\text{ср}} - D_{31}^{\text{ср}}$$

$$D_{03}^{\text{ср}} = D_{31}^{\text{ср}} + 2z_{31}^{D \text{ ср}}$$

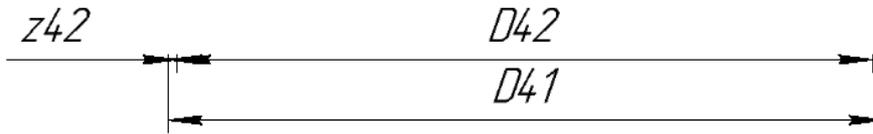
$$D_{31}^{\text{ср}} = 81,48 \text{ мм,}$$

$$z_{31}^{D \text{ ср}} = \frac{z_{31}^{D \text{ мин}} + (z_{31}^{D \text{ мин}} + TD_{31} + TD_{03})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,3 + 0,7)}{2} = 2,83 \text{ мм,}$$

$$D_{03}^{\text{ср}} = D_{31}^{\text{ср}} + 2z_{31}^{D \text{ ср}} = 81,48 + 2 * 2,83 = 87,14 \text{ мм.}$$

Принимаем $D_{31} = 87.14_{-0.7}$ мм

7. Найдем технологический размер D_{41} .



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера D_{41} .

$$z_{42}^{D \text{ ср}} = D_{41}^{\text{ср}} - D_{42}^{\text{ср}}$$

$$D_{41}^{\text{ср}} = D_{42}^{\text{ср}} + 2z_{42}^{D \text{ ср}}$$

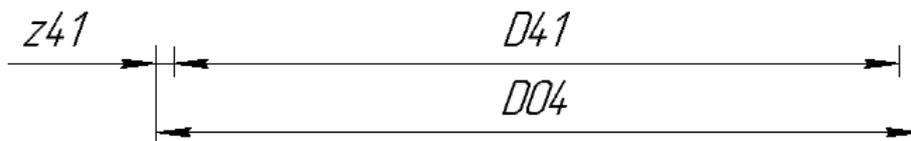
$$D_{42}^{\text{ср}} = K_{14}^{\text{ср}} = 100,02 \text{ мм},$$

$$z_{42}^{D \text{ ср}} = \frac{z_{42}^{D \text{ мин}} + (z_{42}^{D \text{ мин}} + TD_{42} + TD_{41})}{2} = \frac{0,59 + (0,59 + 0,039 + 0,5)}{2} = 0,86 \text{ мм},$$

$$D_{41}^{\text{ср}} = D_{42}^{\text{ср}} + 2z_{42}^{D \text{ ср}} = 100,02 + 2 * 0,86 = 101,74 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{41} = 101,74_{-0,5}$ мм.

8. Найдем технологический размер D_{04} .



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера D_{04} .

$$z_{41}^{D \text{ ср}} = D_{04}^{\text{ср}} - D_{41}^{\text{ср}}$$

$$D_{04}^{\text{ср}} = D_{41}^{\text{ср}} + 2z_{41}^{D \text{ ср}}$$

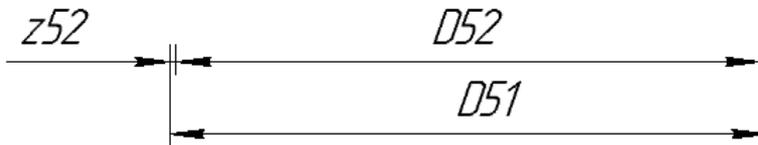
$$D_{41}^{cp} = 101,49 \text{ мм},$$

$$z_{41}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{41}^{D \text{ min}} + (z_{41}^{D \text{ min}} + TD_{41} + TD_{04})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,5 + 0,7)}{2} = 2,93 \text{ мм},$$

$$D_{04}^{cp} = D_{41}^{cp} + 2z_{41}^{D \text{ cp}} = 100,49 + 2 * 2,93 = 106,35 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{41} = 106,35_{-0,7} \text{ мм}$

9. Найдем технологический размер D_{51} .



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера D_{51} .

$$z_{52}^{D \text{ cp}} = D_{51}^{cp} - D_{52}^{cp}$$

$$D_{51}^{cp} = D_{52}^{cp} + 2z_{52}^{D \text{ cp}}$$

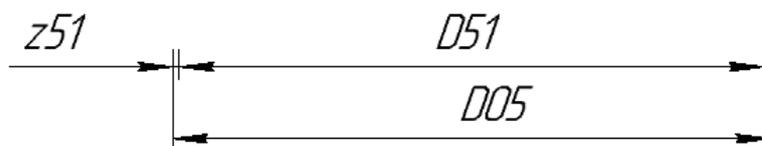
$$D_{52}^{cp} = K_{15}^{cp} = 125,315 \text{ мм},$$

$$z_{52}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{52}^{D \text{ min}} + (z_{52}^{D \text{ min}} + TD_{52} + TD_{51})}{2} = \frac{0,6 + (0,6 + 0,63 + 0,6)}{2} = 1,215 \text{ мм},$$

$$D_{51}^{cp} = D_{52}^{cp} + 2z_{52}^{D \text{ cp}} = 125,315 + 2 * 1,215 = 127,745 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{51} = 127,745_{-0,6} \text{ мм}.$

10. Найдем технологический размер D_{05} .



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера D_{05} .

$$z_{51}^{D \text{ cp}} = D_{05}^{\text{cp}} - D_{51}^{\text{cp}}$$

$$D_{05}^{\text{cp}} = D_{51}^{\text{cp}} + 2z_{51}^{D \text{ cp}}$$

$$D_{51}^{\text{cp}} = 127,445 \text{ мм,}$$

$$z_{51}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{51}^{D \text{ min}} + (z_{51}^{D \text{ min}} + TD_{51} + TD_{05})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,6 + 0,8)}{2} \\ = 3,03 \text{ мм,}$$

$$D_{05}^{\text{cp}} = D_{51}^{\text{cp}} + 2z_{51}^{D \text{ cp}} = 127,445 + 2 * 3,03 = 133,51 \text{ мм.}$$

$$\text{Принимаем } D_{51} = 133,51_{-0,8} \text{ мм}$$

1.4.5 Расчет линейных технологических размеров

$$A_{1,14} = 265_{-0,25} \text{ мм,}$$

$$A_{1,21} = 109^{+0,1} \text{ мм,}$$

$$A_{1,13} = 55^{+0,3} \text{ мм,}$$

$$A_{1,19} = 40^{+0,25} \text{ мм,}$$

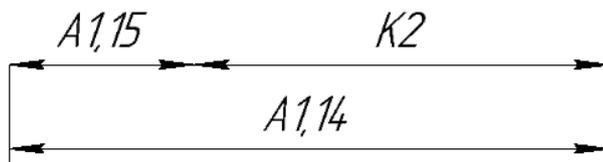
$$A_{1,20} = 70^{+0,19} \text{ мм,}$$

$$A_{1,17} = 2^{+0,07} \text{ мм,}$$

$$A_{1,18} = 10^{+0,05} \text{ мм,}$$

$$A_{1,22} = 25 \pm 0,26 \text{ мм,}$$

1. Найдем технологический размер $A_{1,15}$.



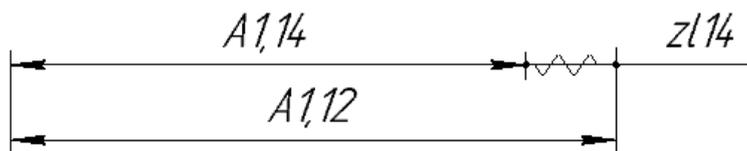
Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $A_{1,15}$.

$$A_{1,15}^{cp} = A_{1,14}^{cp} - K_2^{cp}$$

$$A_{1,15}^{cp} = 264.875 - 229.855 = 35.02 \text{ мм},$$

Принимаем $A_{1,15} = 35.02 \pm 0,3 \text{ мм}$.

2. Найдем технологический размер $A_{1,12}$.



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $A_{1,12}$.

$$z_{1,14}^{cp} = A_{1,14}^{cp} - A_{1,12}^{cp}$$

$$A_{1,12}^{cp} = A_{1,14}^{cp} + z_{1,14}^{cp}$$

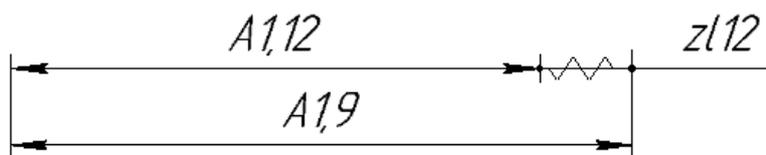
$$A_{1,14}^{cp} = 264.875 \text{ мм},$$

$$z_{1,14}^{cp} = \frac{z_{1,14}^{\min} + (z_{1,14}^{\min} + TA_{1,14} + TA_{1,12})}{2} = \frac{0,29 + (0,29 + 0,5 + 0,6)}{2} = 0,915 \text{ мм},$$

$$A_{1,12}^{cp} = A_{1,14}^{cp} + 1, = 264.875 + 0.915 = 265.79 \text{ мм},$$

Принимаем $A_{1,12} = 265.79 \pm 0.3 \text{ мм}$.

3. Найдем технологический размер $A_{1,9}$.



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $A_{1,9}$.

$$z_{1,12}^{cp} = A_{1,12}^{cp} - A_{1,9}^{cp}$$

$$A_{1,9}^{cp} = A_{1,12}^{cp} + z_{1,12}^{cp}$$

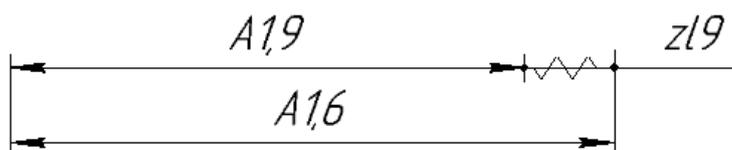
$$A_{1,12}^{cp} = 265.79 \text{ мм,}$$

$$z_{1,12}^{cp} = \frac{z_{1,12}^{min} + (z_{1,12}^{min} + TA_{1,12} + TA_{1,9})}{2} = \frac{0,29 + (0,29 + 0,6 + 0,14)}{2} = 0,715 \text{ мм,}$$

$$A_{1,9}^{cp} = A_{1,12}^{cp} + z_{1,12}^{cp} = 265.79 + 0.715 = 266.51 \text{ мм,}$$

Принимаем $A_{1,9} = 266.51 \pm 0.07 \text{ мм.}$

4. Найдем технологический размер $A_{1,16}$.



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $A_{1,16}$.

$$z_{1,9}^{cp} = A_{1,16}^{cp} - A_{1,9}^{cp}$$

$$A_{1,16}^{cp} = A_{1,9}^{cp} + z_{1,9}^{cp}$$

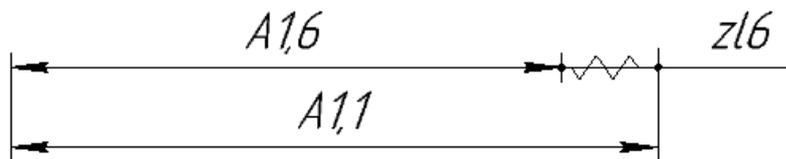
$$A_{1,9}^{cp} = 266.51 \text{ мм,}$$

$$z_{1,9}^{cp} = \frac{z_{1,9}^{min} + (z_{1,9}^{min} + TA_{1,16} + TA_{1,9})}{2} = \frac{0,96 + (0,96 + 0,1 + 0,6)}{2} = 1.08 \text{ мм,}$$

$$A_{1,6}^{cp} = A_{1,9}^{cp} + z_{1,9}^{cp} = 266.51 + 1.08 = 267.608 \text{ мм},$$

Принимаем $A_{1,6} = 267.608^{+0.1}$ мм.

5. Найдем технологический размер $A_{1,1}$.



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $A_{1,1}$.

$$z_{1,6}^{cp} = A_{1,1}^{cp} - A_{1,6}^{cp}$$

$$A_{1,1}^{cp} = A_{1,6}^{cp} + z_{1,6}^{cp}$$

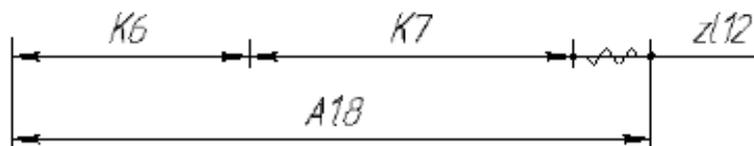
$$A_{1,6}^{cp} = 267.658 \text{ мм},$$

$$z_{1,6}^{cp} = \frac{z_{1,6}^{\min} + (z_{1,6}^{\min} + TA_{1,6} + TA_{1,1})}{2} = \frac{0,96 + (0,96 + 0,6 + 0,8)}{2} = 1.66 \text{ мм},$$

$$A_{1,1}^{cp} = A_{1,6}^{cp} + z_{1,6}^{cp} = 267.658 + 1.66 = 269.318 \text{ мм},$$

Принимаем $A_{1,1} = 269.318_{-0.2}^{+0.6}$ мм.

6. Найдем технологический размер $A_{1,8}$.



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $A_{1,8}$.

$$A_{1,8}^{cp} = K_6^{cp} + K_7^{cp} + z_{1,12}^{cp}$$

$$K_6^{cp} = 40.125 \text{ мм},$$

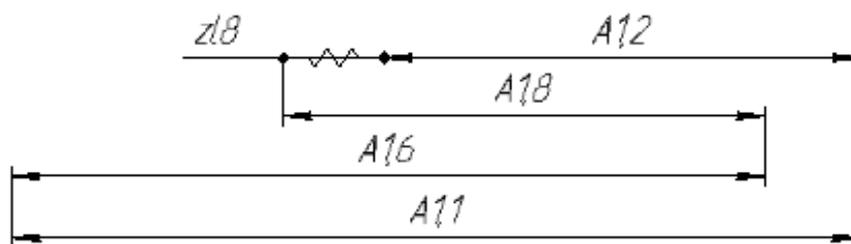
$$K_7^{\text{cp}} = 70,095 \text{ мм},$$

$$z_{1,12}^{\text{cp}} = 0,96 \text{ мм},$$

$$A_{1,8}^{\text{cp}} = 40,125 + 70,095 + 0,96 = 111,18 \text{ мм},$$

Принимаем $A_{1,8} = 111,18 \pm 0,2 \text{ мм}$.

7. Найдем технологический размер $A_{1,2}$.



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $A_{1,2}$.

$$A_{1,1}^{\text{cp}} = A_{1,6}^{\text{cp}} + (z_{1,8}^{\text{cp}} + A_{1,2}^{\text{cp}} - A_{1,8}^{\text{cp}})$$

$$A_{1,2}^{\text{cp}} = A_{1,1}^{\text{cp}} - z_{1,8}^{\text{cp}} - A_{1,6}^{\text{cp}} + A_{1,8}^{\text{cp}}$$

$$A_{1,1}^{\text{cp}} = 269,518 \text{ мм},$$

$$A_{1,6}^{\text{cp}} = 267,658 \text{ мм},$$

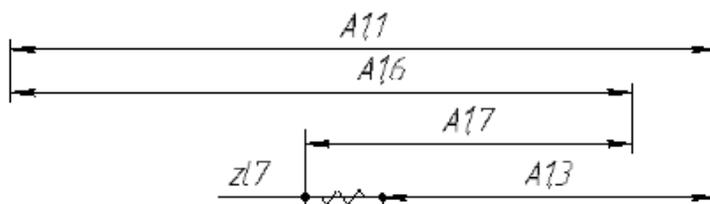
$$A_{1,8}^{\text{cp}} = 111,18 \text{ мм},$$

$$z_{1,8}^{\text{cp}} = \frac{z_{1,8}^{\text{min}} + (z_{1,8}^{\text{min}} + TA_{1,6} + TA_{1,1} + TA_{1,8})}{2} = \frac{0,96 + (0,96 + 0,3 + 0,8 + 0,4)}{2} = 1,71 \text{ мм},$$

$$A_{1,2}^{\text{cp}} = A_{1,1}^{\text{cp}} - z_{1,8}^{\text{cp}} - A_{1,6}^{\text{cp}} + A_{1,8}^{\text{cp}} = 269,518 - 1,71 - 267,658 + 111,18 = 138,33$$

Принимаем $A_{1,2} = 138,33_{-0,6} \text{ мм}$.

8. Найдем технологический размер $A_{1,7}$.



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $A_{1,7}$.

$$A_{1,7}^{cp} = A_{1,8}^{cp} - K_6^{cp} - K_7^{cp} - z_{1,13}^{cp} + K_5^{cp}$$

$$K_6^{cp} = 40,125 \text{ мм},$$

$$K_7^{cp} = 70,095 \text{ мм},$$

$$K_5^{cp} = 55,15 \text{ мм}$$

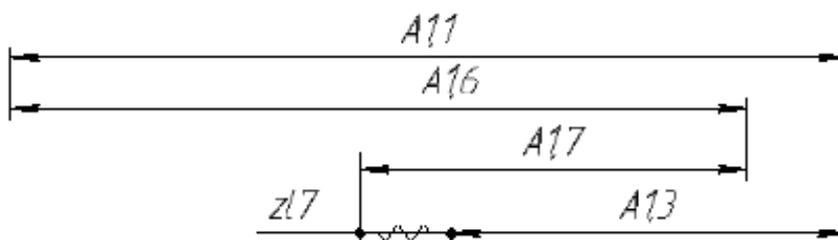
$$z_{1,6}^{cp} = 0,29 \text{ мм},$$

$$A_{1,8}^{cp} = 111,18 \text{ мм},$$

$$A_{1,7}^{cp} = 111,18 - 40,125 - 70,095 - 0,29 + 55,15 = 55,82 \text{ мм},$$

Принимаем $A_{1,7} = 55,82_{-0,2}$

9. Найдем технологический размер $A_{1,3}$.



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $A_{1,3}$.

$$z_{1,6}^{cp} = A_{1,1}^{cp} - A_{1,6}^{cp}$$

$$A_{1,1}^{cp} = A_{1,6}^{cp} + (z_{1,7}^{cp} + A_{1,3}^{cp} - A_{1,7}^{cp})$$

$$A_{1,3}^{cp} = A_{1,1}^{cp} - z_{1,7}^{cp} - A_{1,6}^{cp} + A_{1,7}^{cp}$$

$$A_{1,1}^{cp} = 269.518 \text{ мм,}$$

$$A_{1,6}^{cp} = 267.658 \text{ мм,}$$

$$A_{1,7}^{cp} = 55.82 \text{ мм,}$$

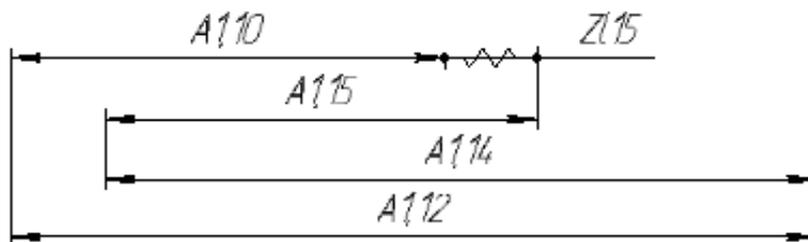
$$z_{1,3}^{cp} = \frac{z_{1,3}^{\min} + (z_{1,3}^{\min} + TA_{1,1} + TA_{1,6} + TA_{1,7})}{2} = \frac{0,29 + (0,29 + 0,8 + 0,3 + 0,2)}{2}$$

$$= 0,94 \text{ мм,}$$

$$A_{1,3}^{cp} = 269.518 - 0,94 - 267.658 + 55.82 = 56.74 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{1,3} = 56,74_{-0,4} \text{ мм.}$

10. Найдем технологический размер $A_{1,10}$.



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $A_{1,10}$.

$$A_{1,10}^{cp} = A_{1,12}^{cp} - z_{1,15}^{cp} - A_{1,14}^{cp} + A_{1,15}^{cp}$$

$$A_{1,12}^{cp} = 265.79 \text{ мм,}$$

$$A_{1,14}^{cp} = 264.875 \text{ мм,}$$

$$A_{1,15}^{cp} = 35.02 \text{ мм,}$$

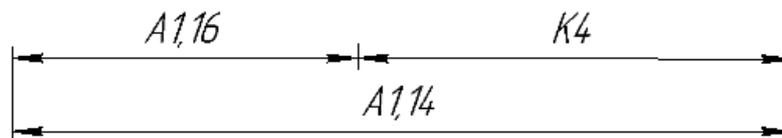
$$z_{1,15}^{cp} = \frac{z_{1,15}^{min} + (z_{1,15}^{min} + TA_{1,12} + TA_{1,14} + TA_{1,15})}{2} =$$

$$= \frac{0,29 + (0,29 + 0,1 + 0,32 + 0,15)}{2} = 0,575 \text{ мм},$$

$$A_{1,10}^{cp} = 265.79 - 0.575 - 264.875 + 35.02 = 35.36 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{1,10} = 35.36_{-0.1} \text{ мм}$.

11. Найдем технологический размер $A_{1,16}$.



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $A_{1,16}$.

$$K_4^{cp} = A_{1,14}^{cp} - A_{1,16}^{cp}$$

$$A_{1,16}^{cp} = K_4^{cp} - A_{1,14}^{cp}$$

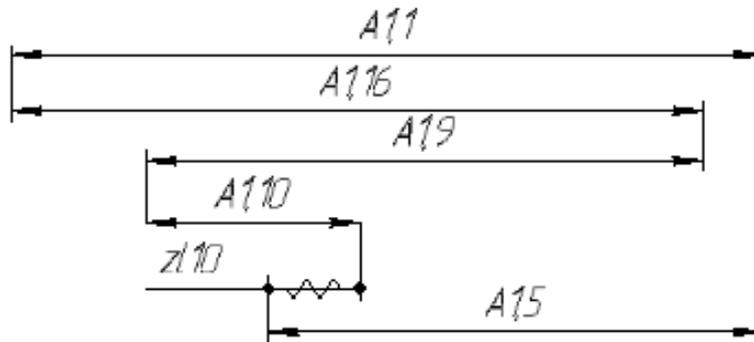
$$A_{1,14}^{cp} = 264.875 \text{ мм},$$

$$K_{10}^{cp} = 155.875 \text{ мм}$$

$$A_{1,16}^{cp} = A_{1,14}^{cp} - K_4^{cp} = +264.875 - 155.875 = 109 \text{ мм},$$

Принимаем $A_{1,16} = 109 \pm 0.05 \text{ мм}$.

12. Найдем технологический размер $A_{1,5}$.



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $A_{1,5}$.

$$A_{1,5}^{cp} = A_{1,16}^{cp} + A_{1,9}^{cp} - A_{1,10}^{cp} + z_{1,10}^{cp} - A_{1,1}^{cp}$$

$$A_{1,16}^{cp} = 109 \text{ мм},$$

$$A_{1,9}^{cp} = 266.51 \text{ мм},$$

$$A_{1,10}^{cp} = 35.31 \text{ мм},$$

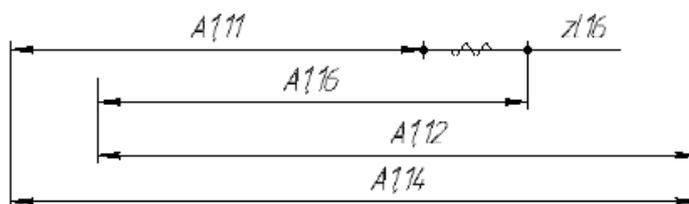
$$A_{1,1}^{cp} = 269.518 \text{ мм},$$

$$z_{1,10}^{cp} = \frac{z_{1,10}^{\min} + (z_{1,10}^{\min} + TA_{1,16} + TA_{1,9} + TA_{1,10} + TA_{1,1})}{2} = \frac{0,96 + (0,96 + 0,1 + 0,14 + 0,1 + 0,8)}{2} = 1,51 \text{ мм},$$

$$A_{1,5}^{cp} = A_{1,16}^{cp} + A_{1,9}^{cp} - A_{1,10}^{cp} + z_{1,10}^{cp} - A_{1,1}^{cp} = 109 + 266.51 - 35.31 + 1.51 - 269.518 = 232.192$$

Принимаем $A_{1,5} = 232.192_{-0,6} \text{ мм}$.

13. Найдем технологический размер $A_{1,11}$.



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $A_{1,11}$.

$$A_{1,11}^{cp} = A_{1,14}^{cp} - A_{1,12}^{cp} - z_{1,16}^{cp} + A_{1,16}^{cp}$$

$$A_{1,14}^{cp} = 264.875 \text{ мм},$$

$$A_{1,12}^{cp} = 265.79 \text{ мм},$$

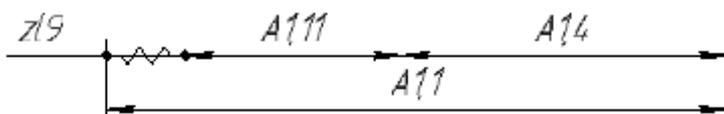
$$A_{1,16}^{cp} = 109 \text{ мм},$$

$$z_{1,16}^{cp} = \frac{z_{1,16}^{min} + (z_{1,16}^{min} + TA_{1,14} + TA_{1,12} + TA_{1,16})}{2} = \frac{0,29 + (0,29 + 0,32 + 0,14 + 0,1 + 0,1)}{2} = 0.62 \text{ мм},$$

$$A_{1,11}^{cp} = A_{1,14}^{cp} - A_{1,12}^{cp} - z_{1,16}^{cp} + A_{1,16}^{cp} = 264.875 - 265.79 - 0.62 + 109 = 107.465$$

Принимаем $A_{1,11} = 107.465_{-0.15} \text{ мм}$.

14. Найдем технологический размер $A_{1,4}$.



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $A_{1,4}$.

$$A_{1,4}^{cp} = A_{1,1}^{cp} - A_{1,11}^{cp} - z_{1,9}^{cp}$$

$$A_{1,1}^{cp} = 269.518 \text{ мм},$$

$$A_{1,11}^{cp} = 107.39 \text{ мм},$$

$$z_{1,9}^{cp} = \frac{z_{1,9}^{min} + (z_{1,9}^{min} + TA_{1,1} + TA_{1,11})}{2} = \frac{0,96 + (0,96 + 0,32 + 0,8 + 0,15)}{2} = 1.595 \text{ мм},$$

$$A_{1,4}^{cp} = A_{1,1}^{cp} - A_{1,11}^{cp} - z_{1,9}^{cp} = 269.518 - 107.39 - 1.595 = 160.533 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{1,4} = 160,533 \pm 0,25$ мм.

1.5 Расчет режимов и мощности резания переходов

При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка [6].

1. Токарная операция с ЧПУ.

Выполняется на токарном станке с ЧПУ Victor Vturn – X200 со следующими характеристиками:

- Частота вращения шпинделя 0-4200 об/мин регулируется бесступенчато, что позволяет использовать почти любую частоту.
- Мощность электродвигателя главного привода, кВт: 22
-

Установ А.

1) Подрезка торца 1.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=60^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; R=1,5 мм

Глубина резания:

За два прохода: $t_1=1$ мм, $t_2=0,5$ мм.

Подача: $S_1=0.3$ мм/об., $S_2=0,49$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

где K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания. $K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv}$, где K_{mv} - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot (750/\sigma_B)^{n_v}, \quad n_v = 1, \quad K_r = 1, \quad \sigma_B = 647 \text{ МПа}, \quad K_{mv} = 1 \cdot (750/647)^1 = 1.16;$$

K_{pv} - коэффициент учитывающий состояние поверхности, $K_{pv} = 0.8$;

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

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$1) \quad C_v = 350, \quad x = 0.15, \quad y = 0.2, \quad m = 0.2$$

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.3^{0.2}} \cdot 0.93 = 181,84 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{181,84 \cdot 1000}{3,14 \cdot 101,5} = 570 \text{ об/мин}$$

$$2) \quad C_v = 290, \quad x = 0.15, \quad y = 0.35, \quad m = 0.2$$

$$V_2 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0,56^{0.15} \cdot 0,49^{0.35}} \cdot 0,93 = 167,52 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{167,52 \cdot 1000}{3,14 \cdot 101,5} = 525 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

где K_p - поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} \quad ; \quad K_{mp} = (\sigma_B/750)^n \quad n = 0.75, \quad \sigma_B = 647 \text{ МПа},$$

$$K_{mp} = (647/750)^{0.75} = 0$$

$$1) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,79$$

$$C_p = 300, \quad x = 1, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15$$

$$P_{z1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 181,84^{-0,15} \cdot 0,79$$

$$= 437,9 \text{ Н}$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 167,52^{-0,15} \cdot 0,79$$

$$= 359,5 \text{ Н}$$

$$2) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p} = 0,9 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,568$$

$$C_p = 243, x = 0,9, y = 0,6, n = -0,3$$

$$P_{y1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 181,84^{-0,3} \cdot 0,568 \\ = 140,9H$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P \\ = 10 \cdot 243 \cdot 0,56^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 167,52^{-0,3} \cdot 0,568 = 116,45H$$

$$3) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p} = 0,9 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,999$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0,5, n = -0,4$$

$$P_{x1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,5} \cdot 181,84^{-0,4} \cdot 0,999 \\ = 232H$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 167,52^{-0,4} \cdot 0,999 \\ = 168,4H$$

2) Наружное точение до $\varnothing 101$ мм, с подрезкой торца

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=60^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=2$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t_1=1$ мм, $t_2=0,42$ мм.

Подача: $S_1=0,6$ мм/об., $S_2=0,32$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1,16 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,93$$

$$1) C_v = 290, x = 0,15, y = 0,35, m = 0,2$$

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,93 = 142 \frac{м}{мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{141,9 \cdot 1000}{3,14 \cdot 101} = 450 \text{ об/мин}$$

$$2) C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V_2 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,42^{0,15} \cdot 0,32^{0,35}} \cdot 0,93 = 201,3 \frac{\text{М}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{201,3 \cdot 1000}{3,14 \cdot 101,5} = 630 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z \ x \ y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$1) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,79$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_{z \ 1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 141,9^{-0,15} \cdot 0,79 = 773,6 \text{ Н}$$

$$P_{z \ 2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,42^1 \cdot 0,32^{0,75} \cdot 201,3^{-0,15} \cdot 0,79 = 190,4 \text{ Н}$$

$$2) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,568$$

$$C_p = 243, x = 0,9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_{y \ 1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,6^{0,6} \cdot 141,9^{-0,3} \cdot 0,568 = 229,6 \text{ Н}$$

$$P_{y \ 2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 0,42^{0,9} \cdot 0,32^{0,6} \cdot 201,3^{-0,3} \cdot 0,568 = 64,51 \text{ Н}$$

$$3) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,999$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_{x \ 1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,5} \cdot 141,9^{-0,4} \cdot 0,999 = 369,8 \text{ Н}$$

$$P_{y \ 2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 0,42^1 \cdot 0,32^{0,5} \cdot 201,3^{-0,4} \cdot 0,999 = 97,3 \text{ Н}$$

3) Наружное точение до $\emptyset 129$, с подрезкой торца.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t=0,75$ мм,

Подача: $S=0.49$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$1) C_V = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0.75^{0.15} \cdot 0.49^{0.35}} \cdot 0.93 = 158,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{158,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 129} = 390 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z \ x \ y} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$1) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_P = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 158,7^{-0,15} \cdot 0,84 = 502,4 \text{ Н}$$

$$2) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_P = 243, x = 0,9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 0,75^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 158,7^{-0,3} \cdot 0,74 = 190,9 \text{ Н}$$

$$3) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_P = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 158,7^{-0,4} \cdot 0,9 \\ = 211,4\text{Н}$$

Для снятия припуска z_{13} .

Глубина резания:

За два прохода: $t=1,03$ мм,

Подача: $S=0.49$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0,93$$

$$1) C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1,03^{0,15} \cdot 0,49^{0,35}} \cdot 0,93 = 152,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{152,4 \cdot 1000}{3,14 \cdot 244} = 200 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z \ x \ y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$1) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,03^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 152,4^{-0,15} \cdot 0,84 \\ = 714,9\text{Н}$$

$$2) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_p = 243, x = 0,9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 1,03^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 152,4^{-0,3} \cdot 0,74 \\ = 266,1\text{Н}$$

$$3) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 1,03^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 152,4^{-0,4} \cdot 0,9 \\ = 294,8 \text{ Н}$$

4) Растачивание поверхности 5.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=60^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; R=2 мм

Глубина резания:

За два прохода: $t_1=1$ мм, $t_2=0,42$ мм.

Подача: $S_1=0,6$ мм/об., $S_2=0,32$ мм/об.

Скорость резания:

При внутреннем продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1,16 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,93$$

$$4) C_v = 290, x = 0,15, y = 0,35, m = 0,2$$

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,93 = 142 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{141,9 \cdot 1000}{3,14 \cdot 31,5} = 1435 \text{ об/мин}$$

$$5) C_v = 290, x = 0,15, y = 0,35, m = 0,2$$

$$V_2 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,42^{0,15} \cdot 0,32^{0,35}} \cdot 0,93 = 201,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{201,3 \cdot 1000}{3,14 \cdot 31,5} = 2035 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$4) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,79$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$$

$$P_{z1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 141,9^{-0,15} \cdot 0,79 \\ = 773,6H$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,42^1 \cdot 0,32^{0,75} \cdot 201,3^{-0,15} \cdot 0,79 \\ = 190,4H$$

$$5) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,568$$

$$C_P = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0,6, \quad n = -0,3$$

$$P_{y1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,6^{0,6} \cdot 141,9^{-0,3} \cdot 0,568 \\ = 229,6H$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 0,42^{0,9} \cdot 0,32^{0,6} \cdot 201,3^{-0,3} \cdot 0,568 \\ = 64,51H$$

$$6) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,999$$

$$C_P = 339, \quad x = 1, \quad y = 0,5, \quad n = -0,4$$

$$P_{x1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,5} \cdot 141,9^{-0,4} \cdot 0,999 \\ = 369,8H$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 0,42^1 \cdot 0,32^{0,5} \cdot 201,3^{-0,4} \cdot 0,999 \\ = 97,3H$$

5) Растачивание поверхности б

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t=1,725$ мм,

Подача: $S=0,42$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$1) C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 1.725^{0.15} \cdot 0.42^{0.35}} \cdot 0.93 = 148.2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{148.2 \cdot 1000}{3.14 \cdot 50} = 944 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$1) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.93 = 0.84$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1.725^1 \cdot 0.42^{0.75} \cdot 148.2^{-0.15} \cdot 0.84 = 1066.5 \text{ Н}$$

$$2) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.82 = 0.74$$

$$C_p = 243, x = 0.9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 1.725^{0.9} \cdot 0.42^{0.6} \cdot 148.2^{-0.3} \cdot 0.74 = 348.2 \text{ Н}$$

$$3) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.9$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 1.725^1 \cdot 0.42^{0.5} \cdot 148.2^{-0.4} \cdot 0.9 = 460.4 \text{ Н}$$

б) Подрезка торца 7.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=60^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1.5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t_1=1$ мм, $t_2=0.5$ мм.

Подача: $S_1=0.3$ мм/об., $S_2=0.49$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

где K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания. $K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{nv}$, где K_{mv} - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot (750/\sigma_B)^{nv}, \quad n_v = 1, \quad K_r = 1, \quad \sigma_B = 647 \text{ МПа}, \quad K_{mv} = 1 \cdot (750/647)^1 = 1.16;$$

$$K_{nv} - \text{коэффициент учитывающий состояние поверхности}, \quad K_{nv} = 0.8;$$

$$K_{uv} - \text{коэффициент учитывающий материал инструмента}, \quad K_{uv} = 1$$

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$3) \quad C_v = 350, \quad x = 0.15, \quad y = 0.2, \quad m = 0.2$$

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.3^{0.2}} \cdot 0.93 = 181,84 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{181,84 \cdot 1000}{3,14 \cdot 88,5} = 654 \text{ об/мин}$$

$$4) \quad C_v = 290, \quad x = 0.15, \quad y = 0.35, \quad m = 0.2$$

$$V_2 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0,56^{0.15} \cdot 0,49^{0.35}} \cdot 0,93 = 167,52 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{167,52 \cdot 1000}{3,14 \cdot 88,5} = 602 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

где K_p - поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} \quad ; \quad K_{mp} = (\sigma_B/750)^n \quad n = 0.75, \quad \sigma_B = 647 \text{ МПа},$$

$$K_{mp} = (647/750)^{0.75} = 0.9$$

$$4) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,79$$

$$C_p = 300, \quad x = 1, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15$$

$$P_{z1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 181,84^{-0,15} \cdot 0,79 \\ = 437,9H$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 167,52^{-0,15} \cdot 0,79 \\ = 359,5H$$

$$5) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,568$$

$$C_P = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0,6, \quad n = -0,3$$

$$P_{y1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 181,84^{-0,3} \cdot 0,568 \\ = 140,9H$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P \\ = 10 \cdot 243 \cdot 0,56^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 167,52^{-0,3} \cdot 0,568 = 116,45H$$

$$6) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,999$$

$$C_P = 339, \quad x = 1, \quad y = 0,5, \quad n = -0,4$$

$$P_{x1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,5} \cdot 181,84^{-0,4} \cdot 0,999 \\ = 232H$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 167,52^{-0,4} \cdot 0,999 \\ = 168,4H$$

7) Наружное точение поверхности 8 с подрезкой торца.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t=0,75$ мм,

Подача: $S=0.49$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0,93$$

$$2) C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0,75^{0.15} \cdot 0,49^{0.35}} \cdot 0,93 = 158,7 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{158,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 81,3} = 620 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z \ x \ y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$4) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0.75} \cdot 158,7^{-0.15} \cdot 0,84 = 502,4 \text{ Н}$$

$$5) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_p = 243, x = 0,9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 0,75^{0.9} \cdot 0,49^{0.6} \cdot 158,7^{-0.3} \cdot 0,74 = 190,9 \text{ Н}$$

$$6) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0.5} \cdot 158,7^{-0.4} \cdot 0,9 = 211,4 \text{ Н}$$

8) Наружное точение поверхности 9 с подрезкой торца.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi = 45^\circ$; $\gamma = 10$; $\lambda = 0^\circ$; $R = 1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t = 0,75$ мм,

Подача: $S = 0.49$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$3) C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0.75^{0.15} \cdot 0.49^{0.35}} \cdot 0.93 = 158,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{158,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 99,9} = 506 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z \ x \ y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$7) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0.75} \cdot 158,7^{-0.15} \cdot 0,84 = 502,4 \text{ Н}$$

$$8) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_p = 243, x = 0,9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 0,75^{0.9} \cdot 0,49^{0.6} \cdot 158,7^{-0.3} \cdot 0,74 = 190,9 \text{ Н}$$

$$9) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0.5} \cdot 158,7^{-0.4} \cdot 0,9 = 211,4 \text{ Н}$$

Операция 015

1) Подрезка торца 10.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=60^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t_1=1$ мм, $t_2=0,5$ мм.

Подача: $S_1=0.3$ мм/об., $S_2=0,49$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

где K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания. $K_V=K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv}$, где K_{mv} - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{mv}=K_f \cdot (750/\sigma_B)^{nv}, n_v=1, K_f=1, \sigma_B=647 \text{ МПа}, K_{mv}=1 \cdot (750/647)^1=1.16;$$

K_{pv} - коэффициент учитывающий состояние поверхности, $K_{pv}=0.8$;

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

$$K_V=1.16 \cdot 0.8 \cdot 1=0,93$$

$$5) C_V=350, x=0.15, y=0.2, m=0.2$$

$$V_1 = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0,93 = 181,84 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{181,84 \cdot 1000}{3,14 \cdot 101,5} = 570 \text{ об/мин}$$

$$6) C_V=290, x=0.15, y=0.35, m=0.2$$

$$V_2 = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,56^{0,15} \cdot 0,49^{0,35}} \cdot 0,93 = 167,52 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{167,52 \cdot 1000}{3,14 \cdot 101,5} = 525 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

где K_p – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} \quad ; \quad K_{mp} = (\sigma_B / 750)^n \quad n = 0.75, \quad \sigma_B = 647 \text{ МПа},$$

$$K_{mp} = (647 / 750)^{0.75} = 0.9$$

$$9) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,79$$

$$C_p = 300, \quad x = 1, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15$$

$$P_{z1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 181,84^{-0,15} \cdot 0,79$$

$$= 437,9 \text{ Н}$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 167,52^{-0,15} \cdot 0,79$$

$$= 359,5 \text{ Н}$$

$$10) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,568$$

$$C_p = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0.6, \quad n = -0.3$$

$$P_{y1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 181,84^{-0,3} \cdot 0,568$$

$$= 140,9 \text{ Н}$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p$$

$$= 10 \cdot 243 \cdot 0,56^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 167,52^{-0,3} \cdot 0,568 = 116,45 \text{ Н}$$

$$11) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,999$$

$$C_p = 339, \quad x = 1, \quad y = 0.5, \quad n = -0.4$$

$$P_{x1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,5} \cdot 181,84^{-0,4} \cdot 0,999$$

$$= 232 \text{ Н}$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 167,52^{-0,4} \cdot 0,999$$

$$= 168,4 \text{ Н}$$

2) Точение фаски 5.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi = 45^0$; $\gamma = 10$; $\lambda = 0^0$; $R = 1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t=1,725$ мм,

Подача: $S=0.42$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$3) C_V = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 1,725^{0.15} \cdot 0,42^{0.35}} \cdot 0,93 = 148,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{148,2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 90} = 500 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z \ x \ y} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$4) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_P = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 1,725^1 \cdot 0,42^{0.75} \cdot 148,2^{-0.15} \cdot 0,84 = 1066,5 \text{ Н}$$

$$5) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_P = 243, x = 0,9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 1,725^{0.9} \cdot 0,42^{0.6} \cdot 148,2^{-0.3} \cdot 0,74 = 348,2 \text{ Н}$$

$$6) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_P = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 1,725^1 \cdot 0,42^{0.5} \cdot 148,2^{-0.4} \cdot 0,9 = 460,4 \text{ Н}$$

3) Наружное точение поверхности 11 с подрезкой торца

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t_1=1$ мм, $t_2=0,65$ мм.

Подача: $S_1=0,8$ мм/об., $S_2=0,49$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_V = 1,16 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,93$$

$$1) C_V = 280, x = 0,15, y = 0,45, m = 0,2$$

$$V_1 = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,93 = 127,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{127,6 \cdot 1000}{3,14 \cdot 100} = 406 \text{ об/мин}$$

$$2) C_V = 290, x = 0,15, y = 0,35, m = 0,2$$

$$V_2 = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,65^{0,15} \cdot 0,49^{0,35}} \cdot 0,93 = 162,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{162,5 \cdot 1000}{3,14 \cdot 100} = 515 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$1) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_P = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$$

$$P_{z1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 127,6^{-0,15} \cdot 0,84 \\ = 1034,6H$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,65^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 162,5^{-0,15} \cdot 0,84 \\ = 437,3H$$

$$2) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_P = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0,6, \quad n = -0,3$$

$$P_{y1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,8^{0,6} \cdot 127,6^{-0,3} \cdot 0,74 \\ = 361,9H$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 0,65^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 162,5^{-0,3} \cdot 0,74 \\ = 174,9H$$

$$3) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_P = 339, \quad x = 1, \quad y = 0,5, \quad n = -0,4$$

$$P_{x1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,8^{0,5} \cdot 127,6^{-0,4} \cdot 0,9 \\ = 380,15H$$

$$P_{x2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 0,65^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 162,5^{-0,4} \cdot 0,9 \\ = 180,5H$$

4) Наружное точение поверхности 12 с подрезкой торца.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава T15K6

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t=0,75$ мм,

Подача: $S=0,49$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$4) C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0.75^{0.15} \cdot 0.49^{0.35}} \cdot 0.93 = 158,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{158,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 129} = 390 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$10) K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 158,7^{-0,15} \cdot 0,84 = 502,4 \text{ Н}$$

$$11) K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_p = 243, x = 0,9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 0,75^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 158,7^{-0,3} \cdot 0,74 = 190,9 \text{ Н}$$

$$12) K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 158,7^{-0,4} \cdot 0,9 = 211,4 \text{ Н}$$

Для снятия припуска z_{13} .

Глубина резания:

За два прохода: $t = 1,03$ мм,

Подача: $S = 0.49$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$2) C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 1.03^{0.15} \cdot 0.49^{0.35}} \cdot 0.93 = 152.4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{152.4 \cdot 1000}{3.14 \cdot 244} = 200 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$7) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.93 = 0.84$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1.03^1 \cdot 0.49^{0.75} \cdot 152.4^{-0.15} \cdot 0.84 = 714.9 \text{ Н}$$

$$8) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.82 = 0.74$$

$$C_p = 243, x = 0.9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 1.03^{0.9} \cdot 0.49^{0.6} \cdot 152.4^{-0.3} \cdot 0.74 = 266.1 \text{ Н}$$

$$9) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.9$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 1.03^1 \cdot 0.49^{0.5} \cdot 152.4^{-0.4} \cdot 0.9 = 294.8 \text{ Н}$$

5) Растачивание поверхности 13.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=60^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=2$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t_1=1$ мм, $t_2=0.42$ мм.

Подача: $S_1=0.6$ мм/об., $S_2=0.32$ мм/об.

Скорость резания:

При внутреннем продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$5) C_V = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V_1 = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.6^{0.35}} \cdot 0.93 = 142 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{141.9 \cdot 1000}{3.14 \cdot 32} = 1435 \text{ об/мин}$$

$$6) C_V = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V_2 = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0.42^{0.15} \cdot 0.32^{0.35}} \cdot 0.93 = 201.3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{201.3 \cdot 1000}{3.14 \cdot 32} = 2035 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z x y} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$7) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 0.94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.93 = 0.79$$

$$C_P = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_{z 1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0.6^{0.75} \cdot 141.9^{-0.15} \cdot 0.79 = 773.6 \text{ Н}$$

$$P_{z 2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0.42^1 \cdot 0.32^{0.75} \cdot 201.3^{-0.15} \cdot 0.79 = 190.4 \text{ Н}$$

$$8) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 0.77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.82 = 0.568$$

$$C_P = 243, x = 0.9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_{y 1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0.9} \cdot 0.6^{0.6} \cdot 141.9^{-0.3} \cdot 0.568 = 229.6 \text{ Н}$$

$$P_{y 2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 0.42^{0.9} \cdot 0.32^{0.6} \cdot 201.3^{-0.3} \cdot 0.568 = 64.51 \text{ Н}$$

$$9) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1.11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.999$$

$$C_p = 339, \quad x = 1, \quad y = 0.5, \quad n = -0.4$$

$$P_{x_1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,5} \cdot 141,9^{-0,4} \cdot 0,999 = 369,8 \text{ Н}$$

$$P_{y_2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 0,42^1 \cdot 0,32^{0,5} \cdot 201,3^{-0,4} \cdot 0,999 = 97,3 \text{ Н}$$

б) Растачивание поверхности 14

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=45^\circ$; $\gamma=10$; $\lambda=0^\circ$; $R=1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t=1,725$ мм,

Подача: $S=0.42$ мм/об.

Скорость резания:

При внутреннем продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0,93$$

$$4) \quad C_v = 290, \quad x = 0.15, \quad y = 0.35, \quad m = 0.2$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1,725^{0,15} \cdot 0,42^{0,35}} \cdot 0,93 = 148,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{148,2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 50} = 944 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$7) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_p = 300, \quad x = 1, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,725^1 \cdot 0,42^{0,75} \cdot 148,2^{-0,15} \cdot 0,84 = 1066,5H$$

$$8) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_p = 243, x = 0,9, y = 0,6, n = -0,3$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 1,725^{0,9} \cdot 0,42^{0,6} \cdot 148,2^{-0,3} \cdot 0,74 = 348,2H$$

$$9) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0,5, n = -0,4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 1,725^1 \cdot 0,42^{0,5} \cdot 148,2^{-0,4} \cdot 0,9 = 460,4H$$

7) Расстачивание фаски .

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t=1,725$ мм,

Подача: $S=0,42$ мм/об.

Скорость резания:

При внутреннем продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1,16 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,93$$

$$8) C_v = 290, x = 0,15, y = 0,35, m = 0,2$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1,725^{0,15} \cdot 0,42^{0,35}} \cdot 0,93 = 148,2 \frac{м}{мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{148,2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 90} = 500 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z \ x \ y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$10) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_p = 300, \ x = 1, \ y = 0,75, \ n = -0,15$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,725^1 \cdot 0,42^{0,75} \cdot 148,2^{-0,15} \cdot 0,84 \\ = 1066,5H$$

$$11) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_p = 243, \ x = 0,9, \ y = 0,6, \ n = -0,3$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 1,725^{0,9} \cdot 0,42^{0,6} \cdot 148,2^{-0,3} \cdot 0,74 \\ = 348,2H$$

$$12) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_p = 339, \ x = 1, \ y = 0,5, \ n = -0,4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 1,725^1 \cdot 0,42^{0,5} \cdot 148,2^{-0,4} \cdot 0,9 \\ = 460,4H$$

8) Подрезка торца 15.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=60^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t_1=1$ мм, $t_2=0,5$ мм.

Подача: $S_1=0,3$ мм/об., $S_2=0,49$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

где K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания. $K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv}$, где K_{mv} - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot (750/\sigma_B)^{n_v}, \quad n_v = 1, \quad K_r = 1, \quad \sigma_B = 647 \text{ МПа}, \quad K_{mv} = 1 \cdot (750/647)^1 = 1.16;$$

K_{pv} - коэффициент учитывающий состояние поверхности, $K_{pv} = 0.8$;

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

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$7) \quad C_v = 350, \quad x = 0.15, \quad y = 0.2, \quad m = 0.2$$

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.3^{0.2}} \cdot 0.93 = 181,84 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{181,84 \cdot 1000}{3,14 \cdot 88,5} = 654 \text{ об/мин}$$

$$8) \quad C_v = 290, \quad x = 0.15, \quad y = 0.35, \quad m = 0.2$$

$$V_2 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0,56^{0.15} \cdot 0,49^{0.35}} \cdot 0,93 = 167,52 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{167,52 \cdot 1000}{3,14 \cdot 88,5} = 602 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

где K_p - поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} \quad ; \quad K_{mp} = (\sigma_B/750)^n \quad n = 0.75, \quad \sigma_B = 647 \text{ МПа},$$

$$K_{mp} = (647/750)^{0.75} = 0.9$$

$$12) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,79$$

$$C_p = 300, \quad x = 1, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15$$

$$P_{z1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 181,84^{-0,15} \cdot 0,79 \\ = 437,9 \text{ Н}$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 167,52^{-0,15} \cdot 0,79 \\ = 359,5 \text{ Н}$$

$$13) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,568$$

$$C_P = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0,6, \quad n = -0,3$$

$$P_{y1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 181,84^{-0,3} \cdot 0,568 \\ = 140,9H$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P \\ = 10 \cdot 243 \cdot 0,56^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 167,52^{-0,3} \cdot 0,568 = 116,45H$$

$$14) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,999$$

$$C_P = 339, \quad x = 1, \quad y = 0,5, \quad n = -0,4$$

$$P_{x1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,5} \cdot 181,84^{-0,4} \cdot 0,999 \\ = 232H$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 167,52^{-0,4} \cdot 0,999 \\ = 168,4H$$

9) Наружное точение поверхности 16 с подрезкой торца.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава T15K6

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t=0,75$ мм,

Подача: $S=0.49$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0,93$$

9) $C_V = 290, \quad x = 0.15, \quad y = 0.35, \quad m = 0.2$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,49^{0,35}} \cdot 0,93 = 158,7 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{158,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 81,3} = 620 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$13) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_P = 300, \quad x = 1, \quad y = 0,75, \quad n = -0,15$$

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 158,7^{-0,15} \cdot 0,84 = 502,4 \text{ Н}$$

$$14) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_P = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0,6, \quad n = -0,3$$

$$P_y = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 0,75^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 158,7^{-0,3} \cdot 0,74 = 190,9 \text{ Н}$$

$$15) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_P = 339, \quad x = 1, \quad y = 0,5, \quad n = -0,4$$

$$P_x = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 158,7^{-0,4} \cdot 0,9 = 211,4 \text{ Н}$$

10) Наружное точение поверхности 17 с подрезкой торца.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t=0,75$ мм,

Подача: $S=0,49$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$10) \quad C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0.75^{0.15} \cdot 0.49^{0.35}} \cdot 0.93 = 158,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{158,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 99,9} = 506 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$16) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 158,7^{-0,15} \cdot 0,84 = 502,4 \text{ Н}$$

$$17) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_p = 243, x = 0,9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 0,75^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 158,7^{-0,3} \cdot 0,74 = 190,9 \text{ Н}$$

$$18) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 158,7^{-0,4} \cdot 0,9 = 211,4 \text{ Н}$$

11) Расстачивание фаски .

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t=1,725$ мм,

Подача: $S=0.42$ мм/об.

Скорость резания:

При внутреннем продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$12) \quad C_V = 290, \quad x = 0.15, \quad y = 0.35, \quad m = 0.2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 1,725^{0.15} \cdot 0,42^{0.35}} \cdot 0,93 = 148,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{148,2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 90} = 500 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z \ x \ y} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$13) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_P = 300, \quad x = 1, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 1,725^1 \cdot 0,42^{0.75} \cdot 148,2^{-0.15} \cdot 0,84 = 1066,5 \text{ Н}$$

$$14) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_P = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0.6, \quad n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 1,725^{0.9} \cdot 0,42^{0.6} \cdot 148,2^{-0.3} \cdot 0,74 = 348,2 \text{ Н}$$

$$15) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_P = 339, \quad x = 1, \quad y = 0.5, \quad n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 1,725^1 \cdot 0,42^{0.5} \cdot 148,2^{-0.4} \cdot 0,9 = 460,4 \text{ Н}$$

12) Точение канавки 18.

Инструмент

Фасонный резец из твердого сплава Т15К6

Глубина резания:

$t=5$ мм,

Подача: $S=0.07$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$1) C_V = 350, x = 0.15, y = 0.2, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 5^{0.15} \cdot 0.07^{0.2}} \cdot 0.93 = 146,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{146,6 \cdot 1000}{3,14 \cdot 70} = 666 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания.:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$1) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,10 = 0,99$$

$$C_P = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 30^1 \cdot 0.07^{0.75} \cdot 146,6^{-0.15} \cdot 0,99 = 5695,3 \text{ Н}$$

$$2) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,33 = 1,2$$

$$C_P = 243, x = 0,9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 30^{0.9} \cdot 0.07^{0.6} \cdot 146,6^{-0.3} \cdot 1,2 = 2745,7 \text{ Н}$$

$$3) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 30^1 \cdot 0,07^{0,5} \cdot 146,6^{-0,4} \cdot 0,9 = 2490 \text{ Н}$$

13) Нарезание резьбы М80х2

Инструмент:

Резец резбовый

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t=0,75$ мм,

Подача: $S=0.49$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0,93$$

14) $C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,49^{0,35}} \cdot 0,93 = 158,7 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{158,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 80} = 631 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$19) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 158,7^{-0,15} \cdot 0,84 = 502,4 \text{ Н}$$

$$20) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_p = 243, x = 0,9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 0,75^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 158,7^{-0,3} \cdot 0,74 = 190,9 \text{ Н}$$

$$21) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_p = 339, \quad x = 1, \quad y = 0,5, \quad n = -0,4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 158,7^{-0,4} \cdot 0,9 = 211,4 \text{ Н}$$

14) Растачивание проточки

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=60^\circ$; $\gamma=10$; $\lambda=0^\circ$; $R=2$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t_1=1$ мм, $t_2=0,42$ мм.

Подача: $S_1=0,6$ мм/об., $S_2=0,32$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1,16 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,93$$

$$6) \quad C_v = 290, \quad x = 0,15, \quad y = 0,35, \quad m = 0,2$$

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,93 = 142 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{141,9 \cdot 1000}{3,14 \cdot 40} = 1130 \text{ об/мин}$$

$$7) \quad C_v = 290, \quad x = 0,15, \quad y = 0,35, \quad m = 0,2$$

$$V_2 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,42^{0,15} \cdot 0,32^{0,35}} \cdot 0,93 = 201,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{201,3 \cdot 1000}{3,14 \cdot 40} = 1600 \text{ об/мин}$$

асчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z x y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$10) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,79$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$$

$$P_{z 1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 141,9^{-0,15} \cdot 0,79 \\ = 773,6H$$

$$P_{z 2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,42^1 \cdot 0,32^{0,75} \cdot 201,3^{-0,15} \cdot 0,79 \\ = 190,4H$$

$$11) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,568$$

$$C_p = 243, x = 0,9, y = 0,6, n = -0,3$$

$$P_{y 1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,6^{0,6} \cdot 141,9^{-0,3} \cdot 0,568 \\ = 229,6H$$

$$P_{y 2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 0,42^{0,9} \cdot 0,32^{0,6} \cdot 201,3^{-0,3} \cdot 0,568 \\ = 64,51H$$

$$12) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,999$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0,5, n = -0,4$$

$$P_{x 1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,5} \cdot 141,9^{-0,4} \cdot 0,999 \\ = 369,8H$$

$$P_{y 2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 0,42^1 \cdot 0,32^{0,5} \cdot 201,3^{-0,4} \cdot 0,999 \\ = 97,3H$$

15) Нарезание резьбы М40х2

Инструмент:

Резец резьбовой

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания:

За два прохода: $t=0,75$ мм,

Подача: $S=0.49$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$16) \quad C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0.75^{0.15} \cdot 0.49^{0.35}} \cdot 0.93 = 158,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{158,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 40} = 1262 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$22) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 158,7^{-0,15} \cdot 0,84 = 502,4 \text{ Н}$$

$$23) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_p = 243, x = 0,9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 0,75^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 158,7^{-0,3} \cdot 0,74 = 190,9 \text{ Н}$$

$$24) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 158,7^{-0,4} \cdot 0,9 = 211,4 \text{ Н}$$

Операция 025

1) Фрезерование лыски

Инструмент:

Концевая фреза

Параметры инструмента: D=63 мм, B=6мм, z=16

Глубина резания:

t=12,5 мм,

Подача: S=0.12 мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

1) $C_v = 690$ $x = 0.3$, $y = 0.4$, $u = 0.1$ $p = 0$ $m = 0.35$ $T = 120$ мин.

$$v_{расч} = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} K_v,$$

$$V_{расч} = \frac{690 \cdot 63^{0.2}}{120^{0.35} \cdot 12.5^{0.3} \cdot 0.12^{0.4} \cdot 6^{0.1} \cdot 16^0} \cdot 0.93 = 252.3$$

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V_{расч}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 252.3}{3.14 \cdot 63} = 1275 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$C_p = 261$, $x = 0.9$, $y = 0.8$, $u = 1.1$, $q = 1.1$, $w = 0.1$, $K_{MP} = 0.96$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} K_{MP}$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12.5^{0.9} \cdot 0.12^{0.8} \cdot 6^{1.1} \cdot 16}{63^{1.1} \cdot 1275^{0.1}} \cdot 0.96 = 2622 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2622 \cdot 63}{2 \cdot 100} = 825 \text{ Нм}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1150.8 \cdot 331.7}{61200} = 6.2 \text{ кВт.}$$

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2622 \cdot 252,3}{1020 \cdot 60} = 8,8 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции.

Операция 030

Фрезерование паза 22

Инструмент:

Концевая фреза

Параметры инструмента: D=250 мм, B=40мм, z=30

Глубина резания:

t=75 мм,

Подача: S=0.12 мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0,93$$

2) $C_v = 690$ $x = 0.3$, $y = 0.4$, $u = 0.1$ $p = 0$ $m = 0,35$ $T = 120$ мин.

$$v_{\text{расч}} = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} K_v,$$

$$V_{\text{расч}} = \frac{690 \cdot 250^{0,2}}{120^{0,35} \cdot 75^{0,3} \cdot 0,12^{0,4} \cdot 40^{0,1} \cdot 30^0} \cdot 0,93 = 160,3$$

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{расч}}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 160,3}{3,14 \cdot 250} = 204 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$C_p = 261$, $x = 0,9$, $y = 0,8$, $u = 1,1$, $q = 1,1$, $w = 0,1$, $K_{MP} = 0,96$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} K_{MP}$$

$$P_z = \frac{10 * 261 * 75^{0.9} * 0.12^{0.8} * 40^{1.1} * 30}{250^{1.1} * 204^{0.1}} * 0.96 = 5159H$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{5159 * 250}{2 * 100} = 645Hм$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1150,8 \cdot 331,7}{61200} = 6,2кВт.$$

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 * 60} = \frac{5159 * 160,3}{1020 * 60} = 9,3 кВт$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции.

Операция 035 - Сверлильная

Выполняется на вертикально- сверлильном станке 2Н135 со следующими характеристиками:

- Частота вращения шпинделя, об/мин: 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400;
- Мощность электродвигателя главного привода, кВт: 4

1) Сверление отверстия Ø20 мм

Инструмент:

Спиральное сверло из быстрорежущей стали Ø20 мм.

Определение скорости резания (v):

$$v_{расч} = \frac{C_v * D^q}{T^m * s^y} K_v,$$

где значение коэффициента C_v и показателей степени (q, y, m) ((2), стр.278):

$$C_v = 9,8; q = 0,40; y = 0,5; m = 0,2$$

$t = 10$ – глубина резания;

$s = 0,26$ – подача, мм/об ((2), стр.277)

$D = 20$ – диаметр сверла, мм;

$T = 25$ – период стойкости, мин ((2), стр.279)

K_V – общий поправочный коэффициент резания, учитывающий фактические условия резания ($K_V = K_{MV} * K_{PV} * K_{LV}$).

$K_{LV} = 1$ – коэффициент, учитывающий глубину сверления ((2), стр. 280).

$$K_V = 0,8 * 0,8 * 1 = 0,64$$

$$V_{расч} = \frac{10 * 20^{0,4}}{25^{0,2} * 0,26^{0,5}} * 0,64 = 22,3 \text{ (м/мин)}.$$

Определение расчетной частоты вращения шпинделя ($n_{расч}$):

$$n_{расч} = \frac{1000 * V_{расч}}{\pi * D} = \frac{1000 * 22,3}{3,14 * 20} = 355 \text{ (об/мин)}$$

Определение крутящего момента на шпинделе ($M_{кр}$):

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * s^y * K_p = 10 * 0,0345 * 20^2 * 0,26^{0,8} * 0,94 = 28,9 \text{ (Нм)}$$

где значение коэффициента C_M и показателей степени (q, y) ((2), стр.281):

$$C_M = 0,0345; q = 2,0; y = 0,8;$$

Определение осевой силы (P_o):

$$P_o = 10 * C_p * D^q * s^y * K_p = 10 * 68 * 20 * 0,26^{0,7} * 0,94 = 4033 \text{ (Н)}$$

где значение коэффициента C_p и показателей степени (q, y) ((2), стр.281):

$$C_p = 68; q = 1,0; y = 0,7;$$

$K_p = 0,94$ – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания ((2), стр. 275)

Определение мощности резания (N):

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{28,9 * 355}{9750} = 1,05 \text{ кВт}$$

2) Сверление отверстия Ø15 мм

Инструмент:

Спиральное сверло из быстрорежущей стали Ø15 мм.

Определение скорости резания (v):

$$v_{расч} = \frac{C_v * D^q}{T^m * s^y} K_V,$$

где значение коэффициента C_v и показателей степени (q, y, m) ((2), стр.278):

$$C_v = 9,8; q = 0,40; y = 0,5; m = 0,2$$

t = 7,5 – глубина резания;

s = 0,26 – подача, мм/об ((2), стр.277)

D = 15 – диаметр сверла, мм;

T = 25 – период стойкости, мин ((2), стр.279)

K_V – общий поправочный коэффициент резания, учитывающий фактические условия резания ($K_V = K_{MV} * K_{PV} * K_{LV}$).

$K_{LV} = 1$ – коэффициент, учитывающий глубину сверления ((2), стр. 280).

$$K_V = 0,8 * 0,8 * 1 = 0,64$$

$$V_{расч} = \frac{10 * 15^{0,4}}{25^{0,2} * 0,26^{0,5}} * 0,64 = 19,9 \text{ (м/мин)}.$$

Определение расчетной частоты вращения шпинделя ($n_{расч}$):

$$n_{расч} = \frac{1000 * V_{расч}}{\pi * D} = \frac{1000 * 19,9}{3,14 * 15} = 425 \text{ (об/мин)}$$

Определение крутящего момента на шпинделе ($M_{кр}$):

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * s^y * K_p = 10 * 0,0345 * 15^2 * 0,26^{0,8} * 0,94 = 16,25 \text{ (Нм)}$$

где значение коэффициента C_M и показателей степени (q, y) ((2), стр.281):

$$C_M = 0,0345; q = 2,0; y = 0,8;$$

Определение осевой силы (P_o):

$$P_o = 10 * C_p * D^q * s^y * K_p = 10 * 68 * 15 * 0,26^{0,7} * 0,94 = 3025 \text{ (Н)}$$

где значение коэффициента C_p и показателей степени (q, y) ((2), стр.281):

$$C_p = 68; q = 1,0; y = 0,7;$$

$K_p = 0,94$ – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания ((2), стр. 275)

Определение мощности резания (N):

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{16,25 * 425}{9750} = 0,7 \text{ кВт}$$

1.6 Нормирование технологических операций

1.6.1 Расчет основного времени

Основное время – время, затрачиваемое на движение инструмента на рабочей подаче.

Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости [8]:

$$t_o = \frac{L * i}{S * n}, \text{ мин};$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i - число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчетную длину обработки определяют как:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм};$$

здесь l – размер детали на данном переходе, мм;

l_1 - величина подвода инструмента, мм;

l_2 – величина врезания инструмента, мм.

l_3 – величина перебега инструмента, мм.

Величины подвода и перебега для токарной, сверлильной и фрезерной принимаем равной 1мм, для шлифовальной операции данный параметр принимаем равным 0.

Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется как:

$$l_2 = \frac{t}{\text{tg}\varphi};$$

где t – глубина резания, мм;

φ - УГОЛ в плане.

1. Токарная операция с ЧПУ.

1.1 Для подрезки торца 1.

$$1) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(123+1+0,58+1) \cdot 1}{0,3 \cdot 470} = 0,9 \text{ мин};$$

$$2) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(123+1+0,32+1) \cdot 1}{0,49 \cdot 434} = 0,6 \text{ мин}$$

1.2 Точение поверхности $\varnothing 101$ с подрезкой торца.

Для снятия припуска z_{13}^D .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(16,3+1+0,75+1) \cdot 2}{0,49 \cdot 411} = 0,19 \text{ мин}$$

Для снятия припуска z_{13} .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(124+1+1,03+1) \cdot 2}{0,49 \cdot 200} = 0,09 \text{ мин}$$

1.3 Точение поверхности $\varnothing 129$ с подрезкой торца.

Для снятия припуска z_{13}^D .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(16,3+1+0,75+1) \cdot 2}{0,49 \cdot 411} = 0,19 \text{ мин}$$

Для снятия припуска z_{13} .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(124+1+1,03+1) \cdot 2}{0,49 \cdot 200} = 0,09 \text{ мин}$$

1.4 Расточка поверхности 5

$$1) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21+1+0,58+1) \cdot 1}{0,6 \cdot 494} = 0,24 \text{ мин}$$

$$2) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21+1+0,24+1) \cdot 1}{0,32 \cdot 700} = 0,31 \text{ мин}$$

1.5 Расточка поверхности 6

$$3) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21 + 1 + 0,58 + 1) \cdot 1}{0,6 \cdot 494} = 0,24 \text{ мин}$$

$$4) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21 + 1 + 0,24 + 1) \cdot 1}{0,32 \cdot 700} = 0,31 \text{ мин}$$

1.6 Для подрезки торца 1.

$$3) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(123 + 1 + 0,58 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 470} = 0,9 \text{ мин};$$

$$4) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(123 + 1 + 0,32 + 1) \cdot 1}{0,49 \cdot 434} = 0,6 \text{ мин}$$

1.7 Точение поверхности 8 с подрезкой торца.

Для снятия припуска z_{13}^D .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(16,3 + 1 + 0,75 + 1) \cdot 2}{0,49 \cdot 411} = 0,19 \text{ мин}$$

Для снятия припуска z_{13} .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(124 + 1 + 1,03 + 1) \cdot 2}{0,49 \cdot 200} = 0,09 \text{ мин}$$

1.8 Точение поверхности 9 с подрезкой торца.

Для снятия припуска z_{13}^D .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(16,3 + 1 + 0,75 + 1) \cdot 2}{0,49 \cdot 411} = 0,19 \text{ мин}$$

Для снятия припуска z_{13} .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(124 + 1 + 1,03 + 1) \cdot 2}{0,49 \cdot 200} = 0,09 \text{ мин}$$

2. Токарная с ЧПУ

2.1 Для подрезки торца 1.

$$5) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(123 + 1 + 0,58 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 470} = 0,9 \text{ мин};$$

$$6) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(123+1+0,32+1) \cdot 1}{0,49 \cdot 434} = 0,6 \text{ мин}$$

2.2 Снятие фаски 5.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(1,725+1+1,725+1) \cdot 1}{0,42 \cdot 500} = 0,03 \text{ мин}$$

2.3 Точение поверхности 11 с подрезкой торца.

Для снятия припуска z_{13}^D .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(16,3+1+0,75+1) \cdot 2}{0,49 \cdot 411} = 0,19 \text{ мин}$$

Для снятия припуска z_{13} .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(124+1+1,03+1) \cdot 2}{0,49 \cdot 200} = 0,09 \text{ мин}$$

2.4 Точение поверхности 12 с подрезкой торца.

Для снятия припуска z_{13}^D .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(16,3+1+0,75+1) \cdot 2}{0,49 \cdot 411} = 0,19 \text{ мин}$$

Для снятия припуска z_{13} .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(124+1+1,03+1) \cdot 2}{0,49 \cdot 200} = 0,09 \text{ мин}$$

2.5 Расточка поверхности 5

$$5) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21+1+0,58+1) \cdot 1}{0,6 \cdot 494} = 0,24 \text{ мин}$$

$$6) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21+1+0,24+1) \cdot 1}{0,32 \cdot 700} = 0,31 \text{ мин}$$

2.6 Расточка поверхности 6

$$7) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21+1+0,58+1) \cdot 1}{0,6 \cdot 494} = 0,24 \text{ мин}$$

$$8) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+\frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}+l_2) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21+1+0,24+1) \cdot 1}{0,32 \cdot 700} = 0,31 \text{ мин}$$

2.7 Снятие фаски .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(1,725 + 1 + 1,725 + 1) \cdot 1}{0,42 \cdot 500} = 0,03 \text{ мин}$$

2.8 Для подрезки торца 15.

$$7) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(123 + 1 + 0,58 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 470} = 0,9 \text{ мин};$$

$$8) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(123 + 1 + 0,32 + 1) \cdot 1}{0,49 \cdot 434} = 0,6 \text{ мин}$$

2.9 Точение поверхности 16 с подрезкой торца.

Для снятия припуска z_{13}^D .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(16,3 + 1 + 0,75 + 1) \cdot 2}{0,49 \cdot 411} = 0,19 \text{ мин}$$

Для снятия припуска z_{13} .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(124 + 1 + 1,03 + 1) \cdot 2}{0,49 \cdot 200} = 0,09 \text{ мин}$$

2.10 Точение поверхности 17 с подрезкой торца.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(51,91 + 1 + 1 + 1) \cdot 1}{0,8 \cdot 167} = 0,4 \text{ мин}$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(51,91 + 1 + 0,65 + 1) \cdot 2}{0,49 \cdot 212} = 0,5 \text{ мин}$$

2.11 Снятие фаски .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(2,4 + 1 + 2,4 + 1) \cdot 1}{0,42 \cdot 375} = 0,04 \text{ мин}$$

2.12 Точение канавки 4.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(10 + 1 + 30 + 1) \cdot 2}{0,07 \cdot 260} = 2,3 \text{ мин}$$

2.13 Нарезание резьбы

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21 + 1 + 0,58 + 1) \cdot 1}{0,6 \cdot 494} = 0,24 \text{ мин}$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21 + 1 + 0,24 + 1) \cdot 1}{0,32 \cdot 700} = 0,31 \text{ мин}$$

2.14 Расточка поверхности 5

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21 + 1 + 0,58 + 1) \cdot 1}{0,6 \cdot 494} = 0,24 \text{ мин}$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21 + 1 + 0,24 + 1) \cdot 1}{0,32 \cdot 700} = 0,31 \text{ мин}$$

2.15 Нарезание резьбы

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21 + 1 + 0,58 + 1) \cdot 1}{0,6 \cdot 494} = 0,24 \text{ мин}$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21 + 1 + 0,24 + 1) \cdot 1}{0,32 \cdot 700} = 0,31 \text{ мин}$$

Фрезерная операция

Для фрезерования лыски.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S_z \cdot z \cdot n} = \frac{(5 + 1 + 0 + 1) \cdot 1}{0,12 \cdot 16 \cdot 1082} = 0,03 \text{ мин}$$

Фрезерная операция

Для фрезерования паза.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(38 + 1 + 0 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 1400} = 0,14 \text{ мин}$$

Сверлильная операция.

Сверление двух отверстий.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(24 + 1 + 5,3 + 1) \cdot 2}{0,27 \cdot 500} = 0,5 \text{ мин}$$

1.6.2 Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время для операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали [8].

$$t_{\varepsilon} = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм}; \quad (10)$$

Где $t_{уст}$ - время на установку и снятие детали;

$t_{упр}$ - время на управление станком;

$t_{изм}$ - время измерения детали.

1. Токарная операция с ЧПУ.

На станке с ЧПУ время измерений перекрывается временем управления станком.

Из справочника 3.

Первый установ.

$$t_{\varepsilon} = t_{уст} + t_{упр} = 0,41 + 0,12 = 0,53 \text{ мин},$$

Второй установ.

$$t_{\varepsilon} = t_{уст} + t_{упр} = 0,41 + 0,23 = 0,64 \text{ мин},$$

2. Сверлильная операция.

$$t_{\varepsilon} = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,18 + 0,11 + 0,29 = 0,58 \text{ мин};$$

3. Вертикально-фрезерная операция.

$$t_{\varepsilon} = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,3 + 0,26 + 0,29 = 0,85 \text{ мин};$$

4. Горизонтально-фрезерная операция.

$$t_{\varepsilon} = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,3 + 0,26 + 0,29 = 0,85 \text{ мин};$$

1.6.3 Расчет оперативного времени

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{\varepsilon} \quad (11)$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{\varepsilon} = 4,8 + 0,53 = 5,33 \text{ мин}$$

2. Токарная операция с ЧПУ.

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 6,53 + 0,64 = 7,17 \text{ мин}$$

3. Вертикально-фрезерная операция.

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 0,14 + 0,85 = 0,99 \text{ мин}$$

4. Вертикально-фрезерная операция.

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 0,24 + 0,85 = 1,09 \text{ мин}$$

5. Сверлильная операция.

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 0,63 + 0,58 = 1,21 \text{ мин}$$

1.6.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места

$$t_{обс} = \alpha * t_{оп} \quad (12)$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{обс} = \alpha * t_{оп} = 0,03 * 5,53 = 0,2 \text{ мин}$$

Установ Б.

$$t_{обс} = \alpha * t_{оп} = 0,03 * 7,17 = 0,2 \text{ мин};$$

2. Сверлильная операция.

$$t_{обс} = \alpha * t_{оп} = 0,02 * 1,21 = 0,024 \text{ мин};$$

3. Вертикально-фрезерная.

$$t_{обс} = \alpha * t_{оп} = 0,06 * 1,58 = 0,09 \text{ мин};$$

5. Горизонтально-фрезерная.

$$t_{обс} = \alpha * t_{оп} = 0,02 * 7,19 = 0,14 \text{ мин};$$

1.6.5 Расчет времени на отдых

$$t_{отд} = \beta * t_{оп} \quad (13)$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{отд} = \beta * t_{он} = 0,04 \cdot 5,53 = 0,22 \text{ мин};$$

Установ Б.

$$t_{отд} = \beta * t_{он} = 0,04 \cdot 7,17 = 0,29 \text{ мин};$$

2. Сверлильная операция.

$$t_{отд} = \beta * t_{он} = 0,04 \cdot 1,21 = 0,05 \text{ мин};$$

3. Вертикально-фрезерная.

$$t_{отд} = \beta * t_{он} = 0,04 \cdot 1,58 = 0,06 \text{ мин};$$

5. Горизонтально-фрезерная.

$$t_{отд} = \beta * t_{он} = 0,06 \cdot 7,19 = 0,43 \text{ мин};$$

1.6.6 Определение подготовительно-заключительного времени.

2. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{нз} = 12 \text{ мин}$$

Установ Б.

$$t_{нз} = 12 \text{ мин}$$

3. Сверлильная операция.

$$t_{нз} = 9 \text{ мин}$$

4. Вертикально-фрезерная

$$t_{нз} = 6 \text{ мин}$$

5. Горизонтально-фрезерная

$$t_{нз} = 9 \text{ мин}$$

1.6.7 Расчет штучного времени

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{с} + t_{обс} + t_{отд} \quad (14)$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 4,7 + 0,53 + 0,2 + 0,22 = 5,65 \text{ мин};$$

Установ Б.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 6,53 + 0,64 + 0,2 + 0,29 = 7,66 \text{ мин};$$

2. Сверлильная операция.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 0,63 + 0,58 + 0,024 + 0,05 = 1,28 \text{ мин};$$

3. Вертикально-фрезерная.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 0,14 + 1,44 + 0,09 + 0,06 = 1,73 \text{ мин};$$

5. Горизонтально-фрезерная.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 5,55 + 1,64 + 0,14 + 0,43 = 7,76 \text{ мин};$$

1.6.8. Расчет штучно-калькуляционного времени

$$t_{шт.к} = \sum t_{шт} + \frac{\sum t_{мз}}{N}, \quad (15)$$

где N – объем партии деталей.

$$t_{шт-к} = 44,21 + \frac{48}{55000} = 44,211 \text{ мин}$$

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Целью конструкторской части является разработка приспособления для одной из операций механической обработки, определения силы закрепления и точности установки детали.

Приспособление применяется при фрезеровании наружной поверхности на фрезерном станке модели 6Р13 и предназначено для базирования заготовки.

2.3 Расчет силы закрепления

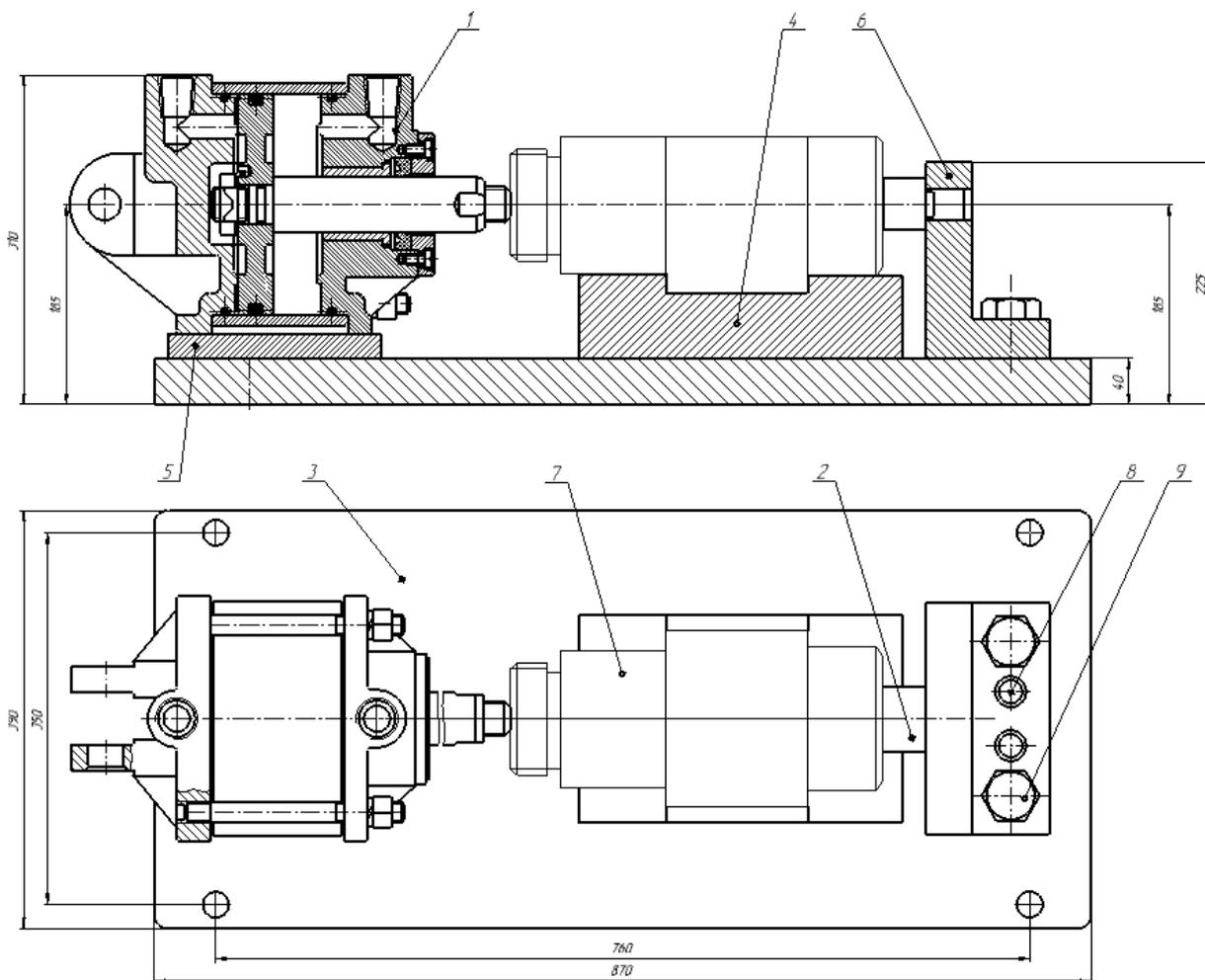


рис.2.1 Расчетная схема приспособления

Цилиндрическая заготовка радиусом R установлена на оправку и находится под действием момента сил обработки M_p . Создаваемые силой Q и моментами трения $M_{тр1}$ (в контакте опорной поверхностью) противодействуют повороту заготовки.

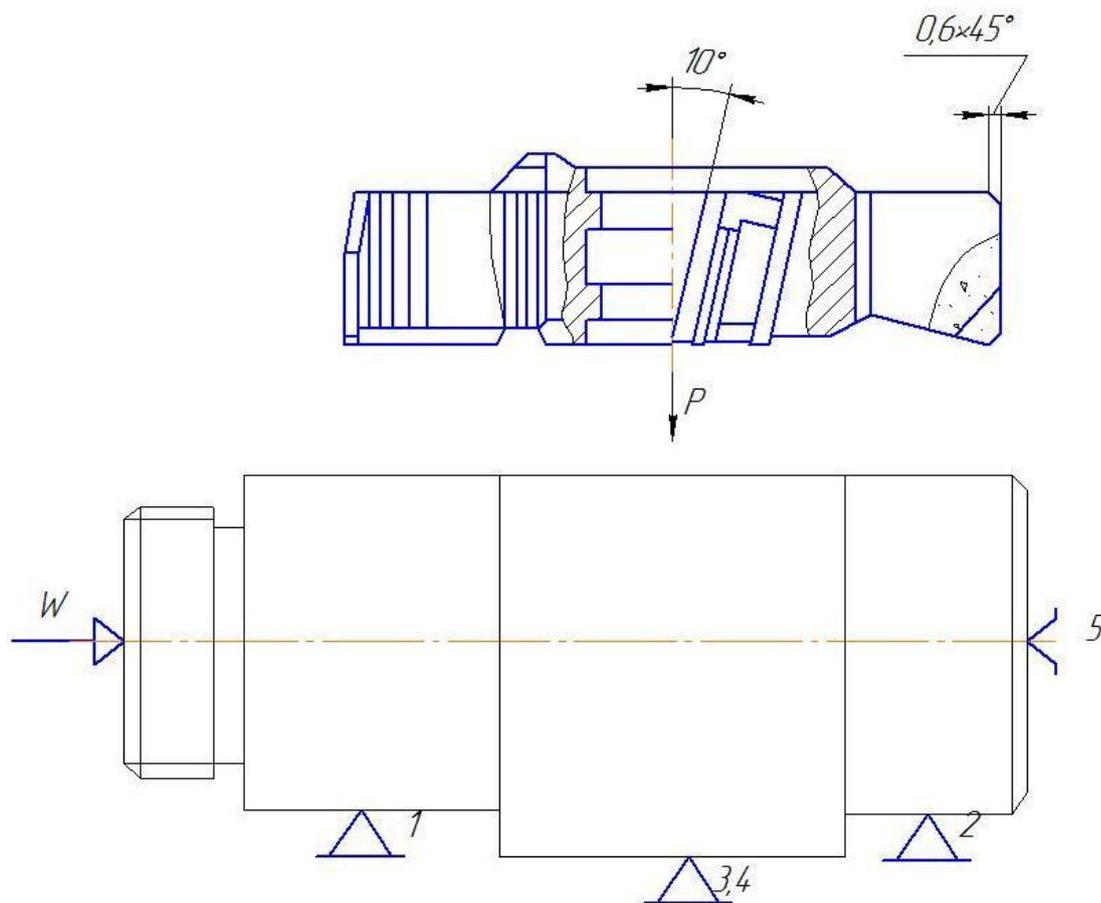


Рисунок 7 Схема действия сил и моментов.

Необходимую величину силы зажима определяем из уравнения
МОМЕНТОВ

$$\sum M_5 = 0$$

$$3Qaf - M_{кр} - P_z b = 0$$

$$Q = \frac{M_{кр}K + P_z b}{3af}$$

где $f = 0,3$ – коэффициент трения (при использовании призм);

K - коэффициент запаса

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5$$

где, $K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса для всех случаев;

$K_1 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_2 = 1,15$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления инструмента;

$K_3 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима, развиваемой силовым приводом приспособления;

$K_5 = 1,0$ – коэффициент, учитывающийся только при наличии моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую деталь

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,725$$

$M_{кр} = M_{рез}$ - момент резания, создающийся силами резания [1 т.2, с.277]

$$M_{рез} = \frac{P_z \times D}{200}$$

$D=18\text{мм}$ – диаметр сверла

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

$S_z = 0,2$ мм/об подача на зуб

$C_p=825$ табличный коэффициент

$$q = 1,3$$

$$x = 1$$

$$y=0,75$$

$$K_{mp} = 0,2$$

$$w=0,2$$

Определение силы резания

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 32 \cdot 8}{18^{1,3} \times 630^{0,2}} \times 0,2 = 3541 \text{ Н}$$

$$M_{рез} = \frac{3541 \times 18}{200} = 318,7 \text{ Нмм}$$

$$a = 103 \text{ мм};$$

$$b = 183 \text{ мм.}$$

$$Q_{сум} = \frac{318,7 \cdot 1,725 + 3541 \cdot 183}{3 \cdot 103 \cdot 0,5} = 4198 \text{ Н}$$

$$Q \geq \frac{4198}{3} = 1399 \text{ Н}$$

Выбор механизма закрепления

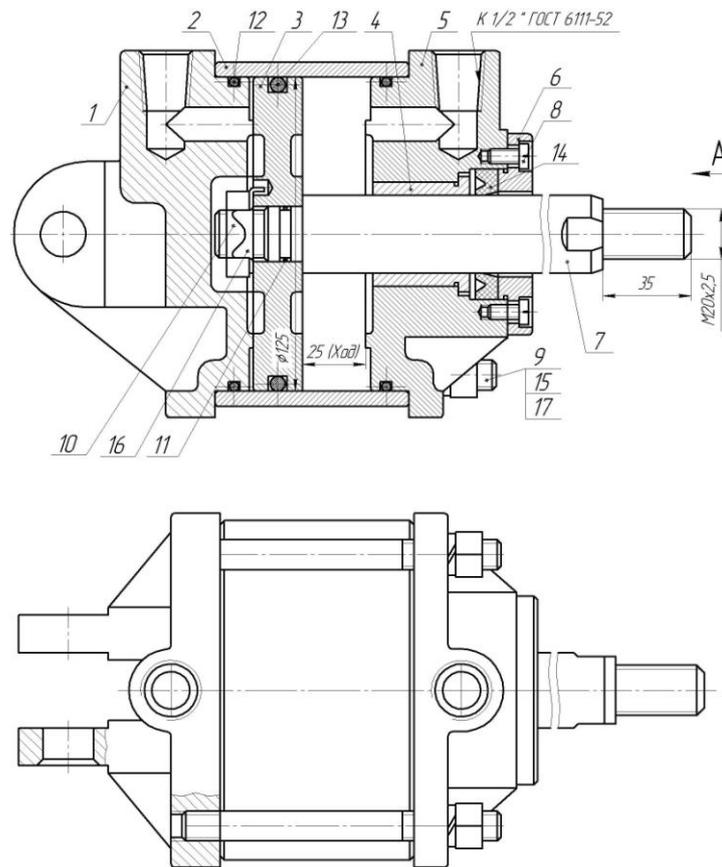


Рисунок 7 - Пневмоцилиндр

Сила зажима заготовки определяется из условия равновесия силовых факторов, действующих на заготовку. На рис. 7 приведена схема с указанными силами резания, реакциями опор и сил трения.

2.4 Расчет приспособления на точность

При расчете точности необходимо определить погрешности изготовления и сборки элементов приспособления в зависимости от параметров, заданных в чертеже детали, а именно:

- Допуск на размер 164 мм от плоскости торца детали до края шпоночного паза согласно $\pm t_2/2$ составит $\pm 0,4$;
- Отклонение от перпендикулярности плоскостей не более $0,05/100$.

Определим допустимую погрешность изготовления кондуктора обеспечивающую получение размера $164 \pm 0,4$.

Половине допуска на это расстояние δ , при условии, что середины полей допусков в деталях и кондукторной плите совпадают, определяется по формуле:

$$\delta = \delta_1 + S$$

где δ_1 - допуск на расстояние от торца детали до края шпоночного паза ($\delta_1 = 0,31$);

S - максимальный радиальный зазор между постоянной заготовкой и инструментом.

Принимаем наибольшее отклонение от номинала фрезы как сумму максимальной величины разбивки и допуска на неточность изготовления, равную полю допуска.

Таким образом, $S = 0,01$.

Тогда $\delta = 0,4 - 0,01 = 0,39$.

Следовательно, допуск на расстояние от торца детали до края шпоночного паза составит $\pm 0,39$.

Расчет погрешности выполнения размера $164 \pm 0,39$.

Погрешность настройки станка.

Допуск на размер, определяющий положение установочной поверхности относительно оси инструмента (по чертежу общего вида размер $10 \pm 0,3$) $\Delta_{н1} = 0,04$ мм.

Погрешность метода обработки.

Суммарная погрешность формы обрабатываемой поверхности в результате геометрических неточностей станка в данном случае оказывает влияния на точность выполнения данного размера, т.к. в процессе обработки не применяются направляющие элементы.

Суммарная погрешность

$$\Delta_{\Sigma} = 1,2 \cdot \sqrt{0,088^2 + 0,067^2 + 0^2} + 0 = 0,133 \text{ мм.}$$

Следовательно, условие обеспечения точности выполняется ($0,133 \text{ мм} < 0,39 \text{ мм}$).

Погрешность установки заготовки в приспособлении.

Погрешность плиты кондукторной плиты на параллельность составляет $0,05 \text{ мм}$, на плоскостность $0,05 \text{ мм}$.

Погрешность подставки под призму на параллельность составляет $0,03 \text{ мм}$, на плоскостность $0,05 \text{ мм}$.

Погрешность самой призмы на параллельность составляет $0,03 \text{ мм}$, на угловой размер составляет $0,04 \text{ мм}$.

Погрешность базирования для неуказанного на рабочем чертеже допуска симметричности в данном случае равна нулю, т.к. проекции конструкторской и технологической баз на направление выполнения размера совпадают:

$$\varepsilon_6 = 0.$$

Погрешность закрепления равна нулю, т.к. сила закрепления направлена перпендикулярно выполняемому размеру:

$$\varepsilon_3 = 0.$$

Погрешность при изготовлении и сборке установочных элементов в данном случае определяется неточностью установки призм, т.е.:

$$\varepsilon_{yc} = 0,04 \text{ мм}.$$

Погрешность установки приспособления на столе станка определяется максимальным зазором между инструментом и специальной оправкой, предназначенной для установки приспособления на столе фрезерно-сверлильно-расточного станка.

Погрешность, возникающая вследствие износа установочных элементов приспособления в данном случае равна нулю, т.к. износ опорных поверхностей опорной призмы осуществляется симметрично, а, следовательно, не оказывает влияние на точность выполнения размера:

Таким образом:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2} < T_{разм}$$

Следовательно:

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,05^2 + 0,05^2 + 0,05^2 + 0,03^2 + 0,03^2 + 0,04^2 + 0,04^2} = 0,104\text{мм.} < 0,40\text{мм}$$

2.5 Описание работы приспособления

Устанавливаем заготовку на специальную плиту 4. Сжатый воздух поступает из общезаводской системы через кран в штуцер в штоковую полость пневмопривода 1. Под действием давления шток пневмопривода, перемещаясь вправо, прижимает заготовку к установочному пальцу 2. Таким образом, осуществляется зажим заготовки. Разжим заготовки происходит при перемещении штока пневмоцилиндра влево, при этом воздух подается в без штоковую полость пневмоцилиндра через штуцер.

	Мелкосерийное	
--	---------------	--

Рис. 1. Карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «втулки»:



В ходе исследования выявлено, что предложения на рынке услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «втулки» основаны на совершенствовании технологического процесса изготовления детали «втулки» при крупносерийном и среднесерийном производстве. Несмотря на наличие на данных нишах высокого уровня конкуренции, разработанный в рамках выпускной квалификационной работы технологический процесс изготовления детали «втулки» ориентирован на реализацию в машиностроительных компаниях с крупносерийным производством. Преимущество разработанного технологического процесса перед уже существующими на рынке заключается в низкой металлоемкости и трудоемкости, в финансовой эффективности разработанного технологического процесса.

В будущем при совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия оставшихся ниш (машиностроительные компании со среднесерийным и мелкосерийным производством).

1.2. Определение качества технологического процесса изготовления детали «втулка» и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD.

Таблица 1

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
(разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,06	70	100	0,7	0,042
2. Надежность	0,02	75	100	0,75	0,015
3. Унифицированность	0,01	40	100	0,4	0,004
4. Уровень материалоемкости разработки	0,1	90	100	0,9	0,09
5. Уровень шума	0,02	40	100	0,4	0,008
6. Безопасность	0,04	50	100	0,5	0,02
7. Простота эксплуатации	0,04	60	100	0,6	0,024
8. Повышение производительности труда	0,2	90	100	0,9	0,18
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
9. Конкурентоспособность продукта	0,15	85	100	0,85	0,1275
10. Уровень проникновения на рынок	0,02	30	100	0,3	0,006
11. Перспективность рынка	0,02	60	100	0,6	0,012
12. Цена	0,15	85	100	0,85	0,1275
13. Финансовая эффективность научной разработки	0,15	85	100	0,85	0,1275
14. Срок выхода на рынок	0,02	30	100	0,3	0,006
Итого	1				0,7895

Значение $\text{Pcr} = 78,95$ показывает, что перспективность технологического процесса изготовления детали «втулка» на рынке выше среднего.

1.3. Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «втулка» посредством SWOT-анализа.

SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента. Представляет собой комплексное исследование технического проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Применительно к детали «втулка», SWOT-анализ позволит оценить сильные и слабые стороны технологии изготовления, а также его возможности и угрозы.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT удобно использовать следующие обозначения:

С - сильные стороны проекта;

Сл - слабые стороны проекта;

В - возможности;

У - угрозы;

Матрица SWOT приведена в таблице 2.

Таблица 2

Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Высокая обрабатываемость. С2. Экологичность технологии. С3. Не требует высококвалифицированного персонала. С4. Повышение безопасности производства С5. Износостойкость оборудования	Слабые стороны проекта: Сл1. Высокий уровень отходов Сл2. Сложная конструкция детали
--	---	--

Возможности: В1. Увеличение производительности труда за счет легкой обработки В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Импортзамещение В4. Повышение прибыли за счет снижения себестоимости	В1С1С2С3С4; В2С1; В3С5; В4С1С2С5;	В2Сл1Сл2; В3Сл2; В4Сл2;
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на технологии производства У2. Ограничения на экспорт изделий из –за санкций У3. Отсутствие инвестора У4. Отсутствие финансового обеспечения со стороны государства	У1С3; У3С5; У4С1С2С5.	У1Сл1Сл2; У3Сл1Сл2; У4Сл2.

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации.

При построении интерактивных матриц используются следующие обозначения:

С - сильные стороны проекта;

Сл - слабые стороны проекта;

В - возможности;

У - угрозы;

«+» - сильное соответствие;

«-» - слабое соответствие;

Анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 3 и 4, показывает, что сильных сторон у проекта значительно больше, чем слабых. Кроме того, угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

Таблица 3

Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта					
		С1	С2	С3	С4	С5
В1		+	+	+	+	-
В2		+	-	-	-	-
В3		-	-	-	-	+

	В4	+	+	-	-	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	-	-	-	-	-
	В2	+	+	-	-	-
	В3	-	+	-	-	-
	В4	-	+	-	-	-

Таблица 4

Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта					
		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	+	-	-
	У2	-	-	-	-	-
	У3	-	-	-	-	+
	У4	+	+	-	-	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	-	-	-
	У2	-	-	-	-	-
	У3	+	+	-	-	-
	У4	-	+	-	-	-

2. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ.

2.1. Структура работы в рамках научного исследования.

Таблица 5

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер (дипломник)
	4	Календарное планирование работ по теме	Инженер (дипломник)
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер (дипломник)
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер (дипломник)
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер (дипломник)
	8	Контроль результатов исследований	Руководитель темы
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер (дипломник)
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	Инженер (дипломник)
<i>Проведение ОКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Инженер (дипломник)
	12	Выбор и расчет конструкции	Инженер (дипломник)
	13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Инженер (дипломник)
	14	Разработка технической документации	Инженер (дипломник)
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	15	Обкатка технологического процесса на производстве	Инженер (дипломник)
Оформление отчета по НИР (комплекта	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической	Инженер (дипломник)

документации по ОКР)		документации)	
	17	Оформление патента на способ производства	Инженер (дипломник)
	18	Размещение рекламы	Инженер (дипломник)

2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценена экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ использована следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (3)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1 работы составило:

$$t_{ож1} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{ чел. – дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 2 работы составило:

$$t_{ож2} = \frac{3*10 + 2*20}{5} = 14 \text{ чел. – дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 3 работы составило:

$$t_{\text{ож3}} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4 работы $t_{\text{ож4}}$ составило:

$$t_{\text{ож4}} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 5 работы составило:

$$t_{\text{ож5}} = \frac{3*30 + 2*50}{5} = 38 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 6 работы составило:

$$t_{\text{ож6}} = \frac{3*20 + 2*30}{5} = 24 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 7 работы составило:

$$t_{\text{ож7}} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8 работы составило:

$$t_{\text{ож8}} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 9 работы составило:

$$t_{\text{ож9}} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 10 работы составило:

$$t_{\text{ож10}} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 11 работы составило:

$$t_{\text{ож11}} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 12 работы составило:

$$t_{\text{ож12}} = \frac{3*7 + 2*14}{5} = 9,8 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 13 работы составило:

$$t_{\text{ож13}} = \frac{3*3 + 2*5}{5} = 3,8 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 14 работы составило:

$$t_{\text{ож14}} = \frac{3*7 + 2*14}{5} = 9,8 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 15 работы составило:

$$t_{\text{ож15}} = \frac{3*5 + 2*10}{5} = 7 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 16 работы составило:

$$t_{\text{ож16}} = \frac{3*30 + 2*40}{5} = 34 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 17 работы составило:

$$t_{\text{ож17}} = \frac{3*328 + 2*413}{5} = 362 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 18 работы составило:

$$t_{\text{ож18}} = \frac{3*3 + 2*5}{5} = 3,8 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определена продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по формуле:

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (4)$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность 1 работы:

$$T_{p_1} = \frac{1,4}{1} = 1,4$$

Продолжительность 2 работы:

$$T_{p_2} = \frac{14}{1} = 14$$

Продолжительность 3 работы:

$$T_{p_3} = \frac{1,4}{2} = 0,7$$

Продолжительность 4 работы:

$$T_{p_4} = \frac{1,4}{1} = 1,4$$

Продолжительность 5 работы:

$$T_{p_5} = \frac{38}{1} = 38$$

Продолжительность 6 работы:

$$T_{P_6} = \frac{24}{1} = 24$$

Продолжительность 7 работы:

$$T_{P_7} = \frac{1,4}{1} = 1,4$$

Продолжительность 8 работы:

$$T_{P_8} = \frac{2,4}{1} = 2,4$$

Продолжительность 9 работы:

$$T_{P_9} = \frac{1,4}{2} = 0,7$$

Продолжительность 10 работы:

$$T_{P_{10}} = \frac{1,4}{1} = 1,4$$

Продолжительность 11 работы:

$$T_{P_{11}} = \frac{1,4}{1} = 1,4$$

Продолжительность 12 работы:

$$T_{P_{12}} = \frac{9,8}{1} = 9,8$$

Продолжительность 13 работы:

$$T_{P_{13}} = \frac{3,8}{1} = 3,8$$

Продолжительность 14 работы:

$$T_{P_{14}} = \frac{9,8}{1} = 9,8$$

Продолжительность 15 работы:

$$T_{P_{15}} = \frac{7}{1} = 7$$

Продолжительность 16 работы:

$$T_{P_{16}} = \frac{34}{1} = 34$$

Продолжительность 17 работы:

$$T_{P_{17}} = \frac{362}{1} = 362$$

Продолжительность 18 работы:

$$T_{P_{18}} = \frac{3,8}{1} = 3,8$$

2.3. Разработка графика проведения научного исследования

С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни. Для этого была использована следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (5)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности в 2016 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 105 - 14} = 1,48$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к1}} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к2}} = 14 \cdot 1,48 = 21$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к3}} = 0,7 \cdot 1,48 = 1$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к4}} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к5}} = 38 \cdot 1,48 = 56$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к6}} = 24 \cdot 1,48 = 36$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к7}} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к8}} = 2,4 \cdot 1,48 = 4$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к9}} = 0,7 \cdot 1,48 = 1$$

Продолжительность выполнения 10-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к10}} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 11-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к11}} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 12-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к12}} = 9,8 \cdot 1,48 = 15$$

Продолжительность выполнения 13-й работы в календарных днях

$$T_{к13} = 3,8 \cdot 1,48 = 6$$

Продолжительность выполнения 14-й работы в календарных днях

$$T_{к14} = 9,8 \cdot 1,48 = 15$$

Продолжительность выполнения 15-й работы в календарных днях

$$T_{к15} = 7 \cdot 1,48 = 10$$

Продолжительность выполнения 16-й работы в календарных днях

$$T_{к16} = 34 \cdot 1,48 = 50$$

Продолжительность выполнения 17-й работы в календарных днях

$$T_{к17} = 362 \cdot 1,48 = 536$$

Продолжительность выполнения 18-й работы в календарных днях

$$T_{к18} = 3,8 \cdot 1,48 = 6$$

Все рассчитанные значения сведены в таблицу (табл. 6).

Таблица 6

Временные показатели проведения научного исследования.

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}					
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ожид}$, чел-дни										
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3				Исп.1	Исп.2	Исп.3		
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	

16																	
17																	
18																	

Примечание: Варианты исполнения берутся из раздела 2.

На основе табл. 5 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе табл. 6 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 7

Календарный план-график проведения НИОКР по теме.

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ														
				февр		март			апрель			май			июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
1	Составление ТЗ	Руководитель	4	■														
2	Изучение литературы	Инженер (дипломник)	28		■	■	■											
3	Патентный поиск	Инженер (дипломник)	6					■										
4	Выбор напр. исслед.	Руков., инж.	4							■								
...			...															
			34															
			50														■	
i			12															

■ – руководитель

■ – инженер

3. РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА РАЗРАБОТКУ ПРОЕКТА

Затраты на проведение каких-либо работ рассчитываются по следующим элементам расходов с последующим суммированием:

- материальные затраты;
- затраты на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизация основных фондов и нематериальных активов;
- прочие затраты;
- накладные расходы.

Материальные затраты

Материальные затраты включают в себя:

- затраты на бумагу – 600руб.
- канцелярские товары – 350руб.
- флэш-карта – 800руб.

Таблица 8.

Материальные затраты

Наименование затрат	Сумма, руб.
Бумага	600
Канцелярские товары	350
Флеш-карта	800

Итого	1750
-------	------

Затраты на оплату труда

В состав на оплату труда включается:

- выплаты заработной платы за фактически выполненную работу, исходя из сдельных расценок, тарифных ставок и должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии нормами и системами оплаты труда;
- выплаты стимулирующего характера;
- выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда (выплаты по районным коэффициентам). Для Томска районный коэффициент равен 1,3.
- выплаты за неотработанное время(8-16%).

Необходимо также учесть доплаты за ученую степень.

Рассчитываем месячную заработную плату научного руководителя 15 разряда, с окладом 23265 руб.:

$$ЗП_{н.р.}^M = (ЗП \cdot K_1 + D_1) \cdot K_2, \text{руб/мес.}$$

$$ЗП_{н.р.}^M = (23265 \cdot 1,1 + 2200) \cdot 1,13 = 36128,95 \text{руб/мес.}$$

K_1 - оплата в соответствии с действующим законодательством очередных и дополнительных отпусков, $K_1 = 1,1$;

K_2 – выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда (выплаты по районным коэффициентам), $K_2 = 1,3$.

Стимулирующие выплаты: D_1 - доплата за ученую степень, $D_1 = 2200$;

Рассчитываем месячную заработную плату 11 разряда, с окладом 14500 рублей: $ЗП_{ин.}^M = ЗП \cdot K_1 \cdot K_2$

$$K_1 = 1,1; K_2 = 1,3;$$

$$ЗП_{ин.}^M = 14500 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 20735,00 \text{руб/мес.}$$

Рассчитываем заработную плату труда каждого исполнителя за отработанное время:

$$ЗП_{н.р.}=(ЗП_{н.р.}^M/21)\cdot n=(36128,95/21)\cdot 5=8602,13 \text{ руб.}$$

где n- количество дней, затраченных на разработку проекта, дней;

$$ЗП_{ин.}=(ЗП_{ин.}^M/21)\cdot n=(20735,00/21)\cdot 45=44432,14 \text{ руб.}$$

$$И_{з/п}=ЗП_{н.р.}+ЗП_{ин.}=8602,13+44432,14=53034,27 \text{ руб.}$$

Итого затраты на оплату труда на реализацию проекта (45 дней) составили: 53034,27 рублей.

Отчисления на социальные нужды

В разделе «Отчисления на социальные нужды» отражаются обязательные отчисления по установленным законодательным нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования от элемента «Затраты на оплату труда» 30%.

$$И_{с.о.}=0,30\cdot 53034,27=15910,28 \text{ руб.}$$

Амортизация основных фондов

В разделе «Амортизация основных фондов» отражаются суммарные амортизационные отчисления на полное восстановление основных производственных фондов.

В работе используется следующее оборудование:

- монитор SAMSUNG S24C570HL, процессор INTEL PENTIUM, стоимостью 29000 рублей;
- принтер Epson WorkForce Pro WP-4020, стоимостью 6000 рублей.

Таблица 9

Потребность в оборудовании

Наименование оборудования	Количество, шт.	Сумма, руб
---------------------------	-----------------	------------

Монитор SAMSUNG S24C570HL	1	10000
Процессор INTEL PENTIUM	1	19000
Принтер Epson WorkForce Pro WP-4020	1	6000
Итого		35000

Общая стоимость оборудования 35000 рублей.

$$I_{ам} = (T_{исп.}/T) \cdot \Phi \cdot N_{ам}, \text{ где}$$

$I_{ам}$ – амортизация основных фондов;

$T_{исп}$ – время использования компьютерно техники, день;

T – количество дней в году;

Φ – стоимость компьютерной техники, тыс.руб.;

$N_{ам}$ – нормы амортизации, $N_{ам} = 1/T_{сл}$;

$T_{сл}$ – срок службы оборудования, (5 лет);

$$N_{ам} = 1/5 = 0,2$$

$$I_{ам} = (45/365) \cdot 35000 \cdot 0,2 = 863,01 \text{руб.}$$

Прочие затраты

К разделу «Прочие затраты» себестоимости продукции (работы, услуг) относятся налоги, сборы, отчисления в специальные внебюджетные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества и прочее.

$$I_{пр} = 10\% (\sum I)$$

$$I_{пр} = (I_{м.з} + I_{з/п} + I_{с/о} + I_{ам.}) \cdot 0,1 \text{ .руб}$$

$$I_{\text{пр}} = (1750 + 53034,27 + 15910,28 + 863,01) \cdot 0,1 = 7155,76 \text{ руб}$$

Накладные расходы

К разделу «Накладные» принимаем коэффициент 200%

$$I_{\text{накл}} = 2 \cdot I_{\text{з/п}} = 2 \cdot 53034,27 = 106068,54 \text{ руб}$$

Себестоимость проекта

Расчет себестоимости проекта:

$$\begin{aligned} C_c &= I_{\text{м.з.}} + I_{\text{з/п}} + I_{\text{с/о}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{пр}} + I_{\text{накл}} = \\ &= 1750 + 53034,27 + 15910,28 + 863,01 + 7155,76 \\ &+ 106068,54 = 177626,1 \text{ руб} \end{aligned}$$

Смета затрат на выполнение проекта приведена в таблице 10

Таблица 10

Смета затрат на реализацию проекта

Элементы текущих затрат	Сумма затрат, руб
1. Материальные затраты	1750
2. Затраты на оплату труда	53034,27
3. Отчисления на социальные нужды	15910,28
4. Амортизация основных фондов	863,01
5. Прочие затраты: налоги, сборы, отчисления во внебюджетные фонды, командировочные, оплата услуг связи, оплата электрической и тепловой энергии	7155,76

6. Накладные расходы	106068,54
7. Сумма затраты на проект	177626,1

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСНОЙ (РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ), ФИНАНСОВОЙ, БЮДЖЕТНОЙ, СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i - весовой коэффициент разработки; - бальная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 11.

Таблица 11

Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,10	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5
3. Помехоустойчивость	0,15	5
4. Энергосбережение	0,20	4
5. Надежность	0,25	5
6. Материалоемкость	0,15	4
Итого:	1,00	

Интегральный показатель ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,65$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-бальной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы надежности и помехоустойчивости позволяют судить о надежности изделия.

3 .СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

4

Данный раздел дипломной работы посвящен анализу и разработке мер по обеспечению благоприятных для творческой работы инженера-технолога условий труда. Здесь рассмотрены вопросы производственной безопасности, эргономики, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

1 Анализ опасных и вредных факторов.

Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием некоторых опасных и вредных факторов (ГОСТ 12.0.002-80 «ССБТ. Основные понятия. Термины и определения»), которые классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические и психофизиологические (ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация»).

На работающего за ЭВМ инженера-технолога могут негативно действовать опасные и вредные производственные факторы, которые приведены в таблице 1.

При работе на ЭВМ к концу рабочего дня возникают типичные ощущения: переутомление глаз, головная боль, тянущие боли в мышцах шеи, рук и спины, снижение концентрации внимания.

1.1 Производственный шум.

Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работая в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума [выше 80 дБ(А)] на слух человека приводит к его частичной или полной потере.

Основным источником шума в кабинете являются вентиляторы блоков питания ЭВМ. Уровень шума колеблется от 35 до 40 дБА. По СанПиН 2.2.2.542-96 при выполнении основной работы на ЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50 дБА. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами.

1.1.1 Электромагнитное и ионизирующее излучения

Большинство ученых считают, что как кратковременное, так и длительное воздействие всех видов излучения от экрана монитора не опасно для здоровья персонала, обслуживающего компьютеры. Однако исчерпывающих данных относительно опасности воздействия излучения от мониторов на работающих с компьютерами не существует и исследования в этом направлении продолжаются.

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера представлены в табл 1

Максимальный уровень рентгеновского излучения на рабочем месте оператора компьютера обычно не превышает 10 мкбэр/ч, а интенсивность ультрафиолетового и инфракрасного излучений от экрана монитора лежит в пределах 10...100 мВт/м².

Таблица 1 - Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений (в соответствии с СанПиН 2.2.2.542-96)

Наименование параметра	Допустимые значения
Напряженность электрической составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50см от поверхности видеомонитора	10В/м
Напряженность магнитной составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50см от поверхности видеомонитора	0,3А/м
Напряженность электростатического поля не должна превышать: для взрослых пользователей для детей дошкольных учреждений и учащихся средних специальных и высших учебных заведений	20 кВ/м 15 кВ/м

Для снижения воздействия этих видов излучения рекомендуется применять мониторы с пониженным уровнем излучения (MPR-II, TCO-92, TCO-99), устанавливать защитные экраны, а также соблюдать регламентированные режимы труда и отдыха.

1.2 Поражение электрическим током.

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50Гц.[4] По опасности электропоражения кабинет относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющими соединение с землей металлическими предметами и металлическими корпусами оборудования.

При нормальном режиме работы оборудования опасность электропоражения невелика, однако, возможны режимы, называемые аварийными, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека электрическим током или электрической дугой может произойти в следующих случаях:

1. при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
2. при однофазном (однополюсном) прикосновении неизолированного от земли человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;

3. при прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции;
4. при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;
5. при возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

1. изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
2. установки защитного заземления;
3. наличие общего рубильника;
4. своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

Разработка мер защиты от опасных и вредных факторов

В качестве мер по снижению шума можно предложить следующее:

1. Облицовка потолка и стен звукопоглощающим материалом (снижает шум на 6-8 дБ);
2. Экранирование рабочего места (постановкой перегородок, диафрагм);
3. Установка в компьютерных помещениях оборудования, производящего минимальный шум;
4. Рациональная планировка помещения.

Защиту от шума следует выполнять в соответствии с ГОСТ 12.1.003-76, а звукоизоляция ограждающих конструкций должна отвечать требованиям главы СНиП 11-12-77 «Защита от шума. Нормы проектирования».

При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

1. Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы –при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
2. Дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;

3. Должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

Обеспечение электробезопасности техническими способами и средствами:

Так как все токоведущие части ЭВМ изолированы, то случайное прикосновение к токоведущим частям исключено.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, рекомендуется применять защитное заземление.

Заземление корпуса ЭВМ обеспечено подведением заземляющей жилы к питающим розеткам. Сопротивление заземления 4 Ом, согласно (ПУЭ) для электроустановок с напряжением до 1000 В.

Организационные мероприятия по обеспечению электробезопасности:

Основным организационным мероприятием является инструктаж и обучение безопасным методам труда, а так же проверка знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе.

При проведении незапланированного и планового ремонта вычислительной техники выполняются следующие действия:

- Отключение компьютера от сети
- Проверка отсутствия напряжения

После выполнения этих действий проводится ремонт неисправного оборудования.

Если ремонт проводится на токоведущих частях, находящихся под напряжением, то выполнение работы проводится не менее чем двумя лицами с применением электрозащитных средств.

Пожарная безопасность.

Причины возникновения пожара

Пожар в кабинете, может привести к очень неблагоприятным последствиям (потеря ценной информации, порча имущества, гибель людей и т.д.), поэтому необходимо: выявить и устранить все причины возникновения пожара; разработать план мер по ликвидации пожара в здании; план эвакуации людей из здания.

Причинами возникновения пожара могут быть:

1. неисправности электропроводки, розеток и выключателей которые могут привести к короткому замыканию или пробоем изоляции;
2. использование поврежденных (неисправных) электроприборов;
3. использование в помещении электронагревательных приборов с открытыми нагревательными элементами;
4. возникновение пожара вследствие попадания молнии в здание;
5. возгорание здания вследствие внешних воздействий;
6. неаккуратное обращение с огнем и несоблюдение мер пожарной безопасности.

Профилактика пожара

Пожарная профилактика представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращении пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара. Для профилактики пожара чрезвычайно важна правильная оценка пожароопасности здания, определение опасных факторов и обоснование способов и средств пожаропреупреждения и защиты.

Одно из условий обеспечения пожаробезопасности - ликвидация возможных источников воспламенения.

В кабинете источниками воспламенения могут быть:

7. неисправное электрооборудование, неисправности в электропроводке, электрических розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неисправности, проводить плановый осмотр и своевременно устранять все неисправности;
8. неисправные электроприборы. Необходимые меры для исключения пожара включают в себя своевременный ремонт электроприборов, качественное исправление поломок, не использование неисправных электроприборов;
9. обогревание помещения электронагревательными приборами с открытыми нагревательными элементами. Открытые нагревательные поверхности могут привести к пожару, так как в помещении находятся бумажные документы и справочная литература в виде книг, пособий, а бумага – легковоспламеняющийся

предмет. В целях профилактики пожара рекомендуется не использовать открытые обогревательные приборы в помещении;

10. короткое замыкание в электропроводке. В целях уменьшения вероятности возникновения пожара вследствие короткого замыкания необходимо, чтобы электропроводка была скрытой.
11. попадание в здание молнии. В летний период во время грозы возможно попадание молнии вследствие чего возможен пожар. Во избежание этого рекомендуется установить на крыше здания молниеотвод;
12. несоблюдение мер пожарной безопасности и курение в помещении также может привести к пожару. Для устранения возгорания в результате курения в помещении рекомендуется категорически запретить курение, а разрешить только в строго отведенном для этого месте.

В целях предотвращения пожара проводить с инженерами, работающими в помещении, противопожарный инструктаж, на котором ознакомить работников с правилами противопожарной безопасности, а также обучить использованию первичных средств пожаротушения.

В случае возникновения пожара необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации (рис.4), и приступить к ликвидации пожара огнетушителями. При наличии небольшого очага пламени можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания.



Рисунок 4. План эвакуации

Эргономический анализ трудового процесса.

Микроклимат.

Параметры микроклимата могут меняться в широких пределах, в то время как необходимым условием жизнедеятельности человека является поддержание постоянства температуры тела благодаря терморегуляции, т.е. способности организма регулировать отдачу тепла в окружающую среду. Принцип нормирования микроклимата – создание оптимальных условий для теплообмена тела человека с окружающей средой.

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. В санитарных нормах СН-245-71 установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (см. табл. 4.2).

Объем помещений, в которых размещены работники вычислительных центров, не должен быть меньше 19,5 м³/человека с учетом максимального числа одновременно работающих в смену. Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.2 - Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	22...24 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23...25 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	0,1...0,2 м/с

Таблица 4.3 - Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м ³ /ч
Объем до 20 м ³ на человека	Не менее 30
20...40 м ³ на человека	Не менее 20

Для обеспечения комфортных условий используются как организационные методы (рациональная организация проведения работ в зависимости от времени года и суток, чередование труда и отдыха), так и технические средства (вентиляция, кондиционирование воздуха, отопительная система).

Освещение.

Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения. Исходя из этого, рассчитаем параметры искусственного освещения.

Обычно искусственное освещение выполняется посредством электрических источников света двух видов: ламп накаливания и люминесцентных ламп. Будем использовать люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ:

- 1) по спектральному составу света они близки к дневному, естественному свету;
- 2) обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания);

- 3) обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания);
- 4) более длительный срок службы.

Помещение имеет размеры: длина $A=4$ м, ширина $B=3$ м, высота $H=3,5$ м.

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_n = H - h_c$ – высота светильника над полом, высота подвеса;

$h_p=0,9$ м - высота рабочей поверхности над полом [Должностная инструкция инженера-технолога, п. II];

$h = h_n - h_p$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью.

l – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

L – расстояние между соседними светильниками или рядами.

Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$.

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

$H=3,5$ м; $h_c=0,5$ м; $h_n=3$ м.

Найдем расчетную высоту: $h = h_n - h_p = 3 - 0,9 = 2,1$ м.

Расстояние между светильниками L определяется как:

$$L = \lambda \cdot h$$

$$L = 1,1 \cdot 2,1 = 2,3 \text{ м}$$

$$L/3 = 0,7 \text{ м}$$

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина $\lambda = L/h$, уменьшение которой удорожает устройство и обслуживание освещения, а чрезмерное увеличение ведёт к резкой неравномерности освещённости.

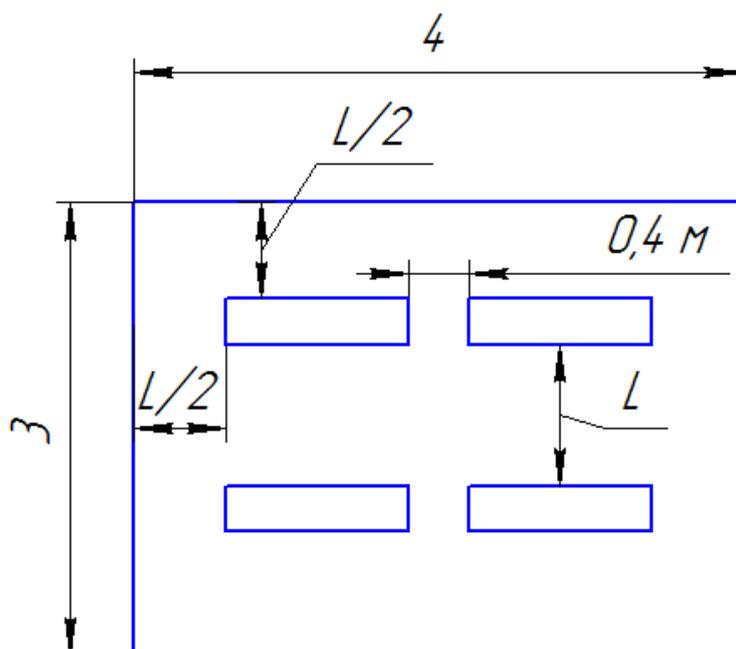


Рис.1. План размещения светильников с люминесцентными лампами.

Размещаем светильники в два ряда. В ряду можно установить 2 светильников типа ПВЛ мощностью 40 Вт (с размерами 1.23x0.266x0.158), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 0.4 м. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $n = 8$.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h(A+B)$$

Подставим значения:

$$i = 12 / 2,1 * (4+3) = 0,8$$

Расчет общего равномерного освещения.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot K \cdot Z / n \cdot \eta,$$

где E_n – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

$E_n = 300$ лк; (работа высокой точности, светлый фон, разряд зрительной работы III)

S – площадь освещаемого помещения, m^2 ;

K – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли

$K=1,5$;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{cp.} / E_{min.}$. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

n – число ламп;

η - коэффициент использования светового потока.

Значения коэффициента использования светового потока η светильников с люминесцентными лампами для наиболее часто встречающихся сочетаний коэффициентов отражения и индексов помещения приведены в таблице 8[10]. Для данного примера $\eta=0,22$, так как индекс помещения $i=0,8$, тип светильника ПВЛ, значение коэффициентов отражения стен и потолка $\rho_n=50\%$ (Чистый бетонный) $\rho_c=30\%$ (Оклеенные светлыми обоями)

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_n .

$$\Phi = \frac{300 \cdot 12 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{8 \cdot 0,22} \approx 3375 \text{ Лм}$$

Определяем световой поток ламп:

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по таблице 7 [10] выбирается ближайшая стандартная лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы.

Ближайшая стандартная лампа – ЛБ потоком 3200 Лм.

Основные характеристики:

Мощность- 40 Вт;

Напряжение сети-220В;

Определяем электрическую мощность осветительной установки.

$$P = 40 \cdot 8 = 320 \text{ Вт}$$

Проверка:

Сделаем проверку произведенных расчетов, используя формулу

$$0.9 \cdot E_H < E_{\text{расч}} < 1.2 \cdot E_H$$

Найдем $E_{\text{расч}}$:

$$E_{\text{расч}} = \Phi \cdot n \cdot \eta / S \cdot K \cdot Z,$$

$$E_{\text{расч}} = 3200 \cdot 8 \cdot 0.22 / 12 \cdot 1.5 \cdot 1.1 = 284 \text{ лк.}$$

Таким образом, получается, что данные расчеты произведены, верно, условие

$$0.9 \cdot E_H < E_{\text{расч}} < 1.2 \cdot E_H \text{ выполняется } 270 < 284 < 360.$$

2 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды является по-настоящему важным и значимым процессом. Именно поэтому этим вопросам уделяют достаточно много времени и внимания. Охраной окружающей среды называется комплекс мер, направленных на предупреждение отрицательного влияния человеческой деятельности на природу, обеспечение благоприятных и безопасных условий жизнедеятельности человека.

Создание условий для улучшения экологической обстановки - процесс долгий, требует согласованности и последовательности действий. Приоритетными в экологической политике РФ сегодня следующие вопросы:

- обеспечение экологически безопасных условий для проживания;
- рациональное использование и охрана природных ресурсов;
- обеспечение экологической и радиационной безопасности (пдв);
- экологизация промышленности;
- повышение экологической культуры общества и формирование экологического сознания у людей.

Немаловажную роль в защите окружающей среды отводится мероприятиям по рациональному размещению источников загрязнений. К ним относятся:

1) вынесение промышленных предприятий из крупных городов и сооружение новых в малонаселенных районах с непригодными и малопригодными для сельскохозяйственного использования землями;

2) оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом топографии местности и розы ветров;

3) установление санитарных охранных зон вокруг промышленных предприятий;

4) рациональная планировка городской застройки, обеспечивающая оптимальные экологические условия для человека и растений.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды. Полученная информация о загрязнениях позволяет быстро выявлять причины повышения концентраций вредных веществ в окружающей среде и активно их устранять.

Защита окружающей среды - это комплексная проблема, требующая усилий ученых многих специальностей. Особое значение имеет количественная оценка последствий загрязнения окружающей среды и, в первую очередь, ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением атмосферы. Защита окружающей среды от загрязнений на современном этапе помимо экономической задачи - повышения общественной производительности труда - включает также и социально-экономическую задачу - улучшение условий жизни человека, сохранение его здоровья.

Чтобы максимально снизить уровень загрязнений, выбрасываемых предприятиями, необходимо производить следующие обязательные меры по охране окружающей природной среды (ООС). Мероприятия по охране окружающей среды заключаются в:

1. Выявлении, оценке, постоянном контроле и ограничении вредных выбросов в окружающую среду, создании природоохранных и ресурсосберегающих технологий и техники.

2. Разработке юридических законов, правовых актов по охране окружающей природной среды, а также материальном стимулировании выполнения требований данных законов и природоохранных мероприятий.

3. Предупреждении ухудшения экологической обстановки и охраны окружающей среды от вредных и опасных факторов путем создания специально выделенных территорий (СЗЗ).

Безотходная технология является наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий. Под понятием «безотходная технология» следует понимать комплекс мероприятий в технологических процессах от обработки сырья до использования готовой продукции, в результате чего сокращается до минимума количество вредных выбросов и уменьшается воздействие отходов на окружающую среду до приемлемого уровня. В этот комплекс мероприятий входят:

- 1) создание и внедрение новых процессов получения продукции с образованием наименьшего количества отходов;
- 2) разработка различных типов бессточных технологических систем и водооборотных циклов на базе способов очистки сточных вод;
- 3) разработка систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы;
- 4) создание территориально-промышленных комплексов, имеющих замкнутую структуру материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса.

До всестороннего внедрения безотходной технологии важными направлениями экологизации промышленного производства следует считать:

- 1) совершенствование технологических процессов и разработку нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду;
- 2) замена токсичных отходов на нетоксичные;
- 3) замена не утилизируемых отходов на утилизируемые;
- 4) применение пассивных методов защиты окружающей среды.

Пассивные методы защиты окружающей среды включают комплекс мероприятий по ограничению выбросов промышленного производства с последующей утилизацией или захоронением отходов. К их числу относятся:

- очистка сточных вод от примесей;
- очистка газовых выбросов от вредных примесей;

- рассеивание вредных выбросов в атмосфере;
- глушение шума на путях его распространения;
- мероприятия по снижению уровней инфразвука, ультразвука и вибраций на путях их распространения;
- экранирование источников энергетического загрязнения окружающей среды;
- захоронение токсичных и радиоактивных отходов.

Предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющиеся источниками негативного воздействия на среду обитания и здоровье человека, необходимо отделять от жилой застройки санитарно-защитными зонами.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) отделяет территорию промышленной площадки от жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха, курорта с обязательным обозначением границ специальными информационными знаками

Устанавливаем следующие размеры санитарно-защитной зоны:

- предприятия четвертого класса - 100 м (Машиностроительные предприятия с металлообработкой, покраской без литья).

3 Эргономические требования к рабочему месту

Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важных проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники.

Рабочее место и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места инженера-технолога должны быть соблюдены следующие основные условия: оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места и достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения.

Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз

пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места.

Главными элементами рабочего места инженера-технолога являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя.

Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление инженера-технолога. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.

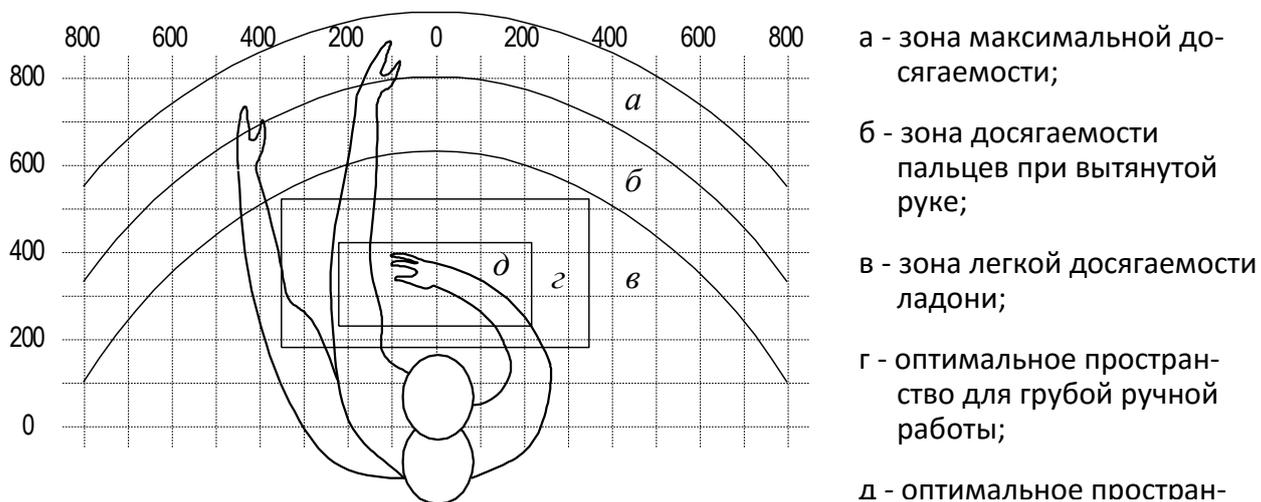


Рисунок 2 Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

ДИСПЛЕЙ размещается в зоне а (в центре);

СИСТЕМНЫЙ БЛОК размещается в предусмотренной нише стола;

КЛАВИАТУРА - в зоне г/д;

«МЫШЬ» - в зоне в справа;

СКАНЕР в зоне а/б (слева);

ПРИНТЕР находится в зоне а (справа);

ДОКУМЕНТАЦИЯ: необходимая при работе - в зоне легкой досягаемости

ладони – в, а в выдвижных ящиках стола - литература, неиспользуемая постоянно.

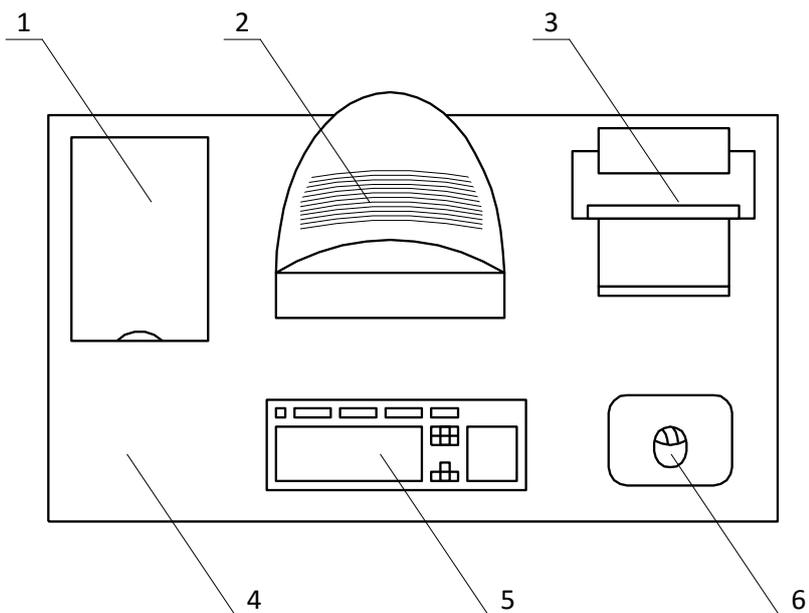


Рисунок .3. Размещение основных и периферийных составляющих ПК.

На рис. 3 показан пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе программиста.

1 – сканер, 2 – монитор, 3 – принтер, 4 – поверхность рабочего стола,
5 – клавиатура, 6 – манипулятор типа «мышь».

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

- 5) высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
- 6) нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
- 7) поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста;
- 8) конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей).

9) высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760 мм. Высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650 мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего кресла. Так, рекомендуемая высота сиденья над уровнем пола находится в пределах 420-550 мм. Поверхность сиденья мягкая, передний край закругленный, а угол наклона спинки - регулируемый.

Необходимо предусматривать при проектировании возможность различного размещения документов: сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т.п. Кроме того, в случаях, когда видеотерминал имеет низкое качество изображения, например заметны мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700 мм), чем расстояние от глаза до документа (300-450 мм). Вообще при высоком качестве изображения на видеотерминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным.

Положение экрана определяется:

10) расстоянием считывания (0,6...0,7 м);

11) углом считывания, направлением взгляда на 20° ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению.

Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:

12) по высоте +3 см;

13) по наклону от -10° до $+20^\circ$ относительно вертикали;

14) в левом и правом направлениях.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях. Требования к рабочей позе пользователя видеотерминала следующие:

15) голова не должна быть наклонена более чем на 20° ,

16) плечи должны быть расслаблены,

17) локти - под углом $80^\circ \dots 100^\circ$,

18) предплечья и кисти рук - в горизонтальном положении.

Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами: нет хорошей подставки для документов, клавиатура находится слишком высоко, а документы - низко, некуда положить руки и кисти, недостаточно пространство для ног.

В целях преодоления указанных недостатков даются общие рекомендации: лучше передвижная клавиатура; должны быть предусмотрены специальные приспособления для регулирования высоты стола, клавиатуры и экрана, а также подставка для рук.

Существенное значение для производительной и качественной работы на компьютере имеют размеры знаков, плотность их размещения, контраст и соотношение яркостей символов и фона экрана. Если расстояние от глаз оператора до экрана дисплея составляет 60...80 см, то высота знака должна быть не менее 3 мм, оптимальное соотношение ширины и высоты знака составляет 3:4, а расстояние между знаками – 15...20% их высоты. Соотношение яркости фона экрана и символов - от 1:2 до 1:15.

Во время пользования компьютером медики советуют устанавливать монитор на расстоянии 50-60 см от глаз. Специалисты также считают, что верхняя часть видеодисплея должна быть на уровне глаз или чуть ниже. Когда человек смотрит прямо перед собой, его глаза открываются шире, чем когда он смотрит вниз. За счет этого площадь обзора значительно увеличивается, вызывая обезвоживание глаз. К тому же если экран установлен высоко, а глаза широко открыты, нарушается функция моргания. Это значит, что глаза не закрываются полностью, не омываются слезной жидкостью, не получают достаточного увлажнения, что приводит к их быстрой утомляемости.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

4 .Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Нормативно-правовая база обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере регламентирует обязанности и права государственных органов, общественных организаций, должностных лиц и всех граждан, закрепляет и регулирует структуру и назначение специальных органов управления в области защиты от чрезвычайных ситуаций техногенного характера, определяет ответственность всех уровней власти и граждан. Она направлена на то, чтобы каждый гражданин страны знал основные положения законодательства и был защищен им, чтобы его повседневное поведение строго соответствовало правовым нормам.

Правовые вопросы обеспечения безопасности

Правовой основой законодательства в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, в том числе и в техносфере, является Конституция — Основной закон государства. Законы и иные правовые акты, принимаемые в Российской Федерации, не должны ей противоречить.

Другими источниками права в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере являются: федеральные законы; указы Президента Российской Федерации; постановления Правительства Российской Федерации; приказы, директивы, инструкции, наставления и другие нормативные акты министерств и ведомств; правовые акты субъектов Российской Федерации и муниципальных образований (указы, постановления): приказы (распоряжения) руководителей организаций (учреждений, объектов).

Для реализации требований законов необходимо принятие подзаконных актов, определяющих порядок их исполнения. Подзаконными актами исполнения могут быть постановления Правительства Российской Федерации и правительств субъектов Российской Федерации, а также постановления специально уполномоченных органов в области управления безопасностью жизнедеятельности, в частности, об утверждении разного рода положений и правил.

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере необходимы нормативы и правила ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Это прежде всего государственные стандарты и санитарные нормы и правила.

Организационные вопросы безопасности труда

За состоянием безопасности труда установлены строгие государственный, ведомственный и общественный надзор и контроль. Государственный надзор осуществляют специальные государственные органы и инспекции, которые в своей деятельности не зависят от администрации контролируемых предприятий. Это Прокуратура РФ, Федеральный горный и промышленный надзор России, Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, Государственный энергетический надзор РФ, Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России), Федеральная инспекция труда при Министерстве труда РФ; Министерство РФ по атомной энергии.

Общий надзор за выполнением рассматриваемых законов возложен на Генерального прокурора РФ и местные органы прокуратуры. Надзор за соблюдением

законодательства по безопасности труда возложен также на профсоюзы РФ, которые осуществляют контроль за обеспечением безопасности на производстве через техническую инспекцию труда.

Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов. Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности, законодательства о труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные приказом по административному подразделению. Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер.

Ведомственные службы охраны труда совместно с комитетами профсоюзов разрабатывают инструкции по безопасности труда для различных профессий с учетом специфики работы, а также проводят инструктажи и обучение всех работающих правилам безопасной работы. Различают следующие виды инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный внеплановый и текущий.

Вводный инструктаж проводят со всеми рабочими и служащими независимо от профессии до приема на работу, а также с командированными и учащимися, прибывшими на практику.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводит непосредственный руководитель работ перед допуском к работе. Этот вид инструктажа должен сопровождаться показом безопасных приемов работ.

Повторный инструктаж на рабочем месте проводят с работниками независимо от их квалификации, стажа и оплаты работы не реже чем раз в шесть месяцев. Цель этого инструктажа – восстановить в памяти рабочего инструкции по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики предприятия.

Внеплановый инструктаж на рабочем месте проводят в случае изменения правил по охране труда, технологического процесса, нарушения работниками правил техники безопасности, при несчастном случае, при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда, – более чем на 30 календарных дней, для остальных работ – 60 дней.

Текущий инструктаж проводят для работников, которым оформляют наряд-допуск на определенные виды работ.

Результаты всех видов инструктажа заносят в специальные журналы. За нарушение всех видов законодательства по безопасности жизнедеятельности предусматривается следующая ответственность:

3.дисциплинарная, которую накладывает на нарушителя вышестоящее административное лицо (замечание, выговор, перевод на нижеоплачиваемую должность на определенный срок или понижение в должности, увольнение);

4.административная (подвергаются работники административно-управленческого аппарата; выражается в виде предупреждения, общественного порицания или штрафа);

5.уголовная (за нарушения, повлекшие за собой несчастные случаи или другие тяжелые последствия);

6.материальная, которую в соответствии с действующим законодательством несет предприятие в целом (штрафы, выплаты потерпевшим в результате несчастных случаев и др.) или виновные должностные лица этого предприятия.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

В настоящее время существует два основных направления минимизации вероятности возникновения последствий ЧС на промышленных объектах. Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятиях, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала в современных технических системах. В рамках этого направления на заводе технические системы снабжают защитными устройствами - средствами взрыво- и пожарозащиты технологического оборудования, электро- и молниезащиты, локализации и тушения пожаров и т.д.

Второе направление заключается в подготовке объекта и обслуживающего персонала к действиям в условиях ЧС. Основой второго направления является формирование планов действий в ЧС. Для этого на заводе прогнозируют размеры и степень поражения объектов при воздействии на него поражающих факторов различных видов (взрывы, пожары, отключения электроэнергии, наводнения, землетрясения, террористические акты, нападение вероятного противника и др.), опираясь на экспериментальные и статистические данные о физических и химических явлениях, составляющих возможную аварию.

Повышение устойчивости технических систем и объектов достигается главным образом организационно-техническими мероприятиями. Для этого сначала исследуется устойчивость и уязвимость предприятия в условиях ЧС. Исследования включают в себя анализ:

надежности установок и технологических комплексов;

последствий аварий отдельных систем производства;

распространения ударной волны по территории предприятия при взрывах коммуникаций;

распространения огня при пожарах различных видов;

рассеивания веществ, высвобождающихся при ЧС;

возможности вторичного образования токсичных, пожаро- и взрывоопасных смесей и т.п.

Затем разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости и подготовке объекта к восстановлению после ЧС. К таким мероприятиям относятся правильная планировка наземных и подземных зданий и сооружений основного и вспомогательного производства, складских помещений и зданий административно бытового назначения; внутренняя планировка помещений; расстановка сил и состояние пунктов управления, и надежность узлов связи; безопасное хранение горючих и токсичных веществ и т.д.

В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования должна производиться по специальным эвакуационным путям, обозначенные на планах эвакуации в случае пожара, которые должны быть вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

В соответствии со СНиП II-2-80 все производства делят на категории по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности. Цех, в котором изготавливается сверло-зенкер, относится к категории Д, так как в нашем производстве обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии [9].

Список литературы

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
2. ГОСТ 12. 0. 003 - 74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
3. ГОСТ 12. 0. 004 - 90 ССБТ. Обучение работающих безопасности труда.
4. ГОСТ 12. 2. 003 - 91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
5. ГОСТ 12. 2. 062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.
6. ГОСТ 12. 1.004 - 91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01. 07. 92).
7. ГОСТ 12. 1.005 - 88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).
8. ГОСТ 12. 1. 007 - 76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
9. ГОСТ 12. 1. 010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
10. ГОСТ 12. 1. 019 -79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
11. ГОСТ 12. 1. 038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
12. ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
13. СНиП П-12-77. Защита от шума.
14. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
15. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.- М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003.-60 с.
16. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997.-с. 12.
17. Назаренко О.Б. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. - Томск: Изд. ТПУ, 2001. - 15 с.

18. Справочная книга по охране труда в машиностроении / Г.В. Бектобеков, Н.Н. Борисова, В.И. Коротков и др.; Под общей ред. О.Н. Русака - Д.: Машиностроение, 1989.-541 с.

19. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств: Учеб. пособие для вузов / П.П. Кукин, В.И. Лапин, Н. Л. Пономарев и др. - 3-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2004. - 319 с.

20. Охрана окружающей среды: Учеб для техн. вузов / С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др.; Под ред. С.В. Булова, 2-е изд., испр. и доп. - М.: Высш. шк., 1991. - 319 с.

21. Охрана труда в машиностроении. Учебник для машиностроительных ВУЗов./ Под ред. Фельдштейна Е.Э. - Минск: Дизайн ПРО, 1997 - 384с.