

# МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ и СЕРТИФИКАЦИЯ

## ЗАДАНИЕ 8

### Расчет размерных цепей методом полной взаимозаменяемости

Определите номинал и предельные отклонения замыкающего звена  $A_{\Delta}$  сборочной размерной цепи, показанной на рис. 8.1, используя расчет «на максимум – минимум».

При выполнении задания используйте табл. 6.1, 6.2 и 6.3 из задания 6.

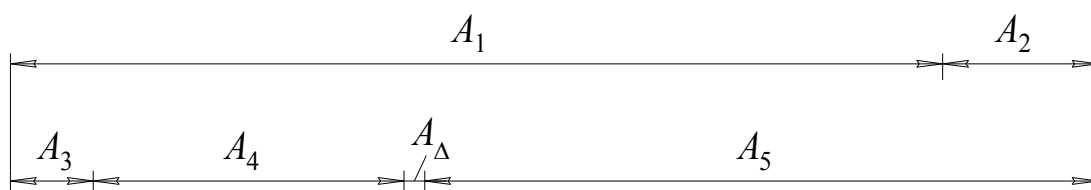


Рис. 8.1. Размерная цепь. Номинальные размеры составляющих звеньев, мм:  
 $A_1 = 90$ ;  $A_2 = 15$ ;  $A_3 = 8$ ;  $A_4 = 30$ ;  $A_5 = 65$

### Варианты задания

	Поля допусков составляющих звеньев размерной цепи (рис. 8.1)				
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$
01	$h9$	$k7$	$H7$	$F8$	$M10$
02	$h7$	$k8$	$E8$	$H11$	$P8$
03	$h8$	$k6$	$P8$	$K7$	$S8$
04	$h6$	$k12$	$S8$	$E9$	$N9$
05	$h12$	$k10$	$N9$	$N7$	$R8$
06	$h10$	$k9$	$R8$	$P7$	$F7$
07	$h9$	$k8$	$F7$	$F8$	$M10$
08	$h7$	$k6$	$K7$	$H11$	$P8$
09	$h8$	$k12$	$H14$	$K7$	$S8$
10	$h6$	$k10$	$H7$	$E9$	$N9$
11	$h12$	$k9$	$E8$	$N7$	$R8$
12	$h10$	$k7$	$P8$	$P7$	$F7$
13	$h9$	$k6$	$S8$	$F8$	$M10$
14	$h7$	$k12$	$N9$	$H11$	$P8$
15	$h8$	$k10$	$R8$	$K7$	$S8$
16	$h6$	$k9$	$F7$	$E9$	$N9$

17	$h_{12}$	$k_7$	$K_7$	$N_7$	$R_8$
18	$h_{10}$	$k_8$	$H_{14}$	$P_7$	$F_7$
19	$h_9$	$k_{12}$	$H_7$	$F_8$	$M_{10}$
20	$h_7$	$k_{10}$	$E_8$	$H_{11}$	$P_8$
21	$h_8$	$k_9$	$P_8$	$K_7$	$S_8$
22	$h_6$	$k_7$	$S_8$	$E_9$	$N_9$
23	$h_{12}$	$k_8$	$N_9$	$N_7$	$R_8$
24	$h_{10}$	$k_6$	$R_8$	$P_7$	$F_7$

## Элементы теории

*Сборочная размерная цепь* – это совокупность взаимосвязанных размеров, которые образуют замкнутый контур и определяют взаимное расположение деталей узла или механизма в процессе его сборки.

Звенья цепи, номинальные размеры и точность которых обеспечиваются до начала сборки, называются *составляющими*, а единственное звено, номинал и предельные отклонения которого получаются в результате сборки, называется *замыкающим* звеном цепи.

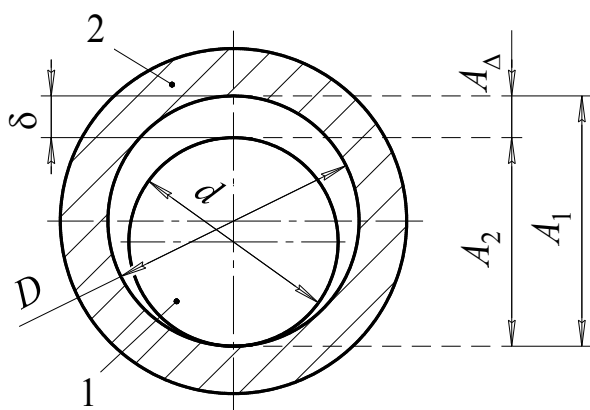


Рис. 8.2. Элементарная размерная цепь

Размерная цепь, все звенья которой параллельны, называется *линейной*.

Простейший пример линейной сборочной размерной цепи показан на рис. 8.2. Вал 1 диаметром  $d$  собран с втулкой 2, имеющей внутренний диаметр  $D$ , с зазором  $\delta$ . Составляющие звенья цепи –  $A_1$  (диаметр отверстия) и  $A_2$  (диаметр вала) – определяют величину замыкающего звена  $A_\Delta$  (зазора в соединении).

Различают два типа составляющих звеньев: 1) *увеличивающие*, при увеличении которых замыкающее звено увеличивается (на рис. 8.2 таким является звено  $A_1$ ), и 2) *уменьшающие*, при увеличении которых замыкающее звено уменьшается (на рис. 8.2 таким является звено  $A_2$ ).

Из теории размерных цепей известно, что номинальное значение замыкающего звена

$$A_\Delta = \sum_{i=1}^{m-1} A_i \zeta_i, \text{ мм}, \quad (8.1)$$

где  $A_i$  – номинал  $i$ -го составляющего звена цепи;  $m$  – общее число звеньев, включая замыкающее;  $\zeta_i$  – передаточное отношение, характеризующее степень влияния  $i$ -го составляющего звена цепи на замыкающее звено.

Для линейных цепей передаточное отношение принимает два значения:

$$\zeta_i = \begin{cases} +1 & \text{– для увеличивающих звеньев;} \\ -1 & \text{– для уменьшающих звеньев.} \end{cases} \quad (8.2)$$

Поле допуска замыкающего звена при расчете «на максимум – минимум» равно сумме полей допусков всех составляющих звеньев цепи:

$$TA_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} TA_i, \text{ мкм.} \quad (8.3)$$

В дальнейшем расчете используется значение координаты середины поля допуска  $i$ -го составляющего звена (рис. 8.3):

$$C_i = \frac{ES_i + EI_i}{2}, \text{ мкм,} \quad (8.4)$$

где  $ES_i$  (или  $es_i$ ) и  $EI_i$  (или  $ei_i$ ) – соответственно верхнее и нижнее предельные отклонения звена. Величины отклонений следует подставлять в (8.4) с присущими им знаками.

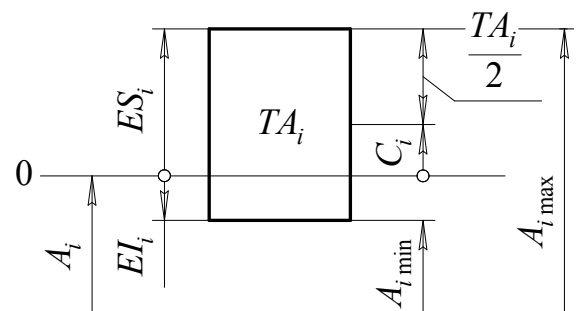


Рис. 8.3. Размерные параметры звена

Координата середины поля допуска замыкающего звена

$$C_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} C_i \zeta_i, \text{ мкм.} \quad (8.5)$$

Величина  $C_{\Delta}$  может оказаться положительной, нулевой или отрицательной.

Верхнее предельное отклонение замыкающего звена (см. рис. 8.3)

$$ES_{\Delta} = C_{\Delta} + \frac{TA_{\Delta}}{2}, \text{ мкм,} \quad (8.6)$$

Нижнее предельное отклонение замыкающего звена

$$EI_{\Delta} = C_{\Delta} - \frac{TA_{\Delta}}{2}, \text{ мкм,} \quad (8.7)$$

### Пример выполнения задания

№ п/п	Определяемая величина	Обозначение, размерность	Формула или номер формулы	Результат					
				$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_\Delta$
Составляющие звенья размерной цепи									
1	Номинальный размер	$A_i$ , мм	исходные данные	90	15	8	30	65	
2	Квалитет точности и индекс поля допуска	—		$h6$	$k7$	$S8$	$E9$	$N9$	
3	Поле допуска звена	$TA_i$ , мкм	табл. 6.1	22	18	22	52	74	
4	Верхнее предельное отклонение	$ES_i (es_i)$ , мкм	табл. 6.2, табл. 6.3, формулы (6.1) ÷ (6.4)	0	+19	−23	+92	0	
5	Нижнее предельное отклонение	$EI_i (ei_i)$ , мкм		−22	+1	−45	+40	−74	
6	Координата середины поля допуска	$C_i$ , мкм	(8.4)	−11	+10	−34	+66	−37	
Замыкающее звено размерной цепи									
7	Номинальный размер	$A_\Delta$ , мм	(8.1)						2
8	Поле допуска	$TA_\Delta$ , мкм	(8.3)						188
9	Координата середины поля допуска	$C_\Delta$ , мкм	(8.5)						+4
10	Верхнее предельное отклонение	$ES_\Delta$ , мкм	(8.6)						+98
11	Нижнее предельное отклонение	$EI_\Delta$ , мкм	(8.7)						−90

**Ответ:** Размер замыкающего звена  $2^{+0,098}_{-0,090}$ .

### Контрольные вопросы

1. Звено  $A_2$  размерной цепи, показанной на рис. 8.1, увеличили на 1 мм, а звено  $A_3$  – на 2 мм. Какой номинальный размер в этом случае будет иметь замыкающее звено цепи?
2. У размерной цепи, показанной на рис. 8.1, все составляющие звенья должны быть изготовлены по 7-му качеству точности. Верно ли утверждение, что в этом случае поле допуска замыкающего звена составит 120 мкм?