

“

”

• •

, • •

, • •

**2**

“

”

2000

“

”

• •

, • •

, • •

2

“

”

,

2000



# C

.....	4
.....	5
1. ....	6
2. ....	14
3. ....	20
.....	29
.1 - .....	30
.....	31
.2 - 1.....	32
.3 - 2.....	33
.4 - 3.....	34
.5 - 3.....	35
.6 - .....	35
.7 - ( 8239-89).	36
.8 - ( 8240-89)	37
.9 - , .....	38
.....	39

( )

[1-3]

[4-6].

Si.

1.

1

( )

2,

( 1.1, ),

4.

( 1.1, ).

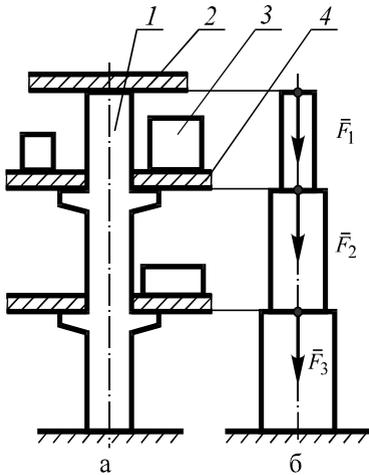


Рисунок 1.1- Несущая колонна  
строительного сооружения (а)  
и ее расчетная схема (б)

$$\sigma = \frac{N}{A} \quad (1.1)$$

$N$  —  
 $A$  —

;

$N$ .

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma], \quad (1.2)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \leq [\sigma]. \quad (1.3)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

$$\Delta l = \frac{Nl}{EA} \quad \varepsilon = \frac{N}{EA}$$

E –  
A –

$$\varepsilon_{\max} = \frac{N}{EA} \leq [\varepsilon]. \quad (1.4)$$

(1.4)

2

1)

2)

3)

4)

5)

6)

7)

8)

9)

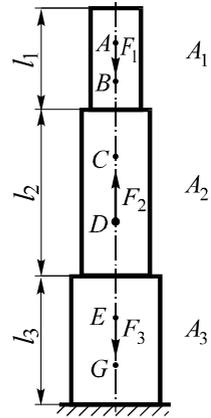
3

1.2).  $F_1 = 100$ ,  $F_2 = 350$ ,  $F_3 = 200$  ( )  
 $l_1 = 0,5$ ,  $l_2 = 0,75$ ,  $l_3 = 0,6$ ,  $l =$   
 $= 0,001$ ,  $\epsilon_2 = 0,0015$ ,  $\epsilon_3 = 0,002$ .

$[\sigma] = 1,2 \cdot 10^5$  /  $^2$ ,

$[\epsilon] = 0,001$ ,

$= 2,1 \cdot 10^8$  /  $^2$ .



1.2 -

1, 2, 3, 4

$\sum Z_i = 0$  ( 1.3).

1.3, :  $N_1=0$ ;

1.3, :  $-N_2 - F_1=0$ ;  $N_2 = -F_1$ ;  $N_2 = -100$  ;

1.3, :  $-N_3 + F_2 - F_1=0$ ;  $N_3 = F_2 - F_1$ ;  $N_3 = 350 - 100 = 250$  ;

1.3, :  $-N_4 - F_3 + F_2 - F_1=0$ ;  $N_4 = -F_3 + F_2 - F_1$ ;  $N_4 = -200 + 350 - 100 = 50$  .

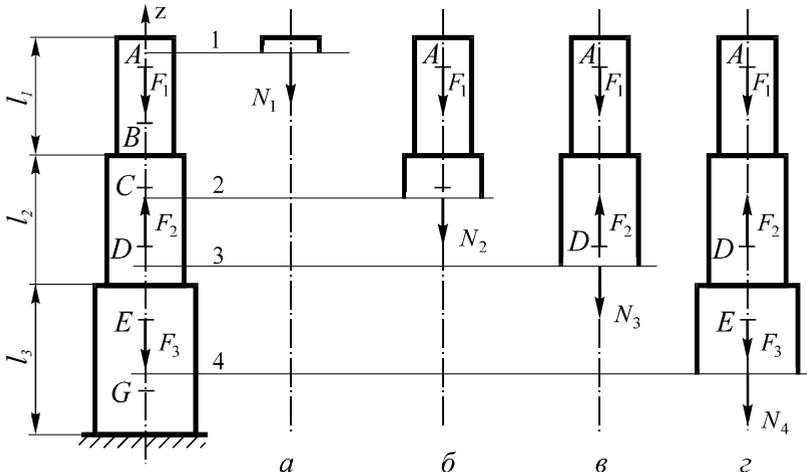
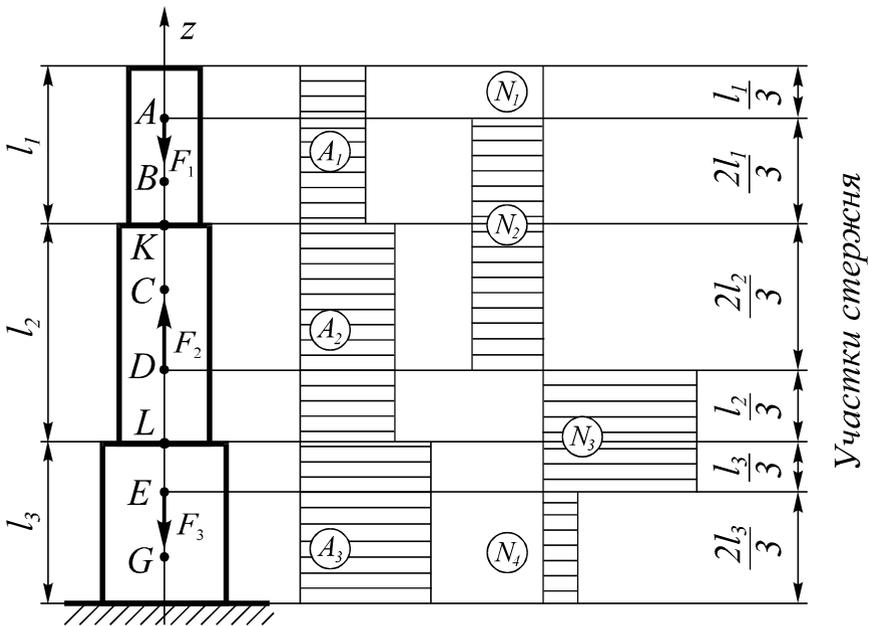


Рисунок 1.3 - Построения для определения внутренних сил

(1.3) (1.4)

( )

( 1.4).



1.4 -

$$N_1 = 0.$$

$$l = \frac{2l_1}{3} = \frac{2 \cdot 0,5}{3} = 0,333 \quad ; \quad A_1 = 0,001 \quad ^2; \quad N = N_2 = -100$$

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{-100}{0,001} = -10^5 \quad / \quad ^2; \quad \Delta l = \frac{Nl}{EA} = \frac{-100 \cdot 0,333}{2,1 \cdot 10^8 \cdot 0,001} = -0,000166 \quad ;$$

$$\varepsilon = \frac{|\Delta l|}{l} = \frac{0,000166}{0,333} = 0,0005.$$

	$l,$	$, \quad ^2$	$N,$	$\sigma, \quad / \quad ^2$	$\Delta l,$	$\varepsilon$
1	0,167	0,001	0	0	0	0
2	0,333	0,001	-100	$-1,00 \cdot 10^5$	$-0,166 \cdot 10^{-3}$	$0,400 \cdot 10^{-3}$
3	0,500	0,0015	-100	$-0,67 \cdot 10^5$	$-0,166 \cdot 10^{-3}$	$0,333 \cdot 10^{-3}$
4	0,250	0,0015	250	$1,67 \cdot 10^5$	$0,208 \cdot 10^{-3}$	$0,833 \cdot 10^{-3}$
5	0,200	0,002	250	$1,25 \cdot 10^5$	$0,125 \cdot 10^{-3}$	$0,625 \cdot 10^{-3}$
6	0,400	0,002	50	$0,25 \cdot 10^5$	$0,050 \cdot 10^{-3}$	$0,120 \cdot 10^{-3}$

5

$$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_6 - \quad [\sigma], \quad \sigma_4 \quad \sigma_5 - \quad [\sigma].$$

$$: \quad \sigma_4 = 0,0022 \text{ }^2, \quad \sigma_5 = 0,0023 \text{ }^2.$$

$$\sigma_6 = \sigma_5.$$

	$l,$	$A, \text{ }^2$	$N,$	$\sigma, \text{ } / ^2$	$\Delta l,$	$\varepsilon$
4	0,250	0,0022	250	$1,14 \cdot 10^5$	$0,142 \cdot 10^{-3}$	$0,600 \cdot 10^{-3}$
5	0,200	0,0023	250	$1,09 \cdot 10^5$	$0,100 \cdot 10^{-3}$	$0,500 \cdot 10^{-3}$
6	0,400	0,0023	50	$0,22 \cdot 10^5$	$0,043 \cdot 10^{-3}$	$0,102 \cdot 10^{-3}$

$$\Delta l_O = 0;$$

$$\Delta l = \Delta l_6 = 0,043 \cdot 10^{-3} \quad ;$$

$$\Delta l_L = \Delta l_E + \Delta l_5 = 0,043 \cdot 10^{-3} + 0,1 \cdot 10^{-3} = 0,143 \cdot 10^{-3} \quad ;$$

$$\Delta l_D = \Delta l_L + \Delta l_4 = 0,143 \cdot 10^{-3} + 0,142 \cdot 10^{-3} = 0,285 \cdot 10^{-3} \quad ;$$

$$\Delta l_K = \Delta l_D + \Delta l_3 = 0,285 \cdot 10^{-3} - 0,166 \cdot 10^{-3} = 0,119 \cdot 10^{-3} \quad ;$$

$$\Delta l_A = \Delta l_K + \Delta l_2 = 0,119 \cdot 10^{-3} - 0,166 \cdot 10^{-3} = -0,047 \cdot 10^{-3} \quad ;$$

$$\Delta l_M = \Delta l_A + \Delta l_1 = -0,047 \cdot 10^{-3} + 0 = -0,047 \cdot 10^{-3} \quad .$$

$0,047 \cdot 10^{-3}$

( 1.5).

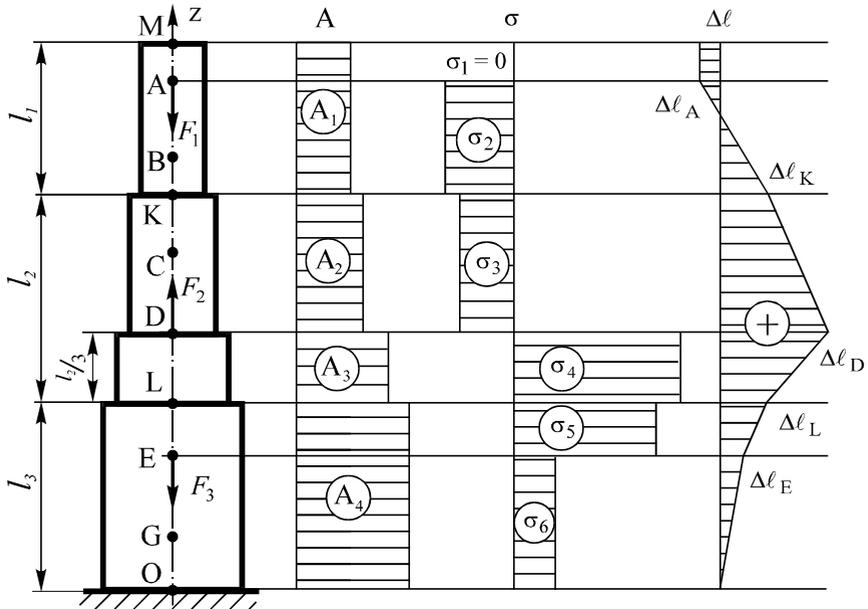


Рисунок 1.5 – Окончательная схема стержня с напряжениями и перемещениями границ расчетных участков



$$\max_{W_p} = \frac{T_{\max}}{W_p} \leq [\ ] \quad (2.3)$$

$$\varphi = \frac{Tl}{GI_p} \quad (2.4)$$

l  
G  
I<sub>p</sub>

$$\theta = \frac{\varphi}{l} = \frac{T}{GI_p} \quad (2.4)$$

$$\theta = \frac{\varphi}{l} = \frac{T}{GI_p} \quad (2.5)$$

$$\theta_{\max} \leq [\theta] \quad (2.6)$$

$$\theta_{\max} = \frac{T_{\max}}{GI_p} \leq [\theta] \quad (2.7)$$

(2.7).

(2.3)

2

31. 3 .1 .3

1) ;

2) ;

3) ;

4) ;

5) ;

$n = 2.$

3

$T_1 = 30$  ,  $T_2 = -24$  ,  $T_3 = -12$  B,

$D, E$  :  $l_1 = 1,6$  ,  $l_2 = 1,2$  ,  $l_3 = 1,4$  .

$B, D, G$  ( 2.1,a).

$L_1 = 0,5l_1 = 0,8$  ;

$L_2 = 0,5l_1 + 0,5l_2 = 0,5(1,6 + 1,2) = 1,4$  ;

$L_3 = 0,5l_2 = 0,5 \cdot 1,2 = 0,6$  ;

$L_4 = l_3 = 1,4$  .

2.1, .

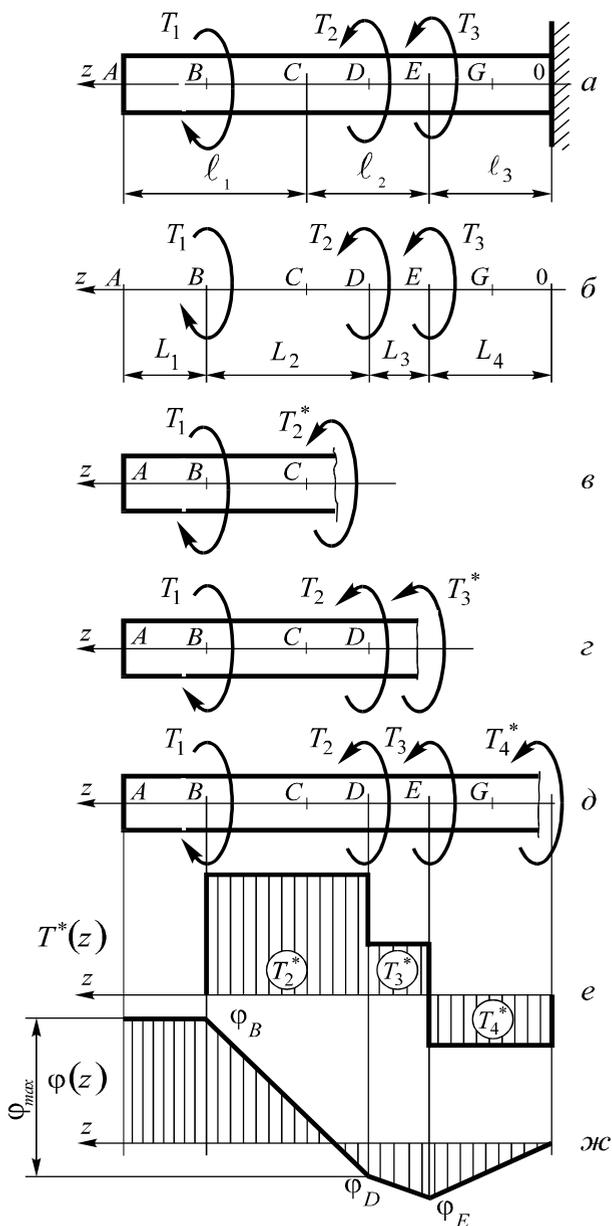


Рисунок 2.1 – Построения при расчете вала на кручение

(i = 1, 2...).

$$\sum T_i = 0,$$

$$T_1^* = 0.$$

$$2.1, , 2.1, , 2.1, .$$

$$T_1 - T_2^* = 0; \quad T_2^* = T_1; \quad T_2^* = 30 \quad . \quad ;$$

$$T_1 - T_2 - T_3^* = 0; \quad T_3^* = T_1 - T_2; \quad T_3^* = 30 - 24 = 6 \quad . \quad ;$$

$$T_1 - T_2 - T_3 - T_4^* = 0; \quad T_4^* = T_1 - T_2 - T_3; \quad T_4^* = 30 - 24 - 12 = -6 \quad . \quad .$$

$$T^*(z)$$

2.1, .

$$T_{\max}^* = T_2^* = 30 \quad . \quad .$$

(2.3)

n = 2:

$$T_{\max}^* = \frac{T_{\max}^* n}{W_p} \leq [ ]. \quad (2.8)$$

$T_{\max}^*$

$$.9 - [ ] = 0,8 \cdot 10^5 \quad / \quad ^2. \quad (2.8)$$

$$\frac{16nT_{\max}^*}{d^3} \leq [ ] \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{16nT_{\max}^*}{[ ]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 2 \cdot 30}{0,8 \cdot 10^5}} = 0,156 \quad .$$

(2.4)

$$\varphi_i = \frac{T_i^* L_i}{GI_p}$$

G

.6 .9

$$\varphi_i = \frac{32T_i^* L_i}{G \pi d^4} = a T_i^* L_i .$$

$$a = \frac{32}{G \pi d^4} = \frac{32}{0,8 \cdot 10^8 \pi \cdot 0,156^4} = 0,000215$$

$$, \varphi_1 = 0 .$$

$$\varphi_2 = a T_2^* L_2 = 0,000215 \cdot 30 \cdot 1,4 = 0,00903$$

$$\varphi_3 = a T_3^* L_3 = 0,000215 \cdot 6 \cdot 0,6 = 0,000774$$

$$\varphi_4 = a T_4^* L_4 = 0,000215 \cdot 6 \cdot 1,4 = 0,001806$$

$$\varphi_0 = 0 .$$

$$\varphi_4 = 0,001806$$

$$\varphi_E = -0,001806$$

$$\varphi_3 = 0,000774$$

$$\varphi_D = \varphi_E - \varphi_3 = -0,001806 + 0,000774 = -0,00103$$

$$\varphi_B = \varphi_D + \varphi_2 = -0,00103 + 0,00903 = 0,00800$$

$$\varphi(z)$$

$$2.1,$$

$$\theta_{\max} = \frac{\varphi_{\max}}{L_2} = \frac{\varphi_B - \varphi_D}{L_2} = \frac{0,00800 - (-0,00103)}{1,4} = 0,00645$$

$$[\theta] = 0,035 \quad / \quad ( \quad .9), \quad \theta_{\max} \leq [\theta]$$

3.

1

( ),

$$\max \leq [ \quad ], \tag{3.1}$$

$$\max = \frac{M_{\max}}{W_x}. \tag{3.2}$$

$$\max = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [ \max ]. \tag{3.3}$$

$M_{\max}$  -

$W_x$  -

(3.3)

(3.3)

$$EI y = EI \varphi_0 z + \sum_i \left( \pm M_i \frac{(z - a_i)^2}{2} \right) + \sum_j \left( \pm F_j \frac{(z - b_j)^3}{6} \right) + \sum_k \left( \pm q_k \frac{(z - c_k)^4 - (z - d_k)^4}{24} \right). \quad (3.4)$$

### 3.1.

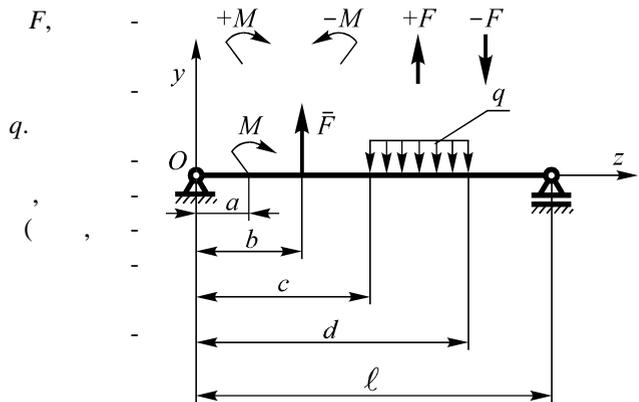


Рисунок 3.1 – Расчетная схема балки при определении ее прогибов

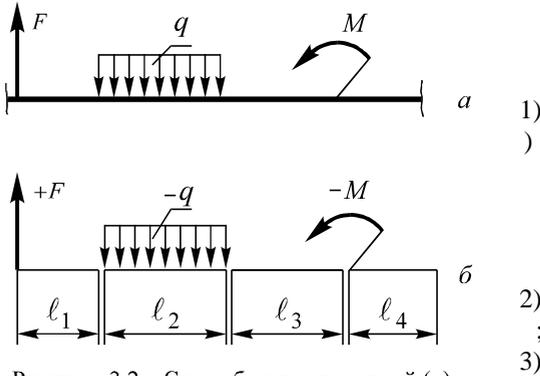


Рисунок 3.2 – Схема балки с нагрузкой (а) и ее расчетные участки (б)

<i>i</i>	$Q_i = Q_{(i-1)} - (\pm F_i)$	$M_i = M_{(i-1)} - (\pm M_i)$
	$Q_i = Q_i - (\pm q_i) \cdot l_i$	$M_i = M_i + Q_i \cdot l_i - \frac{(\pm q_i) l_i^2}{2}$

4)

$$Q(z) = \frac{dM(z)}{dz} \tag{3.5}$$

(z).

5)

(3.3).

.5 - .8

6)

3

21/- - - ; F = 60 ; q = 20 / ; = 65 ; l = 7 .

.5.

3.2, 3.2,

R<sub>1</sub> R<sub>2</sub>

K.

$$F \cdot KA - M - R_2 \cdot KL + q \cdot EG \left( KE + \frac{EG}{2} \right) = 0 .$$

$$R_2 = \frac{60 \cdot 1 - 65 + 20 \cdot 5.5}{7} = 15$$

$$R_1 - F - q \cdot EG + R_2 = 0; \quad R_1 = 60 + 20 \cdot 1 - 15 = 65$$

	$l$	$F$	$q$ /	$M$
1	1	65	0	0
2	2	-60	0	0
3	2	0	0	-65
4	1	0	-20	0
5	1	0	0	0

.1 3.1.

22:

$$Q_1 = -65 ;$$

$$Q_1 = Q_1 - 0 = -65 ;$$

$$Q_2 = Q_1 - (\pm F) = -65 + 60 = -5 ;$$

$$Q_2 = Q_2 - 0 = -5 ;$$

$$Q_3 = Q_2 + 0 = -5 ;$$

$$Q_3 = Q_3 = -5 ;$$

$$Q_4 = Q_3 - 0 = -5 ;$$

$$Q_4 = Q_4 - (-q \cdot l_4) = -5 + 20 = 15 ;$$

$$Q_5 = Q_4 - 0 = 15 ;$$

$$Q_5 = Q_5 - 0 = 15 .$$

$$M_1 = 0 ;$$

$$M_1 = M_1 + Q_1 \quad l_1 = 0 - 65 \cdot 1 = -65 \quad ;$$

$$M_2 = M_1 - 0 = -65 \quad ;$$

$$M_2 = M_1 + Q_2 \quad l_2 = -65 - 5 \cdot 2 = -75 \quad ;$$

$$M_3 = M_2 - (-M) = -75 + 65 = -10 \quad ;$$

$$M_3 = M_3 + Q_3 \quad l_3 = -10 - 5 \cdot 2 = -20 \quad ;$$

$$M_4 = M_3 - 0 = -20 \quad ;$$

$$M_4 = M_4 + Q_4 \quad l_4 - \frac{(-q)l_4^2}{2} = -20 + (-5) \cdot 1 - \frac{(-20) \cdot 1^2}{2} = -20 - 5 + 10 = -15 \quad ;$$

$$M_5 = M_4 - 0 = -15 \quad ;$$

$$M_5 + Q_5 \quad l_5 = -15 + 15 \cdot 1 = 0 .$$

:

-	Q	Q	M	M
1	-65	-65	0	-65
2	-5	-5	-65	-75
3	-5	-5	-10	-20
4	-5	15	-20	-15
5	15	15	-15	0

3.2,

3.2,

,

-

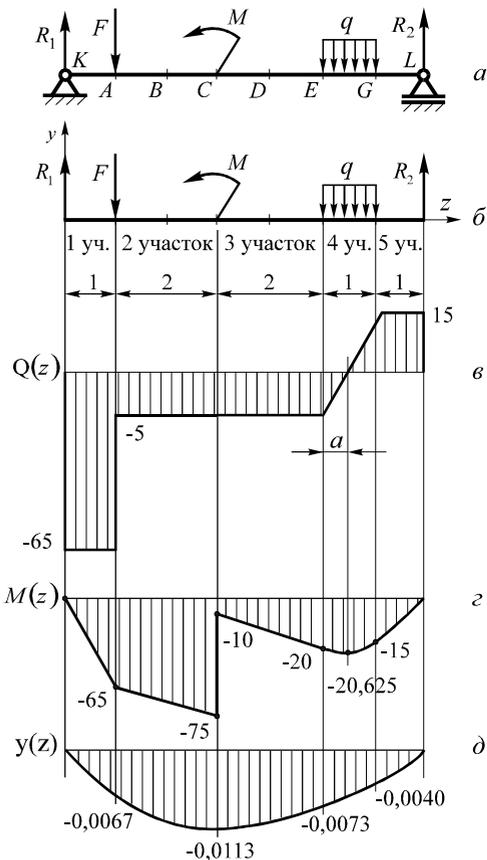


Рисунок 3.2 – Построения при расчете изгиба стержня

$$M_{4\max} = M_4 + Q_4 \cdot a - \frac{(-q)a^2}{2} = -20 - 5 \cdot 0,25 + \frac{20 \cdot 0,25^2}{2} = -20,625$$

$$(3.2) \quad M_{\max} = 75$$

$$W_x = \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{75}{1,2 \cdot 10^5} = 0,000625 \text{ м}^3$$

$$M_{\max} \quad \text{« a » (}$$

3.2, )

$$a = \frac{|Q_i|}{q}$$

$$\delta \quad a = \frac{|Q_4|}{q} = \frac{5}{20} = 0,25$$

4max

18 - 21).

$$W^* = \frac{W_x}{2} = \frac{625}{2} = 312,5 \quad \text{cm}^3.$$

$$W^* = W_x = 371 \quad \text{cm}^3.$$

$$W = 2W_x = 371 \cdot 2 = 742 \quad \text{cm}^3; (0,000742 \quad \text{m}^3).$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{75}{0,000742} = 1,01 \cdot 10^5 \quad \text{N/m}^2 < [\sigma].$$

$$n = \frac{[\sigma]}{\sigma_{\max}} = \frac{1,2 \cdot 10^5}{1,01 \cdot 10^5} = 1,19.$$

(3.4)

3.1

3.2,

A, C, E, G,

$$y_K = y_L = 0.$$

$$I = 2I_x = 2 \cdot 5010 \cdot 10^{-8} = 10020 \cdot 10^{-8} \quad \text{m}^4.$$

$$EI = 2,1 \cdot 10^8 \cdot 10020 \cdot 10^{-8} = 20040 \quad \text{N} \cdot \text{m}^2.$$

$$R_1 = 65 \quad \text{N}; \quad F = 60 \quad \text{N}; \quad M = 65 \quad \text{N} \cdot \text{m}; \quad q = 20 \quad \text{N/m};$$

$$z_A = 1 \quad \text{m}; \quad z_C = 3 \quad \text{m}; \quad z_E = 5 \quad \text{m}; \quad z_G = 6 \quad \text{m}; \quad l = 7 \quad \text{m}.$$

( $\varphi_0$ ).

$$y_L = 0:$$

$$0 = EI\varphi_0 z_L + R_1 \frac{(z_L - 0)^3}{6} - F \frac{(z_L - z_A)^3}{6} - M \frac{(z_L - z_C)^2}{2} - q \frac{(z_L - z_E)^4 - (z_L - z_G)^4}{24};$$

$$0 = 20040 \cdot 7 \cdot \varphi_0 + 65 \frac{7^3}{6} - 60 \frac{(7-1)^3}{6} - 65 \frac{(7-3)^2}{2} - 20 \frac{(7-5)^4 - (7-6)^4}{24};$$

$$0 = 140280\varphi_0 + 1023; \quad \varphi_0 = -\frac{1023}{140280} = -0,00729 \quad (0,42^\circ)$$

$\varphi_0$ ,

$$EI\varphi_0 = 20040(-0,00729) = -146,14.$$

$$y_A = \frac{1}{EI} \left( EI\varphi_0 z_A + R_1 \frac{(z_A - 0)^3}{6} \right) = \frac{1}{20040} \left( -146,14 \cdot 1 + 65 \frac{1^3}{6} \right) = -0,00675$$

$$y_C = \frac{1}{EI} \left( EI\varphi_0 z_C + R_1 \frac{(z_C - 0)^3}{6} - F \frac{(z_C - z_A)^3}{6} \right) =$$
$$= \frac{1}{20040} \left( -146,14 \cdot 3 + 65 \frac{3^3}{6} - 60 \frac{(3-1)^3}{6} \right) = -0,0113$$

$$y_E = \frac{1}{EI} \left( EI\varphi_0 z_E + R_1 \frac{(z_E - 0)^3}{6} - F \frac{(z_E - z_A)^3}{6} - M \frac{(z_E - z_C)^2}{2} \right) =$$
$$= \frac{1}{20040} \left( -146,14 \cdot 5 + 65 \frac{5^3}{6} - 60 \frac{(5-1)^3}{6} - 65 \frac{(5-3)^2}{2} \right) = -0,00731$$

G:

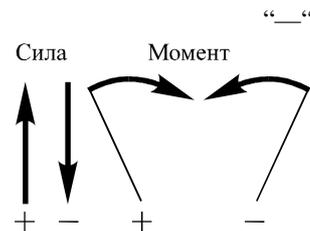
$$y_G = \frac{1}{EI} \left( EI\varphi_0 z_G + R_1 \frac{(z_G - 0)^3}{6} - F \frac{(z_G - z_A)^3}{6} - M \frac{(z_G - z_C)^2}{2} - \right.$$
$$\left. - q \frac{(z_G - z_E)^4 - (z_G - z_G)^4}{24} \right) =$$
$$= \frac{1}{20040} \left( -146,14 \cdot 6 + 65 \frac{6^3}{6} - 60 \frac{(6-1)^3}{6} - 65 \frac{(6-3)^2}{2} - 20 \frac{(6-5)^4}{24} \right) =$$
$$= -0,00400$$

3.2,

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0	1/ -	20/- -G	21/ -	10/ -	9/- - -	12/ -	13/- -	18/	17/ -	4/ - -
	1	2/- - G	19/ -	22/-	11/- - -	8/ - -	11/- -	14/- -	19/- - -	16/- -	3/- -
	2	3/ -	18/- - G	23/- - -	12/- - -G	7/- - G	10/- -G	15.FCL	20/ G	15/- -	2/- G
	3	4/C- G	17/ - G	24/ - -G	13/ - -G	6/- - G	9/ -	16/- -	21/- -G	14/ - G	1/ -
	4	5/- - G	16/- G	25/- - G	14/	5/-	8/ - -	17/ -	22/- -	13/ - G	2/- - G
	5	6/- - G	15/ - G	24/ -G	15/- -G	4/- - -G	7/ -	18/- -G	23/- - -G	12/ - -G	3/- G
	6	7/- - G	14/- G	23/ - G	16/ - G	3/ -	6/- -	19/ - -	24/ G	11/ -G	4/
	7	8/- -	13/- - -	22/- - G	17/ - -G	2/- G-	5/- - -	20/- -	25/	10/	5/ -
	8	9/ -	12/- -	21/- - -	18/ - G	1/- - G	4/- - -	21/ - G	24/ - -	9/ - -	6/ -
	9	10/ - -G	11/- - -G	20/- -	19/ -	2/	3/ - G	22/ - G	23/- - G	8/ - G	7/ -

.2, .3, .4.

A, B, C, D, E, G,



135. 3 5, -  
 9/B – EC. 9  
 .2, .3, .4. B, E, C  
 “+” “-”  
 .1.

Задача 1

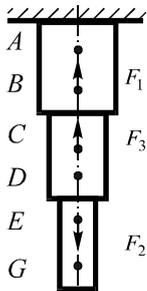


Схема а

Задача 2

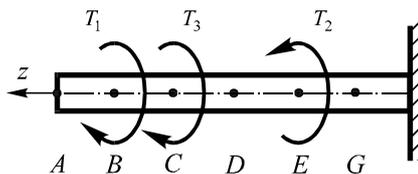


Схема а

Задача 3

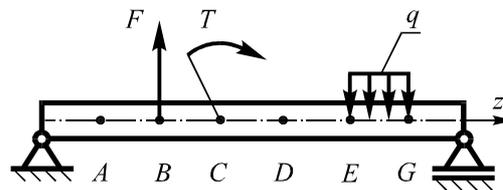


Схема а

Вариант	2			1					
	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
1	0,60	0,90	0,60	0,0008	0,0006	0,0004	55	60	70
2	0,45	0,93	0,75	0,0011	0,0015	0,0020	200	150	250
3	0,30	0,75	0,90	0,00010	0,0008	0,0006	75	100	120
4	0,40	0,80	0,50	0,0010	0,0018	0,0023	120	87	100
5	0,80	0,40	0,30	0,0014	0,0012	0,0010	140	120	100
6	0,52	0,47	0,62	0,0012	0,0014	0,0016	80	210	140
7	0,36	0,82	0,71	0,0020	0,0018	0,0016	183	220	255
8	0,40	0,64	0,76	0,0004	0,0007	0,0009	62	84	105
9	0,56	0,66	0,52	0,0025	0,0022	0,0020	147	200	184
10	0,74	0,48	0,66	0,0005	0,0075	0,00010	60	45	102
11	0,65	0,41	0,70	0,0075	0,0050	0,0003	58	120	48
12	0,60	0,38	0,74	0,0025	0,0042	0,0064	37	44	50
13	0,70	0,60	0,55	0,0022	0,0020	0,0018	182	220	255
14	0,65	0,38	0,47	0,0020	0,0024	0,0030	197	210	260
15	0,44	0,66	0,52	0,0028	0,0025	0,0020	300	240	182
16	0,33	0,82	0,45	0,0017	0,0022	0,0027	157	185	145
17	0,76	0,55	0,66	0,0026	0,0020	0,0015	270	243	188
18	0,52	0,44	0,64	0,0012	0,0016	0,0020	155	120	97
19	0,46	0,61	0,88	0,0032	0,0016	0,0010	180	120	150
20	0,82	0,44	0,32	0,0012	0,0017	0,0022	200	165	85
21	0,52	0,48	0,78	0,0035	0,0027	0,0020	285	240	202
22	0,40	0,84	0,52	0,0007	0,0015	0,0021	190	135	95
23	0,50	0,60	0,70	0,0033	0,0016	0,0010	205	150	105
24	0,62	0,42	0,52	0,0009	0,0015	0,0022	177	140	122
25	0,60	0,34	0,72	0,0025	0,0019	0,0012	165	200	108

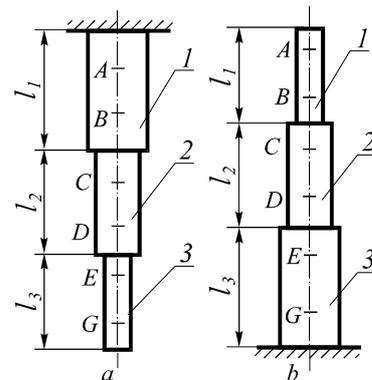


Схема стержня:

*a* – для нечетных вариантов;

*б* – для четных вариантов

125

.1

10/- -G.

$A$  :  $F_1$  ;  $F_2$   
 $B$   
 ;  $F_3$  ;  $G$

.3 –

2

Вариант						
	$l_1$	$l_2$	$l_3$	1	2	3
1	1,5	1,0	0,7	19	12	5
2	1,7	1,1	1,0	10	20	10
3	1,5	1,3	0,9	10	25	11
4	1,5	1,6	1,0	5	10	25
5	1,0	1,5	0,7	7	12	26
6	1,4	0,8	1,5	10	20	15
7	0,8	1,3	1,0	6	17	9
8	1,1	1,4	0,6	25	10	20
9	1,2	1,0	0,7	15	9	23
10	0,9	1,2	1,0	9	28	20
11	1,3	1,0	0,8	8	20	11
12	0,9	1,1	0,7	8	19	18
13	1,1	1,5	0,5	11	15	10
14	1,4	1,3	0,9	6	20	12
15	1,2	0,7	1,8	25	12	21
16	1,1	0,9	1,5	7	18	11
17	0,9	1,1	1,7	23	13	11
18	1,2	0,8	1,5	22	15	25
19	0,9	0,6	1,6	15	9	21
20	0,8	1,6	1,0	9	19	13
21	1,0	0,9	1,5	23	17	26
22	0,8	1,6	1,0	7	19	12
23	0,5	1,0	1,7	26	11	18
24	1,0	0,6	1,5	23	19	27
25	0,7	1,5	1,3	31	8	22

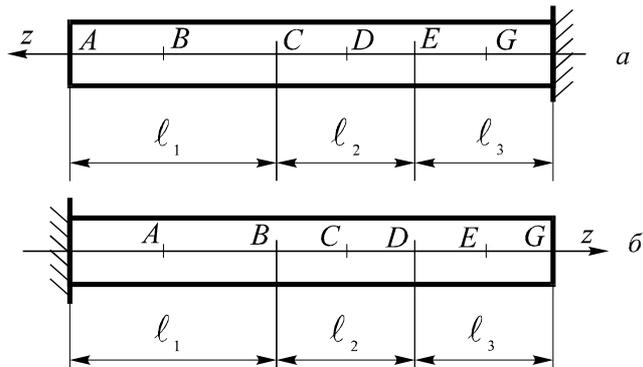


Схема вала:

*a* - для нечетных вариантов;

*б* - для четных вариантов

214

8/C–D–E.

8,

.1

$T_1$  , , .1  
 ;  
 $T_2$  , D,  
 ;  
 $T_3$  , E,  
 .

x.

.4 –  
3

Вариант	$l,$	$F,$	$q, /$	$M,$
1	5,0	10	11	25
2	6,2	25	8	15
3	10,0	10	15	27
4	7,5	25	10	10
5	9,3	20	18	22
6	12,0	20	8	10
7	4,5	22	10	16
8	9,5	25	11	15
9	15,0	17	13	25
10	12,5	15	9	15
11	8,2	10	20	15
12	8,5	11	15	25
13	11,5	15	10	15
14	10,0	21	22	10
15	6,0	16	10	25
16	7,4	15	9	17
17	5,5	11	11	23
18	11,0	16	10	25
19	10,3	21	9	22
20	14,0	17	11	15
21	12,4	16	13	23
22	11,7	10	15	31
23	9,2	9	16	30
24	8,3	18	5	15
25	10,7	9	13	25

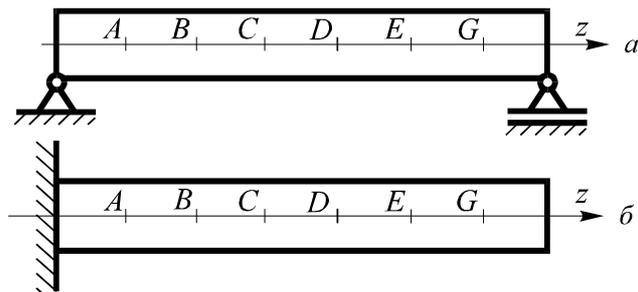


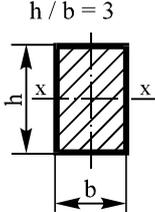
Схема балки :  
 $a$  – для нечетных вариантов;  
 $b$  – для четных вариантов

042 .1  
 25/-B-C G. 25, .

c ; F ,  
 ; q  
 G, ; G, -

.5 –

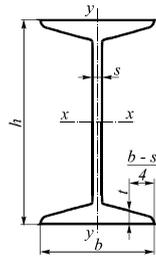
3

Вариант	1–3	4–8	9–12	13–17	18–21	22–25
Схема поперечного сечения						

.6 –

Рассчитываемая характеристика	Единица измерения	Прямоугольник	Круг
Площадь	$\text{м}^2$	$A = bh$	$A = \frac{\pi d^2}{4}$
Момент сопротивления	$\text{м}^3$	$W_x = \frac{bh^2}{6}$	$W_p = \frac{\pi d^3}{16}$
Момент инерции	$\text{м}^4$	$I_x = \frac{bh^3}{12}$	$I_p = \frac{\pi d^4}{32}$

.7 -



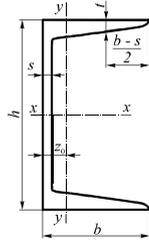
- $h$  - ;
- $b$  - ;
- $s$  - ;
- $t$  - ;
- $A$  - ;
- $J$  - ;
- $W$  - ;
- $S$  - ;
- $i$  - ;

( 8239-89)

pa	l ,	, ,				A, c <sup>2</sup>	J <sub>x</sub> , c <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , c <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> , c	S <sub>x</sub> , c <sup>3</sup>	J <sub>y</sub> , c <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , c <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , c
		h	b	s	t								
10	9,46	100	55	4,5	7,2	12	198	39,7	4,06	23	17,9	6,49	1,22
12	11,5	120	64	4,8	7,3	14,7	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	13,7	140	73	4,9	7,5	17,4	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,5	1,55
16	15,9	160	81	5	7,8	20,2	873	109	6,57	62,3	58,6	14,5	1,7
18	18,4	180	90	5,1	8,1	23,4	1290	143	7,42	81,4	82,6	18,4	1,88
20	21	200	100	5,2	8,4	26,8	1840	184	8,28	104	115	23,1	2,07
22	24	220	110	5,4	8,7	30,6	2550	232	9,13	131	157	28,6	2,27
24	27,3	240	115	5,6	9,5	34,8	3460	289	9,97	163	198	34,5	2,37
27	31,5	270	125	6	9,8	40,2	5010	371	11,2	210	260	41,5	2,54
30	36,5	300	135	6,5	10,2	46,5	7080	472	12,3	268	337	49,9	2,69
33	42,2	330	140	7	11,2	53,8	9840	597	13,5	339	419	59,9	2,79
36	48,6	360	145	7,5	12,3	61,9	13380	743	14,7	423	516	71,1	2,89
40	57	400	155	8,3	13	72,6	19062	953	16,2	545	667	86,1	3,03
45	66,5	450	160	9	14,2	84,7	27696	1231	18,1	708	808	101	3,09
50	78,5	500	170	10	15,2	100	39727	1589	19,9	919	1043	123	3,23
55	92,	550	180	11	16,5	118	55962	2035	21,8	1181	1356	151	3,39
60	108	600	190	12	17,8	138	76806	2560	23,6	1491	1725	182	3,54

.8 -

( 8240-89)



$h$  - ;  
 $b$  - ;  
 $s$  - ;  
 $t$  - ;  
 $A$  - ;  
 $J$  - ;  
 $W$  - ;  
 $S$  - ;  
 $i$  - ;  
 $z_0$  - ;

l	h	b	s	t	A <sub>2</sub>	J <sub>x, 4</sub>	W <sub>x, 3</sub>	i <sub>x</sub>	S <sub>x, 3</sub>	J <sub>y, 4</sub>	W <sub>y, 3</sub>	i <sub>y</sub>	z <sub>0</sub>	
5	4,84	50	32	4,4	7	6,16	22,8	9,1	1,92	5,59	5,61	2,75	0,95	1,16
6,5	5,9	65	36	4,4	7,2	7,51	48,6	15	2,54	9	8,7	3,68	1,08	1,24
8	7,05	80	40	4,5	7,4	8,98	89,4	22,4	3,16	13,3	12,8	4,75	1,19	1,31
10	8,59	100	46	4,5	7,6	10,9	174	34,8	3,99	20,4	20,4	6,46	1,37	1,44
12	10,4	120	52	4,8	7,8	13,3	304	50,6	4,78	29,6	31,2	8,52	1,53	1,54
14	12,3	140	58	4,9	8,1	15,6	491	70,2	5,6	40,8	45,4	11	1,7	1,67
16	14,2	160	64	5	8,4	18,1	747	93,4	6,42	54,1	63,3	13,8	1,87	1,8
16	15,3	160	68	5	9	19,5	823	103	6,49	59,4	78,8	16,4	2,01	2
18	16,3	180	70	5,1	8,7	20,7	1090	121	7,24	69,8	86	17	2,04	1,94
18	17,4	180	74	5,1	9,3	22,2	1190	132	7,32	76,1	105	20	2,18	2,13
20	18,4	200	76	5,2	9	23,4	1520	152	8,07	87,8	113	20,5	2,2	2,07
22	21	220	82	5,4	9,5	26,7	2110	192	8,89	110	151	25,1	2,37	2,21
24	24	240	90	5,6	10	30,6	2900	242	9,73	139	208	31,6	2,6	2,42
27	27,7	270	95	6	10,5	35,2	4160	308	10,9	178	262	37,3	2,73	2,47
30	31,8	300	100	6,5	11	40,5	5810	387	12	224	327	43,6	2,84	2,52
33	16,5	330	105	7	11,7	46,5	7980	484	13,1	281	410	51,8	2,97	2,59
36	41,9	360	110	7,5	12,6	53,4	10820	601	14,2	350	513	61,7	3,1	2,68
40	48,3	400	115	8	13,5	61,5	15220	761	15,7	444	642	73,4	3,23	2,75

.9 –

,

	$E = 2,1 \cdot 10^8 \quad / \quad ^2$	$G = 0,8 \cdot 10^8 \quad / \quad ^2$
	$[\sigma] = 1,2 \cdot 10^5 \quad / \quad ^2$	$[\tau] = 0,8 \cdot 10^5 \quad / \quad ^2$
	$[\varepsilon] = 0,001$	$[\theta] = 0,035 \quad /$

- 1 . . . . . : . . . . . , 1965. – 762 .
- 2 . . . . . : . . . . . . – . . . . . , 1986. – 327 .
- 3 . . . . . : . . . . . . – . . . . . , 1998. – 367 .
- 4 . . . . . : . . . . . . – . . . . . : . . . . . , 1971. – 383 .
- 5 . . . . . : . . . . . , 1970. – 628 .
- 6 . . . . . : i . . . . . , 1970. – 370 .

$F -$  ,

$N -$

$Q -$

$R -$

$M -$

$T -$

$-$

$G -$

$-$

$I -$

$W -$

$-$

$-$

$-$

$q -$

$d -$

$l -$

$x -$

$y -$

$z -$

$n -$

$-$

$-$

$\sigma -$

$\tau -$

$-$

$\varepsilon -$  ( )

$\theta -$

$\varphi -$

$-$

$-$

$max -$

$min -$

$i -$

$-$

$y -$

$z -$

$-$

$-$

$-$

$-$

$-$

$-$

« »

12.12.2000. 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
. . . 2,32. . . . 1,71. 250 .  
. 2172. . 3569  
- , 246653, . , . , 34.  
57 22.10.97 .  
, 246022, . , . , 34.  
360 26.07.99 .