

15.13330.2012

II-22-81*

2012

27 2002 . 184- « 19 2008 . 858 « -
».
1 - () - «
« »
2 465 « »
3 ,
4 () 29 2011 . 635/5 01 2013 .
5 () . 15.13330.2010 « II-22-81*
»
- « » ,
() « » .
« » . , -
() .

1	.....	1
2	.....	1
3	.....	1
4	.....	1
5	.....	2
6	.....	4
7 (
8	)..... (	18
	).....	35
9	.....	37
10	..... ,	62
	()	66
	()	67
	()	68
	()	
	.....	73
	()	
	.....	76
	()	
	.....	79
	.....	81

Masonry and reinforced masonry structures

2013-01-01

1

2

(),
()

3

4

4.1

(4.206, 4.210, 4.219).

15.13330.2012

4.2

4.3

4.4

4.5

5

5.1

379; 4001; 6133; 9479; 28013; 4.233; 530;
4.219; 25485; 51263; 31189; 31357; 4.210;
8462; 5802;

) - (-) : 7, 10, 15, 25, 35, 50,
75 - ; 100, 125, 150, 200 - ,
250, 300, 400, 500, 600, 800 1000 - ,
) :
- 3,5; 5; 7,5; 12,5; 15; 20; 22,5; 25; 30;
- 2; 2,5; 3,5; 5; 7,5; 12,5; 15; 20; 25; 30;
- 1; 2; 2,5; 3,5; 5; 7,5; 12,5;
1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,5;
- 1; 2; 2,5; 3,5; 5; 7,5;

- 2,5; 3,5; 5; 7,5;
 - 12,5; 15; 20; 25; 30.

0,5 ; 1,0 ;
 - 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200;
 - F10, F15, F25, F35, F50, F75, F100,
 F150, F200, F300.

5.2 (12) (),
 - , 100, 50 25 , 5.3 1.
 - ,
 , 22.13330. (

1

	F		
	100	50	25
1 1400 / 3 :)))	25 35 50	25 25 35	25 15 25
2)) 120 250	75 50	75 50	75 50
3)) (. .)	50 35	35 25	25 25
I)) 2 3 4 5 1 1400 / 3 .1, .			1-2, F100. .3, .

15.13330.2012

5.3 100 ,
 () - 25)
 1. ()

131.13330.
 5.4 63.13330

: - 240 500;
 240, 300, 500.

16.13330.

6

6.1 R
 12 , 27 % 50 - 150
 2.

	R, , 12									
	50 - 150									
	200	150	100	75	50	25	10	4	0,2	
300	3,9	3,6	3,3	3,0	2,8	2,5	2,2	1,8	1,7	1,5
250	3,6	3,3	3,0	2,8	2,5	2,2	1,9	1,6	1,5	1,3
200	3,2	3,0	2,7	2,5	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,0
150	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5	1,3	1,2	1,0	0,8
125	-	2,2	2,0	1,9	1,7	1,4	1,2	1,1	0,9	0,7
100	-	2,0	1,8	1,7	1,5	1,3	1,0	0,9	0,8	0,6
75	-	-	1,5	1,4	1,3	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5
50	-	-	-	1,1	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5	0,35
35	-	-	-	0,9	0,8	0,7	0,6	0,45	0,4	0,25
- : 0,85 -										4 50
() ,										3 ; 0,9 -
()										-

R

12 - 16

15.13330.2012

6.3 R

4.

6.4 R

2.1, (

) 500–1000 5.

6.5 R ,

()

200–300 6.

6.6 R

25 % 200–300 7.

R

25 40 % 7 :

50 – 0,8;

25 – 0,7;

10 – 0,6.

6.7 R (

) 150 8.

6.8 R

9.

6.9 R ()

10.

4

	$R, \text{ ,}$				
	200	150	100	75	50
300	5,6	5,3	4,8	4,5	4,2
250	5,2	4,9	4,4	4,1	3,7
200	4,8	4,5	4,0	3,6	3,3
150	4,0	3,7	3,3	3,1	2,7
125	3,6	3,3	3,0	2,9	2,5
100	3,1	2,9	2,7	2,6	2,3
75	–	2,5	2,3	2,2	2,0
1					
2	4	1,05.			30
3	4	0,85.	4,		25 38 ,
40				0,8.	

5

		R, , ()							
		500 – 1000							
		200	150	100	75	50	25	10	
80	1000	17,9	17,5	17,1	16,8	16,5	15,8	14,5	11,3
62,5	800	15,2	14,8	14,4	14,1	13,8	13,3	12,3	9,4
45	600	12,8	12,4	12,0	11,7	11,4	10,9	9,9	7,3
40	500	11,1	10,7	10,3	10,1	9,8	9,3	8,7	6,3
30	400	9,3	9,0	8,7	8,4	8,2	7,7	7,4	5,3
22,5	300	7,5	7,2	6,9	6,7	6,5	6,2	5,7	4,4
20	250	6,7	6,4	6,1	5,9	5,7	5,4	4,9	3,8
15	200	5,4	5,2	5,0	4,9	4,7	4,3	4,0	3,0
12	150	4,6	4,4	4,2	4,1	3,9	3,7	3,4	2,4
7,5	100	–	3,3	3,1	2,9	2,7	2,6	2,4	1,7
5	75	–	–	2,3	2,2	2,1	2,0	1,8	1,3
4	50	–	–	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2	0,85
2,5	35	–	–	–	–	1,1	1,0	0,9	0,6
2	25	–	–	–	–	0,9	0,8	0,7	0,5

6.10 1000 ()
 5 1,1. 35 25 %)
 88 138 2

: 0,2 – 0,8;
 4, 10, 25 – 0,85, 0,9 1.
 6.11 150 200 2 6, 300 500 –
 , 5 6.

6

	R, , , 200 – 300									
	200	150	100	75	50	25	10	4	0,2	
1000	13,0	12,5	12,0	11,5	11,0	10,5	9,5	8,5	8,3	8,0
800	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,0	6,8	6,5
600	9,0	8,5	8,0	7,8	7,5	7,0	6,0	5,5	5,3	5,0
500	7,8	7,3	6,9	6,7	6,4	6,0	5,3	4,8	4,6	4,3
400	6,5	6,0	5,8	5,5	5,3	5,0	4,5	4,0	3,8	3,5
300	5,8	4,9	4,7	4,5	4,3	4,0	3,7	3,3	3,1	2,8
200	4,0	3,8	3,6	3,5	3,3	3,0	2,8	2,5	2,3	2,0
150	3,3	3,1	2,9	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5
100	2,5	2,4	2,3	2,2	2,0	1,8	1,7	1,5	1,3	1,0
75	–	–	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	0,8
50	–	–	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,6
35	–	–	–	–	1,0	0,95	0,85	0,7	0,6	0,45
25	–	–	–	–	0,8	0,75	0,65	0,55	0,5	0,35
15	–	–	–	–	–	0,5	0,45	0,38	0,35	0,25

1 , , 6
0,8.
2 25
(. 5.3); 6
: 0,7 – , 0,5 – ;
0,8 – .
3 50.13330. 150
± 2 ,
5 , ,
6 1,3.

7

	R, , 25 %							
	200 – 300							
	100	75	50	25	10	4	0,2	
150	2,7	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,7	1,3
125	2,4	2,3	2,1	1,9	1,7	1,6	1,4	1,1
100	2,0	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1	0,9
75	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0	0,9	0,7
50	1,2	1,15	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5
35	–	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,55	0,4
25	–	–	0,7	0,65	0,55	0,5	0,45	0,3
15	–	–	–	0,45	0,4	0,35	0,3	0,2

– , , 1 2 6.

8

		R, ,				
		()				
		25	10	4	0,2	
1	25	0,6	0,45	0,35	0,3	0,2
	15	0,4	0,35	0,25	0,2	0,13
	10	0,3	0,25	0,2	0,18	0,1
	7	0,25	0,2	0,18	0,15	0,07
2	10	0,38	0,33	0,28	0,25	0,2
	7	0,28	0,25	0,23	0,2	0,12
	4	–	0,15	0,14	0,12	0,08

9

		R, ,							
		100	75	50	25	10	4	0,2	
1000		2,5	2,2	1,8	1,2	0,8	0,5	0,4	0,33
800		2,2	2,0	1,6	1,0	0,7	0,45	0,33	0,28
600		2,0	1,7	1,4	0,9	0,65	0,4	0,3	2,2
500		1,8	1,5	1,3	0,85	0,6	0,38	0,27	0,18
400		1,5	1,3	1,1	0,8	0,55	0,33	0,23	0,15
300		1,3	1,15	0,95	0,7	0,5	0,3	0,2	0,12
200		1,1	1,0	0,8	0,6	0,45	0,28	0,18	0,08
150		0,9	0,8	0,7	0,55	0,4	0,25	0,17	0,07
100		0,75	0,7	0,6	0,5	0,35	0,23	0,15	0,05
50		–	–	0,45	0,35	0,25	0,2	0,13	0,03
35		–	–	0,36	0,29	0,22	0,18	0,12	0,02
25		–	–	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1	0,02

1 9 3
28 4 28 4
0,8. 9 4
2 9,
3 1,5.
: ,
« » – 0,2 – 0,1 ,

10

		R, ,					
		()					
		15	12,5	10	7,5	3,5	2,5
200	:	4	3,5	3	2,5	2,0	1,7
100		–	–	–	2,2	1,8	1,5
50		–	–	–	2,0	1,7	1,3

– 1,15.

15.13330.2012

6.12 , 2 -10,
 γ , 0,3 ² ;
) 0,8 -
) 0,6 - , ;
 () , ;
) 1,1 - ,
 ($\gamma \geq 1800 / ^3$);
 0,9 -
 25;
 0,8 - ;
 0,7 - ;
) 1,15 - (;);
) 0,85 - ;
) , -
 γ_1 34.

6.13 5
 :
 0,9 $\leq 5\%$
 0,5 » » » ≤ 25 »
 0,25 » » » ≤ 45 » ,

6.14 ,
 5, 6 8, :
 0,8 - (10);
 0,7 - (20).

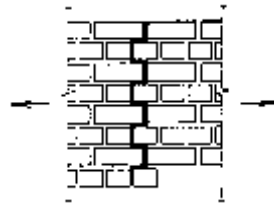
6.15 8 :
 0,7 - ;
 0,5 - , ;
 0,8 - .

6.16 25 .
 , -
 R_{tb} , R_t ,
 R_{sq} , R_{tw} ,
 11.

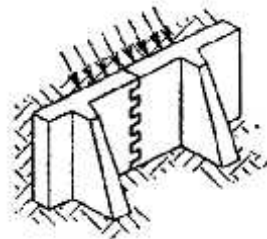
6.17 ,
 R_t , R_{tw} , R_{tb} , R_{sq}
 , 11.



1 -



2 -



3 -

11

		R_t				
		-				
		50	25	10	4	0,2
1	R_t	0,08	0,05	0,03	0,01	0,005
2	(; 1)					
	(2):	0,16	0,11	0,05	0,02	0,01
	)	0,12	0,08	0,04	0,02	0,01

		<i>R,</i>				
						0,2
		50	25	10	4	
3	<i>R_{tb} (R_{rw})</i>	0,12	0,08	0,04	0,02	0,01
4	<i>R_{sq}</i>	0,25	0,16	0,08	0,04	0,02
5		0,18	0,12	0,06	0,03	0,015
6		0,16	0,11	0,05	0,02	0,01
6		0,24	0,16	0,08	0,04	0,02

12

		R, \dots								
		200	150	100	75	50	35	25	15	10
1	R_t	0,25	0,2	0,18	0,13	0,1	0,08	0,06	0,05	0,03
2	$R_{tb} (R_{tw})$	0,4	0,3	0,25	0,2	0,16	0,12	0,1	0,07	0,05
3	R_{sq}	1,0	0,8	0,65	0,55	0,4	0,3	0,2	0,14	0,09

1	R_{tw}	R_t	R_{tb}
2	(	R_{sq}	.
3)	,	
()		

13

		R, \dots					
		15	12,5	7,5	5	3,5	2,5
1	R_t R_{tw}	0,2	0,18	0,16	0,14	0,12	0,1
2	R_{tb}	0,27	0,25	0,23	0,2	0,18	0,16

6.18

6.19

6.20
63.13330,

R_{tw} R_t R_{tb} 13.
 γ_{cs} 14.

		γ_{cs}		
		240	300	500
1		0,75	–	0,6
2	:			
)		0,8	0,9	0,7
)	,	0,85	0,7	0,6
)		0,8	0,8	0,6
3	:			
)	25	0,9	0,9	0,8
)	10	0,5	0,5	0,6

1		300	500.
,			
2			
γ_{cs1} ,		34.	

6.21

() 0

$$0 = R_u; \tag{1}$$

$$0 = R_{sku}. \tag{2}$$

16; (1) (2) α –

() ; R_u –

$$R_u = kR, \tag{3}$$

k – , 15;
 R – ,
 2 – 10 ,

6.10 – 6.15.

	k
1	2,0
2	2,2

$$\alpha_{sk} = \alpha \frac{R_u}{R_{sku}} \tag{4}$$

(2) (4) $R_{sku} -$ ()
 : 150 ,

$$R_{sku} = kR + \frac{R_{sn}\mu}{100}, \tag{5}$$

$$R_{sku} = kR + \frac{2R_{sn}\mu}{100}; \tag{6}$$

$\mu -$;

$$\mu = \frac{A_s}{A_k} 100,$$

$A_s A_k -$,

$\sim 7.31;$

$R_{sn} -$,

63.13330,
0,6

240 300
500 -

63.13330.

6.22
)

:

(

,

,

,

)

$$= 0,5 \text{ o}, \tag{7}$$

0 -

(

)

(1) (2).

16

		α				
		25-200	10	4	0,2	
1	,	1500	1000	750	750	500
2	, ($\gamma \geq 1800 / ^3$)	1500	1000	750	500	350

	α				
	25-200	10	4	0,2	
3	1000	750	500	500	350
4	750	750	500	500	350
5	500	500	350	350	350
	750	500	350	350	200
6	500	350	200	200	200
	1200	1000	750	500	350
7	1000	750	500	350	200
8	750	500	350	350	200
9	500	500	350	350	200

1	$l_0/h \leq 8$ (. 7.2)		$l_0/i \leq 28$
2	16 (7 - 9)		α
3			$\alpha = 2000.$
4			α
5	16	0,7.	
6			α
	0,7.		

) , , ,
 ,
 $= 0,8$ 0. (7)

6.23 ε

$$\varepsilon = -\frac{1,1}{\alpha} \ln \left(1 - \frac{\sigma}{1,1R_u} \right) \quad (8)$$

(8)

$$E_{\tan} = E_0 \left(1 - \frac{\sigma}{1,1R_u} \right). \quad (8)$$

6.24

$$\varepsilon = v \frac{\sigma}{0}, \quad (9)$$

σ - , ε ;
 v - , :
 $v = 1,8$ - , (, 138
 220);
 $v = 2,2$ - ;
 $v = 2,8$ - , ;
 $v = 3,0$ - ;
 $v = 3,5$ - , ;
 $v = 4,0$ - , ;
 6.25 , 0 v.
 6.26

6.27

, , .
 , :
 , ,
 , $-3 \cdot 10^{-4}$;
 ,
 , $-4 \cdot 10^{-4}$;
 $-6 \cdot 10^{-4}$.
 6.28 , $G = 0,4$ 0, 0 -

6.29

17.

17

	$\alpha_b \cdot 10^{-1}$
1	0,000005
2	0,00001
3	0,000008
-	

6.29

18.

18

	μ	
1	0,7	0,6
2	0,6	0,5
3	0,45	0,35
4	0,6	0,5
5	0,55	0,4
6	0,5	0,3

7

()

7.1

$N \geq m_g \varphi R A$, (10)
 N – ;
 R – , 2–10;
 φ – , 7.2;
 m_g – ;
 (16) $e_{0g} = 0$.

(m_g , $h \geq 30$, $i \geq 8,7$)

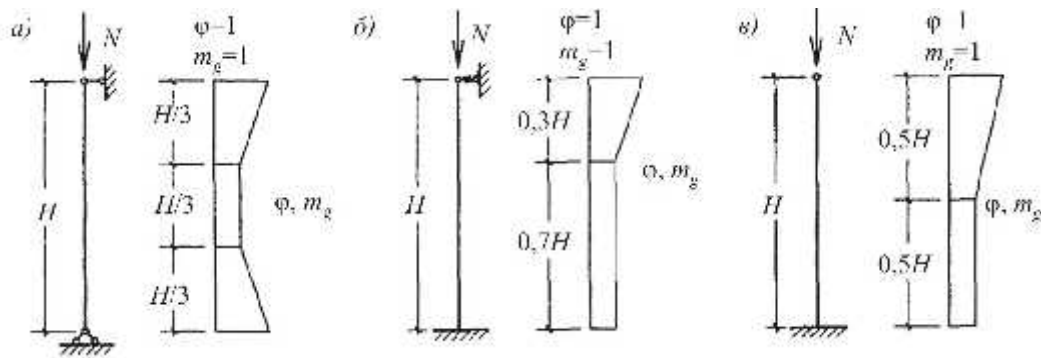
7.2

19 φ

$$\lambda_i = \frac{l_0}{i} \quad (11)$$

$$\lambda_h = \frac{l_0}{h} \quad (12)$$

(11) (12): α , 17,
 (4).
 l_0 - () , 7.3;
 i - ;
 h - .
 7.3 l_0
 φ
 :
) $l_0 = (4,)$;
) :
 $l_0 = 1,5H$, $l_0 = 1,25H (4,)$;
) $l_0 = 2 (4,)$;
) , $l_0 = 0,8$, -



4 - { m_g

19

λ_h	λ_i	φ						α
		1500	1000	750	500	350	200	100
4	14	1	1	1	0,98	0,94	0,9	0,82
6	21	0,98	0,96	0,95	0,91	0,88	0,81	0,68
8	28	0,95	0,92	0,9	0,85	0,8	0,7	0,54
10	35	0,92	0,88	0,84	0,79	0,72	0,6	0,43
12	42	0,88	0,84	0,79	0,72	0,64	0,51	0,34
14	49	0,85	0,79	0,73	0,66	0,57	0,43	0,28
16	56	0,81	0,74	0,68	0,59	0,5	0,37	0,23
18	63	0,77	0,7	0,63	0,53	0,45	0,32	-
22	76	0,69	0,61	0,53	0,43	0,35	0,24	-
26	90	0,61	0,52	0,45	0,36	0,29	0,2	-
30	104	0,53	0,45	0,39	0,32	0,25	0,17	-
34	118	0,44	0,38	0,32	0,26	0,21	0,14	-
38	132	0,36	0,31	0,26	0,21	0,17	0,12	-

		φ						α
λ _h	λ _i	1500	1000	750	500	350	200	100
42	146	0,29	0,25	0,21	0,17	0,14	0,09	–
46	160	0,21	0,18	0,16	0,13	0,1	0,07	–
50	173	0,17	0,15	0,13	0,1	0,08	0,05	–
54	187	0,13	0,12	0,1	0,08	0,06	0,04	–
1	φ							
2	φ		λ _h ,			(9.16 – 9.20),		
	φ (7.7)							
3								
	(4),	200.						

1 (. 9.7)
 $l_0 = 0,9H,$
 $l_0 = 0,8H.$

2
 l_0
 0,75. 7.3,

7.4 φ m_g
 $l_0 = H (. 7.3)$
 $l_0,$
 φ $m_g,$
 (l_0 4,). φ m_g
 0,7 H
 φ $m_g,$
 (φ m_g 4,).
 (0,5) φ m_g, a
 φ m_g (4,).
 φ m_g
 φ m_g 1.
 φ m_g 7.1 – 7.3.
 φ m_g

7.5 φ

7.6 φ m_g :

$l_0 = H - H_0$ (7.3),
 $H_0 = H - l_0$
 7.3, $l_0 = H - H_0$
 $H_0 = H - l_0$

7.7

$$N \leq m_g \varphi_1 R A_c \omega, \quad (13)$$

(5), N .

$$A_c = A \left(1 - \frac{2e_0}{h} \right), \quad (14)$$

$$\varphi_1 = \frac{(\varphi + \varphi_c)}{2}. \quad (15)$$

(13) – (15):

R – ;
 h – ;
 e_0 – N ;
 φ – ;

l_0 (7.2, 7.3), 19;

φ – 18,

$$\lambda_{hc} = \frac{1}{h_c}$$

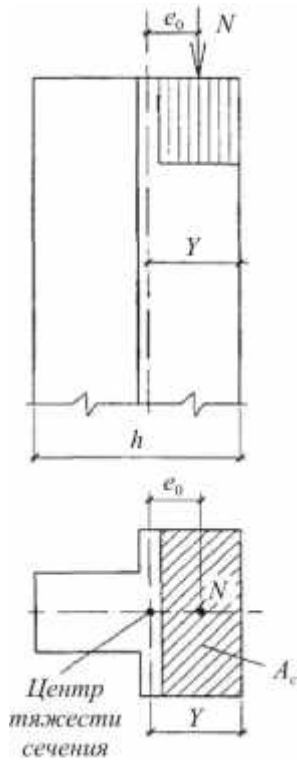
$$\lambda_{ic} = \frac{1}{i_c},$$

$h_c = h - 2e_0$

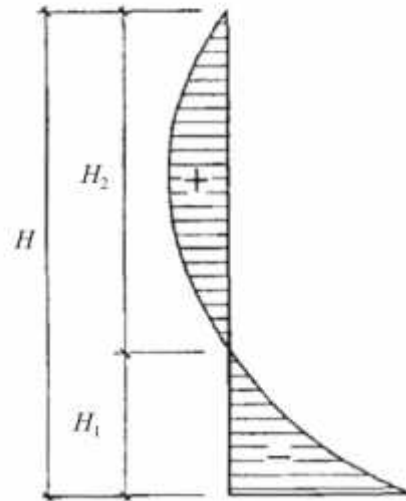
$$h_c = h - 2e_0.$$

15.13330.2012

$$= 2(\sigma - \sigma_0)b \quad h_c = 2(\sigma - \sigma_0), \quad (\sigma_0 > 0,45y) \\ - ; b -$$



5 -



6 -

(6)

φ

$$\lambda_{h1c} = \frac{1}{h_{c1}} \quad \lambda_{i1c} = \frac{1}{i_{c1}} \\ \lambda_{h2c} = \frac{2}{h_{c2}} \quad \lambda_{i2c} = \frac{2}{i_{c2}},$$

1 2 -
 $h_1; i_1 \quad h_2; i_2$ -
 ω -
 g -

;

20;

$$m_g = 1 - \eta \frac{N_g}{N} \left(1 + \frac{1,2e_{0g}}{h} \right), \tag{16}$$

N_g – ;
 η – 21;
 e_{0g} – .
 20

		ω	
1	, .2	$1 + \frac{0}{2} \leq 1,45$	$1 + \frac{0}{h} \leq 1,45$
2	25 %; , , ; ()	1	1
$h.$ – 2 < h,		ω	2

21

		η			
λ_h	λ_i	;		;	
		;		;	
		0,1	0,3	0,1	0,3
≤ 10	≤ 35	0	0	0	0
12	42	0,04	0,03	0,05	0,03
14	49	0,08	0,07	0,09	0,08
16	56	0,12	0,09	0,14	0,11
18	63	0,15	0,13	0,19	0,15
20	70	0,20	0,16	0,24	0,19
22	76	0,24	0,20	0,29	0,22
24	83	0,27	0,23	0,33	0,26
26	90	0,31	0,26	0,38	0,30
η – 0,1 % .		η 0,1 0,3			

$h \geq 30$ $i \geq 8,7$ g .
 7.8 $o > 0,7$, (13),

8.3.
 7.9 (. 9.6) 25
 e_v ,

– 2 ; , :

15.13330.2012

- 1 ;

7.10

0,85 ; 25 ; - 0,9 ; - 0,8 ; - 0,95 ;

7.11

2

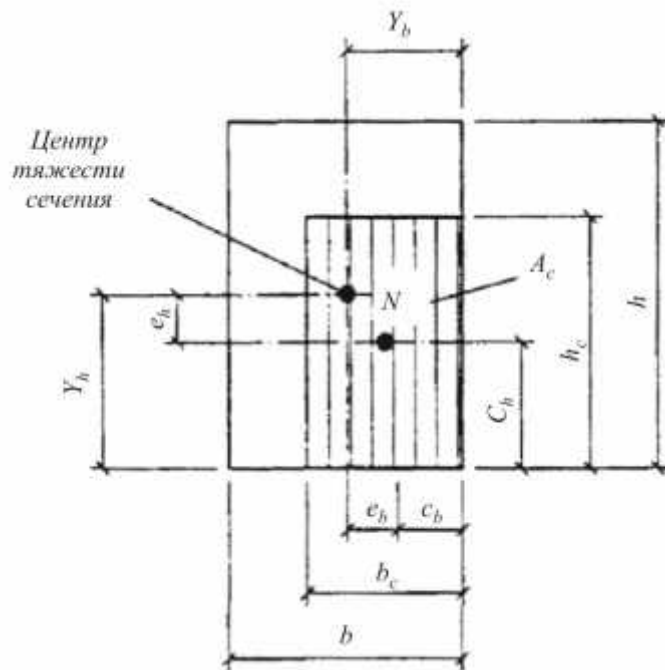
$b < h$.

7.12

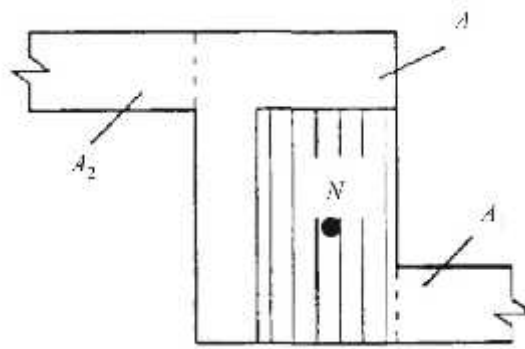
(13)

(7), $h = 2 h; b = 2 b = 4 h b, h b -$
 N

(8).



7 -



8 -

; 1 2

) w, φ_1 g h i_h h
) $h;$ b i_b b
) $b.$

(13) w, φ_1 $g.$
 $b > 0,7 b$ $e_h > 0,7 c_h,$

8.3.

()

7.13

$$N \leq \Psi d R_c A_c, \tag{17}$$

N_c - ;
 R_c - ,

7.14;

$d = 1,5 - 0,5 \Psi$ - ,

$d = 1$ - ;

Ψ - ;

$= 0,5.$

$\Psi = 1,$

7.14

$\Psi = 0,75 -$
 $22, \Psi = 0,5 -$
 R_c

$R_c = \xi R;$ (18)

$$\xi = \sqrt[3]{\dots} \leq \xi_1, \tag{19}$$

ξ_1 — , , 7.16;
 , 22.
 22

	ξ_1 ,			
	9, , , 1, ,		9, , , ,	
1	2	2	1	1,2
2	1,5	2	1	1,2
3	1,2	1,5	1	1
4	1	1	1	1

1	ξ_1 ,
2	ξ_1
3	ξ_1
4	ξ_1 ,

R_c (18) (17) : R ,
 $R_c = R_{sk}$, $R_{sk} -$
 (27) (28).
 7.15 () , ,
 . .) (, ,
)
 , <1
 22.

) , , , ;
) , , 9, ;
 , , ,
 () () $0 > 1/6L$
 ($L -$, $0 -$).

) (9,);
) , , (1 2 9,).
 - , 9,
 7.17 (, . .)

7.13 9.5.

1
 2
 9.40 – 9.43.

7.18

$$M \leq R_{tb}W, \tag{20}$$

W – ;
 R_{tb} – ;
 (. 11 – 13).

$$Q \leq R_{tw}bz, \tag{21}$$

R_{tw} – , 12 – 14;
 b – ;
 z – , $z = \frac{2}{3}h$.

7.19

$$N \leq R_t A_n, \tag{22}$$

N – ;
 R_t – ;
 10 – 12 ;

7.20

$$Q \leq (R_{sq} + 0,8n\mu\sigma_0) , \tag{23}$$

R_{sq} – (. 11);
 μ – , 0,7;
 σ_0 – , 0,9;
 – , 1,0
 0,5 ,
 ;
 – ((23) (2- 23).)
 12.
 ($0 > 0,17h$),
 ()

7.21

7.22

) :
 h – ; $10h$ 120 ,
) ;
 0,7 10
 5h. ,

7.23

:

) (10);
) (13), ω
 1,0.
 (10) (13) : A_{cred} A_{red} ,
 mR .

φ, φ_1 g
 7.2 – 7.7
 , ()

$$b_{red} = b \frac{m_i R_i}{mR}, \quad (24)$$

b_{red} – ;
 b – ;
 R_i – ;
 $R_i; m_i$ – ;

7.24 m_i 23. ()
 φ, φ_1 g 7.2 – 7.7
 , 0,7.

α_{red} ,

$$\alpha_{red} = \frac{(\alpha_1 h_1 + \alpha_2 h_2)}{(h_1 + h_2)}, \quad (25)$$

α_1 α_2 – ;
 h_1 h_2 – ;
 7.25

1,5

7.26
 , 0,5 .

7.27
 , 0,7
 8.3.
 m m_i 24.

7.28
 0,25 (–

$$y_0 > y \frac{1-m}{1+m},$$

0,1 , (10) – (13)
 m_i , 23 24,

23

	m_i							
	m	m_i	m	m_i	m	m_i	m	m_i
25	0,8	1	0,9	1	1	0,9	1	0,85
25	-	-	0,85	1	1	0,8	1	0,8
25			0,7	1	0,8	1	0,9	1,0

24

	m_i							
	m_i	m	m_i	m	m_i	m	m_i	m
65	0,8	1	1	0,9	1	0,6	1	0,65
140	1	0,9	1	0,8	0,85	0,6	1	0,5
	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,6	0,9	0,6
138	0,6	0,85	0,6	1	1	1	1	0,8
	0,9	1	0,8	1	1	0,8	1	0,7
	1	0,9	1	0,9	1	0,75	1	0,65

7.29

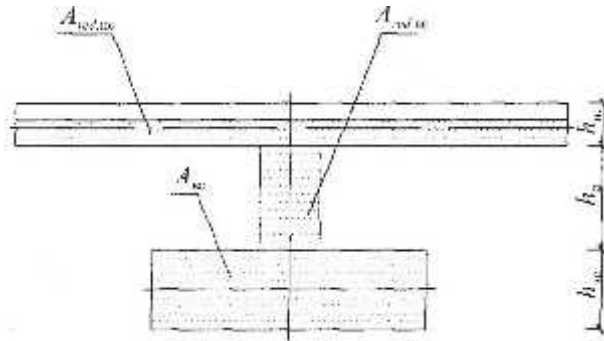
:
 $\tau = R_{sq}$, (25)
 τ – ,
 R_{sq} – ;
 7.20.

(10).

(10) (13) φ, φ_1 m_g A_{cred} A_{red}

mR .

7.2 - 7.7 φ, φ_1 m_g



10 -

$$A_{red} = A_c + A_{red,c} + A_{red,s} \quad (26)$$

$A_{red,c}$ - ;
 $A_{red,s}$ - ;
 h - ;
 h - ().

7.23.

$$\alpha_{red} = \frac{\alpha A_c + \alpha A_{red,c} + \alpha A_{red,s}}{A_{red}} \quad (27)$$

$\alpha ; \alpha ; \alpha$ -

7.30
50

$$150 \quad (11)$$

$$N \leq m_g \varphi R_{sk} A, \quad (28)$$

N — ;
 $R_{sk} \leq 2R$ — ,

$$R_{sk} = R + \frac{p\mu R_s}{100}, \quad (28)$$

p — 20 % , ()
 — 1,5, 2, 20 % , 30 %
 — 2,5 30 % — 1.

$$R_{sk1} = R_1 + \frac{p\mu R_s}{100} \frac{R_1}{R_{25}}, \quad (28)$$

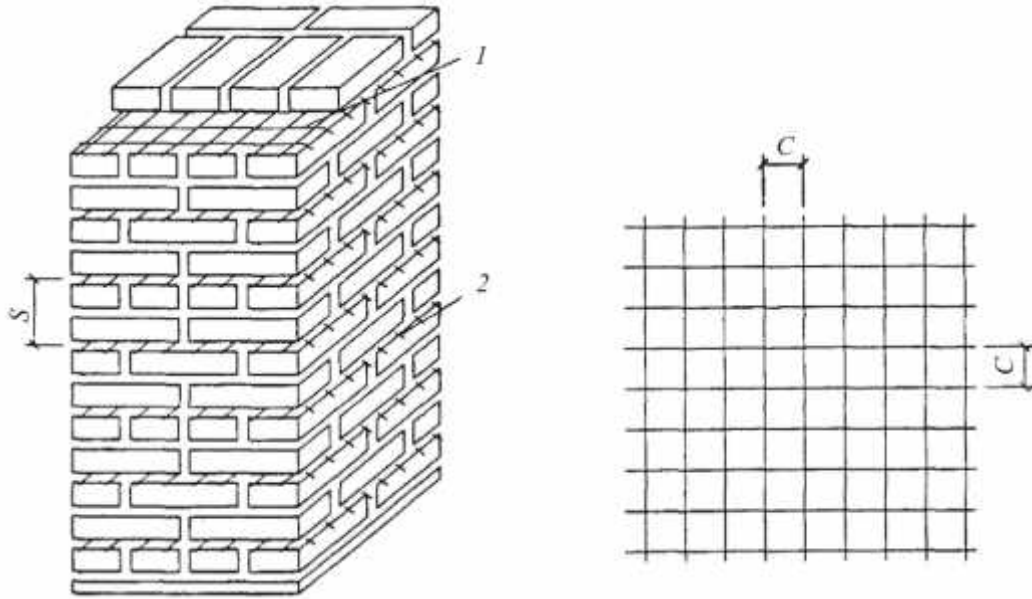
R_1 — ;
 R_{25} — 25;
 $\mu = \frac{V_s}{V_k} 100$ —
 A_{st} —
 S —

$$\mu = \frac{2A_{st}}{CS} 100, \quad (16);$$

m_g — ,
 V_s V_k — ;
 φ — , 19
 λ_h λ_i —
 a_{sk} — (4).

$$\mu = 50 \frac{R}{R_s}.$$

R_s —
 0,1 %



1 - ; 2 -
II - ()

2,5

$$\frac{R_1}{R_{25}}$$

1.

7.31

$$0 \leq 0,17h),$$

$$N \leq m_g \varphi_1 R_{skb} A_c \omega \tag{29}$$

$$N \leq m_g \varphi_1 R_{skb} A \left(1 - \frac{2}{h}\right) \omega, \tag{30}$$

$$R_{skb} \leq 2R -$$

50

$$R_{skb} = R_1 + \frac{p\mu R_s}{100} \left(1 - \frac{2}{h}\right), \tag{31}$$

25 (

$$R_{skb} = R_1 + \frac{p\mu R_s}{100} \frac{R_1}{R_{25}} \left(1 - \frac{2}{h}\right). \tag{32}$$

, 7.1. 7.7.

$\frac{1}{2} > 0,17h$, $\lambda_h > 15$, $\lambda_i > 53$

$$\mu = \frac{50R}{\left(1 - \frac{2e_0}{y}\right)R_s} \geq 0,1 \%$$

0,1 %

8

8.1

)

)

)

)

)

)

)

)

8.2

$\sigma > 0,7$ (. 8.3)

8.3

()

$\sigma > 0,7$

:

;

$$N \leq \frac{y_r R_{tb} A}{\frac{A(h-y)e_0}{I} - 1}, \tag{33}$$

I – ;
 R_{tb} – ;
 y_r – (. 10);
 8.4 , 25.
 , 7.7.
 ,
 , (34) – (37).
 ε_u , 26.
 8.5 :

$$N \leq EA\varepsilon_u; \tag{34}$$

$$M \leq \frac{EI\varepsilon_u}{h-y}; \tag{35}$$

$$N \leq \frac{EA\varepsilon_u}{\frac{A(h-y)e_0}{I} - 1}; \tag{36}$$

$$N \leq \frac{EA\varepsilon_u}{\frac{A(h-y)e_0}{I} + 1}. \tag{37}$$

25

	r		
	100	50	25
1	1,5	2,0	3,0
2 ,	1,2	1,2	–
3 ,	1,2	1,5	–

25

		r		
		100	50	25
4	,	0,8	1,0	1,0
<p>– , 25 , γ_r :</p> <p>$k = 1,25 \quad \mu \geq 0,1 \%$; $k = 1 \quad \mu \leq 0,05 \%$.</p> <p>– ,</p> <p>$k = 0,75 + 5\mu$.</p>				

26

		ε_u
, ,		$0,8 \cdot 10^{-4}$
(,)		$0,5 \cdot 10^{-4}$
- :		$1 \cdot 10^{-4}$
) ,		$0,8 \cdot 10^{-4}$
- , 25 %.		V_u

(34) – (37):

N – ,

;

ε_u – , 26;
 $(h -)$ –

;

I – ;
 – ,

(8).

9

9.1

(, .)

9.2

(, . .)

15.13330.2012

: - 1,8; - 1,5;
 9.3 , 1,25.
) :
 65 - 88 65 -
) ; 200 -
) ; 260 ,
 250 510
 9.4
 ,
 , , ,
 , ,
 9.5
 (, 27).
 27

		I	II	III	IV
1	50	10	4	-	-
2	, 35 25	-	10	4	-
3	, 15, 10 7	-	-	-	-
4	, ()	25	-	-	-
5	()	-	-	-	-

		I	II	III	IV
6	,	50	25	10	-
7	()	25	15	-	-
8		-	25	10 4	
9		-	50	25 10	4
10		7,5	3,5 5	2,5	-

9.6

:
 , , , . ;
 , ;
 (), 6 ;
 - , ;
 ()
 6 ;

9.7

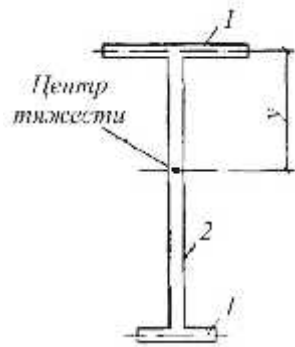
), () .
 : 12 ,
 6 , ,
 ;
) 28;
) , , ,
 , .
 28, , « ».
 28

		, ,			
		I	II	III	IV
2)	(.	54	42	30	-
3)	(.	42	36	24	-
		30	24	18	12
1	28	:			
)	$70,85 \cdot 100 / 2$	15,20	25 %;		
)	$22 - 32 - 10 %; 33 - 48 - 20 %$	48	- 25 %;		
)	b	-			
$b/2$.				
2	(	100	-		
3	50 -).			
4		50.			
(	64.13330).				

, (.),
 9.8 (,), -
 ,
 = 0,8 0 ,

—
 — (12);
 —);
 I — ;
 h — ;
 H — ;
 R_{sq} — (7.20).

9.9.



1 — ; 2 —

12 —

9.12

$$Q \leq \frac{R_{tq} h l}{v}; \tag{39}$$

$$Q \leq \frac{R_{tq} A_c}{v}. \tag{40}$$

(39) (40):
 Q — ;

$$R_{tq} = \sqrt{R_{tw} (R_{tw} + \sigma_0)}, \tag{41}$$

R_{tw} — (10);

R_{tq} — N , 0,9;

$$\sigma_0 = \frac{0,9N}{A}. \tag{42}$$

$$\sigma_0 = \frac{0,9N}{A_c}, \tag{43}$$

(. 12); ()
 ;
 h - ;
 l - ;
 $v = \frac{S_0 l}{I}$ - ;
 S_0 - ;
 I - ;
 9.13 (39), (40),

$$R_{std} = \sqrt{\frac{\mu R_s}{100} \left(\frac{\mu R_s}{100} + \sigma_0 \right)}, \quad (44)$$

μ - ;
 9.14 ;

$$T = \frac{QHv}{l}, \quad (45)$$

Q - ;
 l - ;
 v - ;
 9.15 (9.12);
 (45),
 (46) (47),

$$T \leq \frac{2}{3} R_{tw} A, \tag{46}$$

$$T \leq \frac{1}{3} R_{tb} A \frac{h}{l}, \tag{47}$$

$$R_{tw} = R_{tb} \frac{h}{l} \tag{45};$$

$$M = \frac{Tl}{2} \tag{48}$$

9.16

9.17 $\beta = H/h$ (9.17 – 9.20), $h - l \leq 2,5 H$

$$h_{red} = 3,5i, \quad i = \sqrt{I/A}$$

$$h_{red} = 0,85d$$

9.18

9.17, 30.

9.19

30

$$l \leq k\beta h$$

$$H$$

$$l,$$

$$H,$$

$$2H (H -$$

$$H + l \leq 3k\beta h. \tag{49}$$

9.20 , β 30 % , 9.17 – 9.19.

29

	β (. 27)			
	I	II	III	IV
50	25	22	–	–
25	22	20	17	–
10	20	17	15	14
4	–	15	14	13

30

	k
1	
25	1,2
10	1,8
2	$\sqrt{\frac{A_n}{A_b}}$
3	0,9
4	0,9
5	2,5 3,5 H
6	0,8
	0,8
1	k (30), β , k_p
31	
2	10 25
3	k – b –

31

	k_p	
90	0,75	0,6
70 – 89	0,7	0,55
50 – 69	0,65	0,5
50	0,6	0,45
	β	

9.21
75 50.
9.22 , ,
6.2.
6.1. ,
- ,
9.23 ,
50, 40 .
30 .
9.24 : (8,5), (14)
(27) (18).
1
2
9.25 , 7.7 7.8
(.9.2).
0,25 ²
27
; 0,5 - 1 -

9.26 ;

7.22 – 7.24.
9.27 ,

10 ,

50.

9.28 ,

6.3,
, – 6.1, 6.4 6.6.

9.29 5

3) –) ; (

))

3 5

3

(

9.30)

9.31 ,

7.21 – 7.29.

9.3;

); (,

; ()

9.32 120 4- (12).

4- 120

9.34.

250 .

9.33

:

, , 1;

100, 75

1;

120 20 ,

(13 %). 250

; - ;

, , (, .

); [1];

3 ; 4 ;

5 ; -

2 , D450;

, ,

9.34 .

:

() 15 ;

, - ;

5 / 2 « »

, ;

();

;

;

« »

9.35

0,5 ² 1 . .

9.36

, , .
, 3 .

9.37

, . , , .

15.13330.2012

9.38
)
)
)

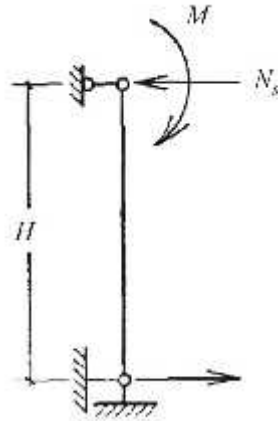
3 ;

N ; 1000 (100).

$$N_s = -+0,01N, \quad (50)$$

(. 9.10)

N -



9.39

9.40

15 ,

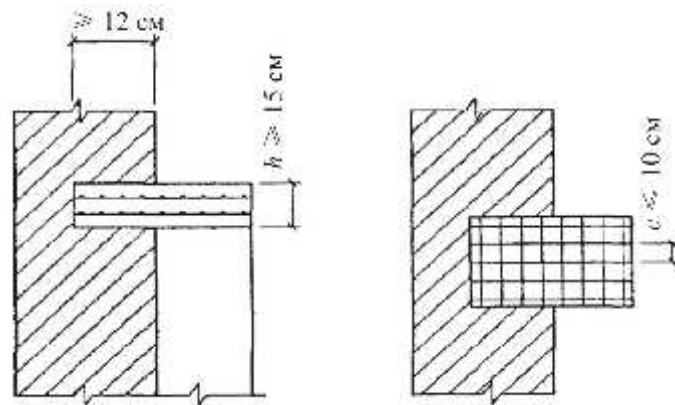
9.41

15 ,
 0,5 %

9.42

12

(13).



13 -

9.43

80 %

60 × 60

3

1

120

9.44

$$N \leq gpRA, \tag{51}$$

R -

g -

-

,

b -

$$g = 1, \quad A_b \leq 0,1A;$$

$$g = 0,8, \quad b \geq 0,4$$

$$b \left(\dots, \dots \right),$$

$$b > 0,8$$

$$= b. \quad g, \quad (51)$$

9.45

$$N \leq (nR_b A_n + R A_k), \quad (52)$$

$R_b -$

63.13330;

$-$

$R -$

$A_k -$

$n = 1,25 -$
9.46

$n = 1,1$

(14,)

$$Q \leq \frac{R_c ab}{\left(\frac{6e_0}{a} + 1\right)}, \quad (53)$$

$Q -$

$R_c -$

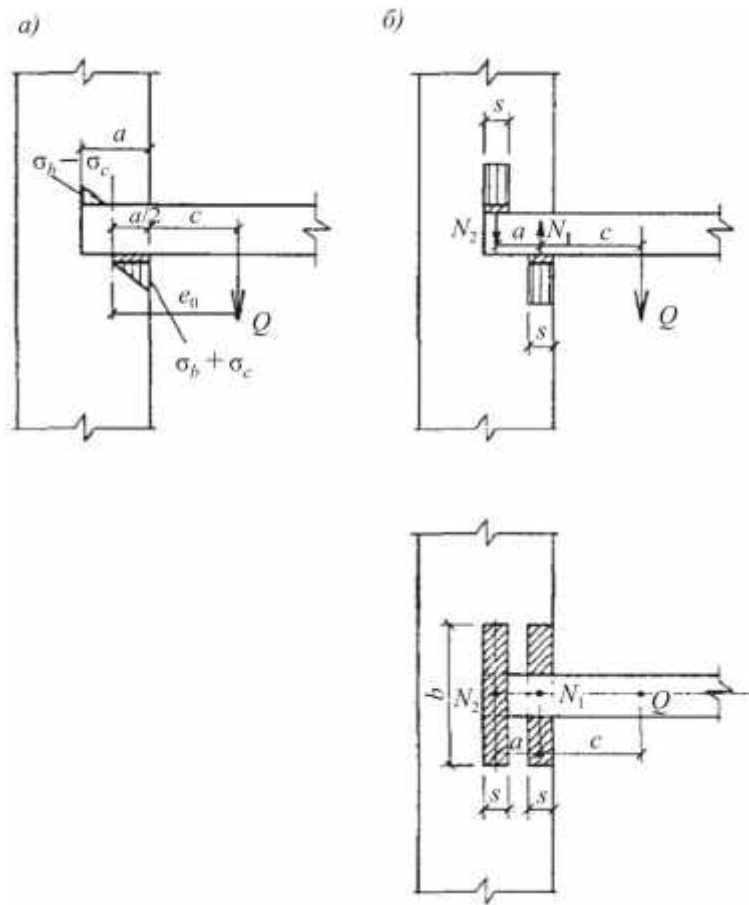
$-$

$b -$

$0 -$

$$0 = c + \frac{1}{2},$$

Q



14 -

$$= \frac{2Q}{R_c b} + \sqrt{\frac{4Q^2}{R_c^2 b^2} + \frac{6Q_c c}{R_c b}} \quad (54)$$

(53),

2 (0 > 2),

$$Q = \frac{R_c a^2 b}{6e_0} \quad (55)$$

^{1/3} (14,).

9.47

1
2
3
9.48

$$H_0 = 2\sqrt[3]{\frac{0,85E_b I_{red}}{Eh}}, \tag{56}$$

b –
 I_{red} –
63.13330
 h –

$E_s I_s$ –
9.49

$$3s \geq > 2s \left(\begin{matrix} 15,) \\ \sigma (\end{matrix} \right) \leq 2s \left(\begin{matrix} 15,) \\ a - 2s. \end{matrix} \right)$$

($\leq 2s$)
$$\sigma = \frac{2N}{(a+2s)h}, \tag{57}$$

($3s > > 2s$)
$$\sigma_c = \frac{N}{ah}, \tag{58}$$

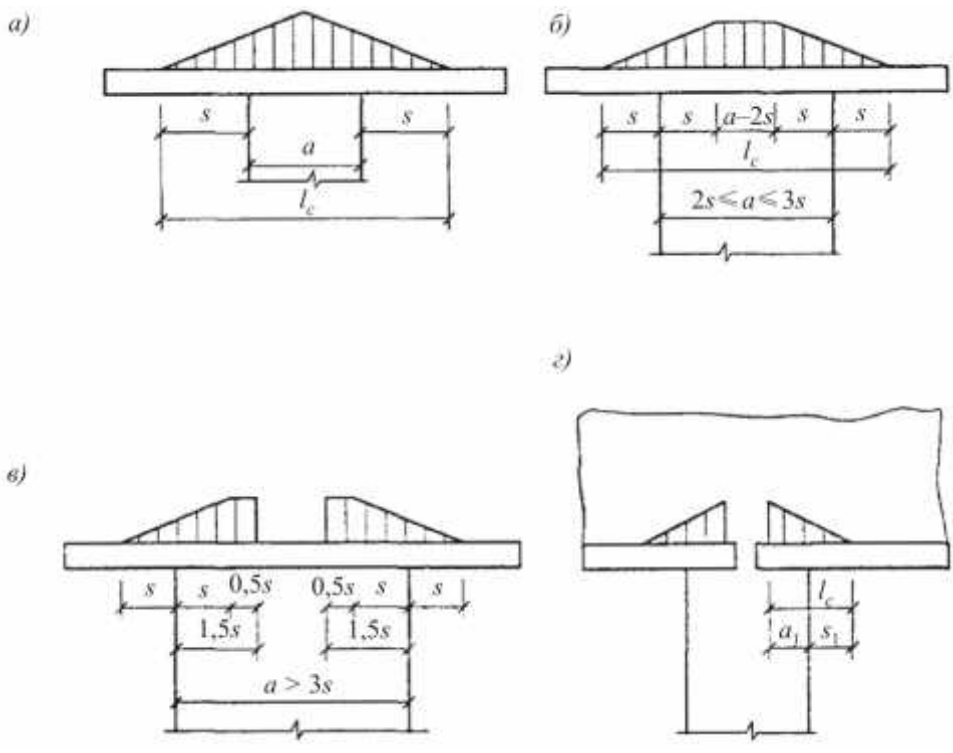
N – () ;

$s = 1,57H_0$ -

$h > 3s$, $a_1 = 3s$, (58)

$s_1 = 0,9$

$\sigma_c = \frac{2N}{(a_1 + s_1)h}$, (60)



$\leq 2s$; - , $3s \geq > 2s$; - ,

15 -
 9.51
 (H -) 1,5H 3H
 7.13 - 7.16.

H_1

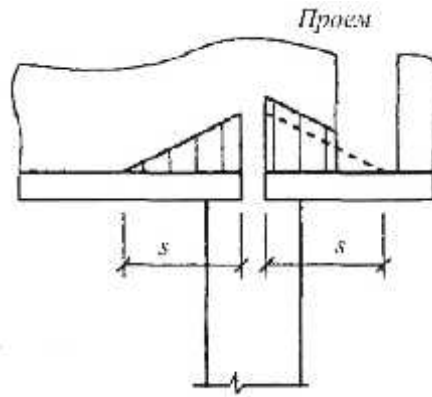
$$H_{01} = H_0 + H_1.$$

$s \quad s_1$

9.52

(9.51).

(s 16).



16 -

9.53

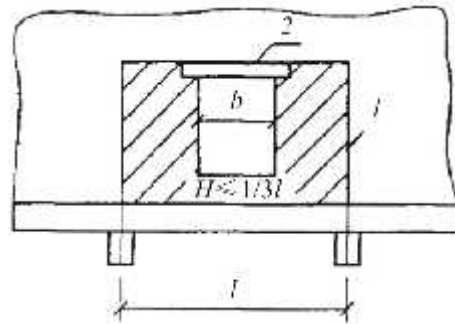
$1/3$

. 10.1).

$1/2$

(17).

$1/3$



1 - ; 2 -
17 -

9.54

) , ;

) . ;

9.55

) :

) (

) ,)

) ; 100 1

) 1 ;

) .

) .

1 ,

) ,

) .

(2) .

) .

9.56

) :

) ,

) ,

) ;

) 150 1

) 1 ;

) .

) .

- .

9.57

) ,

) 1/3 .

) .

) ,

) .

200 9.58 , . 50.
 9.59 , .

2 , .
 4 .
 150 ,

9.60 , ; 1/2
 , 30 (,
). 10

9.61 ,

$$N = \frac{1}{0,85h_0}, \quad (61)$$

h₀ - ;
 - ()
 9.62)

0,7y .
 (. .).
 9.63 , .

0,7 1,4.
 9.64 ,
 0,9.

9.65 , , .
 , , , , .
 , .
 5.

$\sigma = 40$,
 200 .
 9.66 (. 9.34).
 1 : 1 - 1 : 2
 0,6 .
 300 ,
 (350 - 600) .
 32.
 9.67 :
) 400 ; 350
) 500
 600 .
 32

		, (/ ²)	
		$\sigma \leq 0,2 (2,0)$	$\sigma > 0,25 (2,5)$
3,5 - 7,5	50 - 100	1,25	1,5
1 - 2	10 - 25	1,5	1,75
-	4	1,75	2,0
-			

9.68 ,
 1000 / ².
 9.69 .
) ()
 75 18 100 ;
) , 50.
 ,
 25, - 12 90 .
 9.70 , ,
 6 - 7 ,
 50.

15.13330.2012

9.71

9.72

9.73

9.74

9.75

9.76

5
200

9.77

30

6.1

0,7 ,

. .).

0,1 %

5

200

9.77

30

1,25.

(7).

(. 7.30).

3

-6 ;
-8

4

¹/₄

6

3

150

1

120

16

9.78

), () .

9.79

) (.)
 3,5 0,8 - 33;
 3,5 ;
) , - 33
) , 50 - 0,5; 33
) , - 33
) ;
) « » , - 33 :
 -0,7;
 -0,6;
) , - 33

9.80

, , - .

33

	50	25	50	25
40°	50	60	35	40
» 30°	70	90	50	60
» 20°	100	120	70	80
1				
2	[2].			

15.13330.2012

9.81

9.82

9.83

9.84

30 (20.13330).

()

()

- ,

,

10 ,

10

10.1

-

,

)

)

50,

24211

30459;

10

),

15
 25;
 50
 10.2
 2-8,
 15 ° ,
 15 ° .
 10.3
 2-8
 15 ° - 0,9 30 ° - 0,8,
 10.4
 (10.2),
 90 %,
 (10.3), -
 70 %.
 10.5
 34, γ_1 γ_{cs1} ,

γ_1 γ_{cs1} .

34

	γ_1	γ_{cs1}
1 ()	1,0	-
2 ,	0,8	-
3 , ,	0,5	-

		γ_1	γ_{cs1}
4	,	–	0,5
5	()	–	0,7
6	,	–	1,0
	1,5		
(15	/ ²)		

10.6 (9 ,),

10.7 (,),

0,2 (2 / ²) ; 38

38 , ,

10.8 $\gamma_1 \gamma_{cs1}$, 34.

10.9 (,),

10.10
) ;
) ;
) ;
) 10 % ;
) , 0,25y ;
) , 0,7)
) β , IV (. 9.17 – 9.19).

$$\left(\dots 9.20 \right), \\ \beta = 6.$$

10.11
40° ;
10.12
10.13.
10.14
10.15
10.4,

100 F25.

15.13330.2012

()

14.13330.2011	«	II-7-81*	»
16.13330.2011	«	II-23-81*	»
20.13330.2011	«	2.01.07-85*	»
22.13330.2011	«	2.02.01-83*	»
50.13330.2012	«	23-02-2003	»
63.13330.2012	«	52-01-2003	»
64.13330.2011	«	II-25-80	»
131.13330.2012	«	23-01-99	»
51263-99	.	.	.
53231-2008	.	.	.
4.206-83	.	.	.
4.210-79	.	.	.
4.219-81	.	.	.
4.233-86	.	.	.
379-95	.	.	.
530-2007	.	.	.
4001-84*	.	.	.
5802-86	.	.	.
6133-99	.	.	.
8462-85	.	.	.
9479-98	.	.	.
10180-90	.	.	.
24211-2008	.	.	.
25485-89	.	.	.
28013-98*	.	.	.
30459-2008	.	.	.
31189-2003	.	.	.
31357-2007	.	.	.

()

- (2),

.1 : () ,

.2 , :

.3 :

.4 () :

.5 : ,

.6 : ,

.7 :

.8 :

S – ;
 S_1 – ;
 – ;
 V_s – ;
 V_k – ;
 W – ;
 $a, b, \dots, 1, h$ – ;
 () 9;
 – ;
 () ;
 1 – ;
 b – ;
 – ;
 – ;
 b – ;
 b_{red} – ;
 – ;
 c_b, h – ;
 0 – ;
 E_{0g} – ;
 e_b, e_h – ;
 g – ;
 h – ;
 – ;
 – ;
 h_{c1}, h_{c2} – ;
 h_{red} – ;
 h_0 – ;
) ; (;
 h_c – ;
 i – ;
 , ;

i_c — ;
 i_b, i_h — ;
 i_{c1}, i_{c2} — ;
 k — , 15; ;
 k — ;
 l_0 — () ;
 l_{01} — ;
 l — ; ;
 l_c — ; ;
 m_g — , ;
 m_i — , ; ;
 1 — , () ; ;
 s — ;
 v — ; ;
 y_b, y_h — ; ; ;
 z — ;
 α — ; ;
 α_{red} — ; ;
 α_{sk} — ; ;
 α_t — ; ;
 α_1, α_2 — ; ;
 β — ; ;
 γ — ; ; ;
 γ_1 — ; ; ;
 γ_s — ; ; ;
 γ — ; ; ;

15.13330.2012

γ_r — ;
 γ_{s1} — ;
 ε — ;
 ε — ;
 η — , 20;
 λ_h, λ_i — ;
 $\lambda_{h1c}, \lambda_{h2c}$ — ;
 μ — ;
 μ — ;
 ξ_1 — , , 21;
 0 — , , ε ,
 $0,9$; ,
 φ — ;
 φ — ;
 φ_1 — ;
 ψ — ;
 ω — , 20.

.2

.3

.4

() 9.12, 9.13.

.5

28.

.6

.7

= 0,8 0

.8

(- , h - 6h) .

1/3H

.9

0,1

()

.1

:

3

200

3

5

, . . .

1 (

3).

60).

(,

60

25

1

15

.2

.3

3

Z-

60

1 .

5

.4

(

.5

).

:

-

2-

;

.6.

-

.7.

6-7 .
250-500

250

.8.

()

.9

(Z, -), 5 . « » ,

3

.10

Z-

27 %
25

.11

3

50 .

15.13330.2012

.12

25

(

).

.13

,

.

()

,
,
(
,
)

$$\delta_1 - \delta_2 \leq \delta_u$$

δ_1 -
);
 δ_2 - , ;
 δ_u - ,
.1.
.1

	5	6	7	8	9	12
,	15	18	21	24	27	36
δ_u ,	7	8	9	10	12	15

:

$$\delta_1 = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{1i} h_i}{E_{1i}} + \delta_{sh1};$$

$$\delta_2 = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{2i} h_i}{E_{2i}} + \delta_{sh2};$$

σ_{1i} - ;
 σ_{2i} - , ;
 E_{1i} - ;
 E_{2i} - , ;
 h_i - *i-ro* ;
 δ_{sh1} δ_{sh2} - ,
;
 n -

$E_1 = \alpha_{1i} R_{iu}$,
 R_{iu} – ;
 α_{1i} – , (α , 25
 .2
 .2

	α_1	
: 140–220	450 250 650	300 170 430
, 7,5 , 1,25 –	1,5 , 7,5 .	

- [1] 23-101-2004
- [2]

15.13330.2012

II-22-81*

« »

. (495) 930-64-69; (495) 930-96-11; (495) 930-09-14

60×84¹/₈.

« »
., .18