

---

---

**27.13330.2011**

---

,

**2.03.04-84**

**2011**

27.13330.2011

27 2002 . 184- « 19 », 2008 . 858 « —  
».

1 : - , ( - ) — «  
« »

2 465 « »

3 ,

4 ( ) 28 2010 . 827 20 2011 .

5 ( ). 27.13330.2010

( ) « » , —  
« » ,  
« » ,  
— ( )

	.....	V
1	.....	1
2	.....	1
3	.....	2
4	.....	2
	.....	2
	.....	3
	.....	6
5	.....	8
	.....	8
	.....	8
	.....	16
	.....	18
	.....	25
	.....	25
	.....	26
	.....	29
6	.....	31
	.....	31
	.....	36
	.....	44
7	.....	46
	.....	46
	.....	48
	.....	48
	.....	48
	.....	50
	.....	53
	.....	54
	.....	55
	.....	55
	.....	56
	.....	56
	.....	58
	.....	60
	.....	60

	.....	60
	.....	61
	.....	62
	.....	62
	.....	64
	.....	65
	.....	67
8	.....	72
	.....	72
	.....	72
	.....	73
	.....	75
	.....	78
	.....	79
	.....	82
	.....	84
9	.....	89
	.....	89
	.....	89
	.....	89
	.....	90
	.....	90
	.....	90
	.....	91
	.....	92
	.....	93
	.....	95
	.....	97
	.....	97
	.....	98
	.....	106
	( )	107
	( )	110
	.....	113

), ( 50 200 °  
,  
,  
, ( 200 1200–  
1400 ° ).

: – ( )  
( ); – ( ) ( )  
); , ,  
– / ( ), – ° , –  
/ 3. / / ;  
« « »:  
- . , . . . : - .  
, . . . ;  
. . . , . . . , . . . ,  
. . . - , . . . , . . . ,  
. . . ; . . . ;  
« » ( . . . . . ).

---

**Concrete and Reinforced Concrete Structures intended  
for the Service in Elevated and High Temperatures**

---

2011-05-20

1

( 50 200 ° ) ( 200 ° )  
( - )  
.  
( - ) 2200 2500 / 3  
900 / 3 .  
.  
, , 50 ° ,  
, .

2

30 2009 . 384- « :  
»  
63.13330.2010 « 52-01-2003 .  
»  
20.13330.2011 « 2.01.07-85\* »  
3.03.01-87  
23-01-99\*  
28.13330.2010 « 2.03.11-85  
»  
16.13330.2011 « II-23-81\* »  
25192-82 .  
13015-2003 .

---

27.13330.2011

14098-91

20910-90

5781-82

10884-94

6727-80

4543-71

5949-75

( ),  
( )

3

[1]

4

4.1

4.2

200 °

250 °

200 °

1000 ° ,  
4.3

,  
- ,  
30 %  
3 30 .  
-

4.4

,  
50 °  
,

7 , 50 20 , 7

4.5

,

4.6

( ).

20910

5.1.

4.7

63.13330

[1]

4.8

,  
:  
(  
);  
(  
).  
,





) 3.03.01,

; ) - ,

4.11 ,

4.12 ,

( 5.1) ,

:  
 ) 1 50 250 ° - ;  
 ) 2-11, 23 24 200 500 ° - ;  
 ; 500 ° - 500 ° ;  
 ) 12-21, 29 30 200 400 ° -  
 , 400 ° - 400 ° .

4.13

, , , 23-01.

4.14 20910 5.10.

, 4.12. ,

23-01. 0,92  
4.15

, , : 1,6 - ;  
1,4 - , , 1,25.

4.16

: 1/600  
; 1/10

10 .

4.17

[2]

4.18–4.23.

4.18

5.10.

4.19

$R_{bp}$   $_{bp}$

50 °	.....	0,70 $R_{bp}$ ,
100 °	.....	0,60 $R_{bp}$ ,
150 °	.....	0,50 $R_{bp}$ .

4.20

50 ° ,

50 ° .

10 11

5.1

1

2, 3, 6, 7,  
[2].

10

[2].

4.1.

4.1

<p>3, 6, 7, 10, 11 5.1 1 : 2,</p>	<p>40 80 60</p>
<p>2, 3, 6, 7, 10 11 5.1: 1 : :</p>	<p>10 <i>bp</i> 15 <i>bp</i> 18 <i>bp</i>  4 <i>bp</i> 6 <i>bp</i> 8 <i>bp</i></p>
<p>: 1200– 1500, 1400, 1500 600, 800, 1000</p>	<p>0,0012 <i>t<sub>s sp</sub></i> 0,001 <i>t<sub>s sp</sub></i></p>
	<p>( <i>st – bt</i> ) <i>t<sub>s</sub>E<sub>s s</sub></i></p>
<p>4.1:</p> <p><i>t<sub>s</sub> –</i> , , 20° ;</p> <p><i>bt –</i> , 5.7 ;</p> <p><i>s –</i> , 5.14;</p> <p><i>st s –</i> , 5.13 .</p> <p>1 40° .</p> <p>2 100°</p> <p>3 70° .</p> <p>15 %.</p>	

4.21

*bp*

$$b_p = \frac{P}{A_{red}} + \frac{Pe_{op} y_{sp}}{I_{red}} - \frac{My_{sp}}{I_{red}}, \quad (4.1)$$

– ;

– ;

– ;

*y<sub>sp</sub> –* .

( $A_{red}$ ,  $S_{red}$ ,  $I_{red}$ )

6.16–6.21

S S

4.22

6.28 6.37.

8.28.

4.23

, 8.24.

4.24

30

$sp = 0,4 - 0,6R_s$ ,

:

600

$$sp = 84 - 0,4 t_s; \tag{4.2}$$

800

$$sp = 87 - 0,39 t_s; \tag{4.3}$$

1000

$$sp = 92 - 0,26 t_s; \tag{4.4}$$

1200– 1500, 1400, 1500

$$sp = 89 - 0,27 t_s, \tag{4.5}$$

$sp > 0$  –

, %

$t_s > 20$  –

;

(4.2)–(4.5)

600

210 ° ,

800 – 220 ° ,  
1200, 1500, 1400, 1500 –

1000 –  
330 ° .

350 °

4.25

## 5

5.1

2500 / <sup>3</sup>

25192;

2200

900 / <sup>3</sup>

20910,

5.1.

Таблица 5.1

№ составов бетонов	Класс бетона по предельной допустимой температуре применения	Исходные материалы				Наибольший класс бетона по прочности на сжатие	Средняя плотность бетона по естественной влажности, кг/м <sup>3</sup>
		важущее	отвердитель	тонкокомлоная добавка	заполнители		
1	—	Портландцемент, быстротвердеющий портландцемент, шлакопортландцемент	Не применяется	Не применяется	Гранитовые, доломитовые, плотные известняковые, сиенитовые, плотные пески	B50	2200—2500
1а	—	То же	То же	Микронаполнители (до 11 %)	То же	B60	2200—2500
<b>Жаростойкие бетоны</b>							
2	3	То же	То же	То же	Аллезитовые, базальтовые, диабазовые, дноритовые	B40	2400
3	3	»	»	»	Из доменных отвальных шлаков	B40	2400
4	9	»	»	Из золы-уноса	Аглопоритовые, из боя глиняного кирпича	B15 B15 B15	1800 1900 2000
5	8	»	»	Из литого шлака, золы-уноса, боя глиняного кирпича	Из шлаков металлургических пористых (шлаковая пемза)		
6	7	»	»	Шамотная, из золы-уноса, боя глиняного кирпича, из отвального и гранулированного доменного шлака	Аллезитовые, базальтовые, диабазовые, дноритовые	B40	2400
7	7	»	»	То же	Из доменных отвальных шлаков	B40	2400
8	8	»	»	Из отвального и гранулированного доменного шлака, боя	Из шлаков топливных, туфовые	B15	1800

Продолжение таблицы 5.1

№ составов бетонов	Класс бетона по предельной допустимой температуре применения	Исходные материалы				Средняя плотность бетона естественной влажности, кг/м <sup>3</sup>
		вяжущее	отвердитель	тонкокомлотая добавка	заполнители	
9	9	»	»	глиняного кирпича, золы-уноса Из боя глиняного кирпича	Из боя глиняного кирпича	1900
10	11	Портландцемент, быстротвердеющий портландцемент	»	То же, и золы-уноса	Шамотные кусковые и из боя изделий	2000
11	12	»	Не применяется	Шамотная	То же	2000
12	8	Жидкое стекло	Саморассыпающиеся шлаки	Из шлаков ферромарганца, силикомарганца	Из шлаков ферромарганца, силикомарганца	2100
13	6	»	Кремнефтористый натрий, нефелиновый шлак, саморассыпающиеся шлаки	Шамотная	Андезитовые, базальтовые, диабазовые	2500
14	10	»	Кремнефтористый натрий	Шамотные, из катализатора ИМ-2201 отработанного	Шамотные кусковые и из боя изделий	2100
15	11	»	Нефелиновый шлак, саморассыпающиеся шлаки	То же	Из смеси шамотных кусковых или из боя изделий и карборунда	2300
16	13	»	Кремнефтористый натрий	Магнезитовая	Шамотные кусковые и из боя изделий	2100
17	12	»	Нефелиновый шлак, саморассыпающиеся шлаки	Шамотная, из катализатора ИМ-2201 отработанного	То же	2100
18	13	»	То же	Магнезитовая	«	2100

Продолжение таблицы 5.1

№ составов бетонов	Классе бетона по предельной допустимой температуре применения	Исходные материалы					Наибольший класс бетона по прочности на сжатие	Средняя плотность бетона естественной влажности, кг/м <sup>3</sup>
		вяжущее	отвердитель	тонкокомлотая добавка	заполнители			
19	13	Глиноземистый цемент	Не применяется	Не применяется		»	В30	2100
20	12	То же	То же	То же		Из предельного феррохрома	В30	2800
21	14	»	»	»		Мультикорундовые кусковые и из боя изделий	В35	2800
22	6	Портландцемент	Не применяется	Шамотная, из золы-уноса, боя глиняного кирпича, отвального гранулированного доменного шлака, катализатора ИМ-2201 отработанного		Вспученный перлит	В5	1100
23	11	Портландцемент	Не применяется	Шамотная, из катализатора ИМ-2201 отработанного		Керамзитовые с насыпной плотностью 550—650 кг/м <sup>3</sup>	В15	1500—1700
24	10	»	»	То же		Керамзитовые с насыпной плотностью 350—500 кг/м <sup>3</sup>	В5—В10	1100—1400
25	10	»	»	Шамотная, из золы-уноса, боя глиняного кирпича, вулканического пепла, керамзитовая, аглопоритовая		Из смеси керамзита и вспученного вермикулита	В3,5	1000
26	10	»	»	То же		Вспученный вермикулит	В2,5	1100
27	8	Жидкое стекло	Кремнефтористый натрий	Шамотная, из катализатора ИМ-2201 отработанного		Из смеси керамзита и вспученного вермикулита	В10	1000
28	8	То же	То же	То же		Вспученный пермикулит	В3,5	1100



Окончание таблицы 5.1

№ составов бетонов	Класс бетона по предельной допустимой температуре применения	Исходные материалы				заполнители	Наибольший класс бетона по прочности на сжатие	Средняя плотность бетона естественной влажности, кг/м <sup>3</sup>
		вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка				
29	8	»	»	»	Керамзитовые, с насыпной плотностью 550—650 кг/м <sup>3</sup>	B15	1500—1700	
30	8	»	»	»	Керамзитовые, с насыпной плотностью 350—500 кг/м <sup>3</sup>	B5—B10	1100—1400	
31	8	»	»	»	Из смеси зольного гравия и вспученного перлита	B3,5	900	
32	8	»	»	»	Вспученный перлит	B3,5—B5	900—1100	
33	11	Глиноземистый цемент	Не применяется	Не применяется	Вспученный вермикулит	B2,5	1100	
34	11	То же	То же	То же	Из смеси керамзита и вспученного вермикулита	B3,5	1000	
35	11	»	»	»	Керамзитовые	B5	1000	
36	11	»	»	»	Из смеси зольного гравия и вспученного перлита	B5	1100	
37	11	»	»	»	Вспученный перлит	B5	1000	

**Примечания**  
1 Для бетонов классов 8—14 по предельно допустимой температуре применения с отвердителем из кремнефтористого натрия не допускается воздействие пара и воды без предварительного нагрева до 800 °С; бетоны класса 6 по предельно допустимой температуре применения подвергать воздействию пара не следует.  
2 Составы жаростойких бетонов и их номера приведены согласно указаниям [6].  
3 Все положения данного свода правил для состава обычного бетона № 1 распространяются и на состав бетона № 1а.

1100 / 3

1100 / 3

5.2

) ;

) t (

);

) 20910 ( );

) 2 ( , 1

) ); W ( ,

) F ( );

) D ( 0° );

)

5.3

) :

) 1 1 : 5.1 – 20 60;

5.1:

2, 3, 6, 7 – 15 50;

10, 11, 21 – 15 40;

19, 20 – 15 35;

12, 13, 14, 15 – 12,5 25;

4, 5, 8, 9, 16–18, 23, 29 – 12,5 20;

24, 27, 30 – 2 10;

22, 24, 30, 32, 35–37 – 1 5;

25, 28, 31, 32, 34 – 1 3,5;

26, 33 – 1 2,5;

60 80, -

) : 1 1

) 5.1 Bt0,8 Bt3,2 ; :

27.13330.2011

125; 2-21, 23 29 5.1 - 15, 110, 115,  
210, 215, 220, 225. 22, 24, 27, 30, 32, 35-37 5.1 -

) ;  
1, 1 : 2-21, 23, 29  
5.1 - W2, W4, W6, W8.

) : ;  
1, 1 2-21, 23  
29 5.1 - F25, F35, F50, F75.

) ; 5.1:  
4,8 - D1800;  
23,29 - D1700, D1600, D1500;  
24, 30 - D 1400, D1300, D1200;  
22, 24, 26, 28, 30, 32, 33, 36 - D1100;  
25, 27, 32, 34, 35, 37 - D1000;  
31, 32 - D900.

5.4 , , .  
, , 28 .

20910. , 13015 , -

: , - 25;  
20; -

5.5 ) - 30. ( , ,  
12,5. ,

, ,  
25. ,

: 2-21, 23 29 5.1

..... 15,  
..... 115,  
..... 125;

22, 24, 27, 30, 32, 35-37 5.1

..... 210,  
..... 220.

2-21, 23 29 5.1

.....W6;  
.....W10.

1 0° 2, 3, 6, 7, 13, 20, 21 5.1  
F25.

28.13330

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,5 %;

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 7 %.

120° 25 W8 120° W6  
5.6 0,1

20910.

0,1

20910,

5.7

( )

5.8

50.

5.9

$R_{bn}$

$R_{bm}$ ,

5.2.

)

$$R_{bn} = R (0,77 - 0,001R), \quad 0,72 R . \quad (5.1)$$

$$R_{bm} = 0,18 R^{2/3}. \quad (5.2)$$

(5.1) (5.2)  $R$  -

5.2

		$R_b \quad R_{bt} \quad R_{bn} \quad R_{bm}$										
		$R_{b,ser} \quad R_{bt,ser}$										
		$( \quad / \quad ^2 )$										
		12,5	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
	$R_{bn}, R_{b,ser}$	9,5	11,0	15,0	18,5	22,0	25,5	29,0	32,0	36,0	39,5	43,0
	$R_b$	7,5	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	25,0	27,5	30,0	33,0
	$R_{bm}, R_{bt,ser}$	1,0	1,15	1,35	1,55	1,75	1,95	2,1	2,25	2,45	2,6	2,75
	$R_{bt}$	0,66	0,75	0,9	1,05	1,15	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8

5.10

$R_{bt}$  ( 5.2)

$R_b$

:

$$R_b = \frac{R_{bn}}{x_b}; \quad (5.3)$$

$$R_{bt} = \frac{R_{btm}}{\chi_{bt}} \quad (5.4)$$

$b = 1,3 -$   
 $b = 1,0 -$   
 $bt = 1,5 -$   
 $bt = 1,0 -$   
 $b1 = 0,9 -$   
 $b2 = 0,85 -$   
 5.11

$$R_{bt} \quad (5.3).$$

$$R_{b,tem} = R_b \quad R_{bt}; \quad (5.5)$$

$$R_{b,ser,t} = R_{b,ser} \quad R_{bt}. \quad (5.6)$$

5.3  
 (7.1, 7.6, 7.7, 7.12–7.14, 7.23, 7.27, 7.28);  
 (7.8–7.10);  
 (6.17);  
 (7.29);  
 (6.16).  
 5.12

$$R_{bt} \quad (5.3).$$

$$R_{btt} = R_{bt} \quad R_{tt}; \quad (5.7)$$

$$R_{bt,ser,t} = R_{bt,ser} \quad R_{tt}. \quad (5.8)$$

5.3  
 (7.3, 7.31, 7.35, 7.37,  
 7.39, 7.53, 7.59);  
 (8.3, 8.9, 8.15);  
 (9.2);  
 (10.49).

-	-		bt, o, n								
			b								
5.1			50	70	100	200	300	500	700	900	1000
1, 1, 2	bt		1,00	0,85	0,90	0,80	0,65	-	-	-	-
			1,00	0,85	0,90	0,80	0,50	-	-	-	-
			1,00	0,65	0,40	0,60	-	-	-	-	-
	n		1,00	0,70	0,70	0,60	0,40	-	-	-	-
			1,00	0,70	0,70	0,50	0,20	-	-	-	-
			1,00	0,50	0,30	0,40	-	-	-	-	-
	b		0,95	0,75	0,60	-	-	-	-	-	-
			1,00	0,90	0,80	0,60	0,40	-	-	-	-
			1,00	0,50	0,20	0,40	-	-	-	-	-
3	bt		0,95	0,75	0,70	-	-	-	-	-	
			1,00	0,90	0,80	0,60	0,40	-	-	-	
	n		1,00	1,00	1,00	0,90	0,80	-	-	-	
			1,00	1,00	1,00	0,90	0,65	-	-	-	
	b		1,00	0,80	0,75	0,65	0,50	-	-	-	
			1,00	0,80	0,75	0,60	0,35	-	-	-	
4-11, 23, 24	bt		1,00	1,00	1,00	0,90	0,80	-	-	-	
			1,00	1,00	1,00	0,90	0,65	-	-	-	
	n		1,00	0,80	0,75	0,65	0,50	-	-	-	
			1,00	0,80	0,75	0,60	0,35	-	-	-	
	b		1,00	1,00	1,00	0,90	0,60	-	-	-	
			1,00	0,60	0,30	0,50	-	-	-	-	
12-15, 17, 29, 30	bt		1,00	1,00	1,00	1,10	1,00	0,90	0,60	0,30	0,20
			1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	0,40	0,20	0,06	0,01
	n		1,00	0,85	0,80	0,65	0,60	0,50	0,40	0,20	-
			1,00	0,85	0,80	0,65	0,40	0,20	0,06	-	-
	b		1,00	1,00	1,00	0,90	0,75	0,50	0,32	0,22	0,18
			1,00	1,00	1,10	1,20	1,20	1,00	0,75	0,40	0,20
16, 18	bt		1,00	0,80	0,80	0,55	0,35	0,15	0,05	0,01	-
			1,00	0,95	0,95	0,80	0,70	0,55	0,45	0,15	-
	n		1,00	0,70	0,70	0,45	0,25	0,06	-	-	-
			1,00	1,10	1,10	1,10	1,00	0,70	0,30	0,10	0,05
	b		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	0,85	0,65	0,50
			1,00	0,90	0,90	0,80	0,50	0,25	0,07	0,02	0,01
19-21	bt		1,00	0,95	0,95	0,80	0,70	0,55	0,45	0,35	-
			1,00	0,80	0,80	0,70	0,40	0,12	0,02	-	-
	n		1,00	1,10	1,10	1,10	1,10	1,00	0,70	0,35	0,27
			1,00	0,90	0,80	0,70	0,55	0,45	0,35	0,30	0,25
	b		1,00	0,90	0,80	0,70	0,50	0,25	0,10	0,05	0,02
			1,00	0,65	0,55	0,50	0,45	0,35	0,25	0,10	-
1	bt		1,00	0,65	0,55	0,50	0,30	0,12	0,02	-	-
			1,00	0,65	0,55	0,50	0,30	0,12	0,02	-	-
2	b		1,00	0,90	0,85	0,70	0,55	0,40	0,33	0,30	0,27
			1,00	0,90	0,85	0,70	0,55	0,40	0,33	0,30	0,27

5.13

bt0;

b;

b,cr;

(

bt;

) b,p;

s.

b0

5.14

$E_b$  ( 5.4).

5.4

( 5.1) / <sup>3</sup>	$b \cdot 10^3$ ( )										
	12,5	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
1-3, 6, 7, 13, 20, 21 2200-2500	21,0	24,0	27,5	30,0	32,5	34,5	36,0	37,0	38,0	39,0	39,5
1-3, 6, 7, 20, 21 2200-2500	19,0	20,5	24,0	27,0	29,0	31,0	32,5	34,0	35,0	36,0	37,0
23, 29 1500-1700	13,2	14,0	14,8	-	-	-	-	-	-		
4, 8, 9 1800-1900	14,7	15,5	16,3	-	-	-	-	-	-		
5, 10-12, 14-19 2000-2300	17,0	18,0	19,5	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	-		

$$E_{bt} = E_b \cdot b \cdot \quad (5.9)$$

$b$  5.3

:

- (6.16, 6.17, 6.48, 7.19, 8.39);
- (10.9, 10.11, 10.12, 10.18, 10.29);
- (8.6, 8.7);
- (5.11, 8.47).

5.15

$E_b$

$$E_b = \frac{E_b}{1 + \{_{b,cr}} \cdot \quad (5.10)$$

$b,cr$

( 5.5).

$b,cr$

:

(5.10, 6.16,

6.17, 6.20, 6.21);

-

(10.11, 10.12, 10.18, 10.29).



5.5

. 5.1	<i>b,cr</i>							
	50	70	100	200	300	500	700	900
1-3	3,35	8,0	8,0	10,0	12,0	-	-	-
4 - 11, 23, 24	3,57	4,17	4,17	5,1	6,3	28,5	62,5	227,0
12-18, 29, 30	4,17	3,70	4,37	5,7	7,94	8,3	150,0	333,0
19 - 21	2,86	4,35	4,55	4,55	16,6	57,0	-	-

5.16

( 5.1).

( 5.1, )

*b*

$$0 \quad b \quad b1 \quad b = E_{bt} \quad b ; \quad (5.11)$$

$$b1 \quad b \quad b0 \quad \sigma_b = \left[ \left( 1 - \frac{\sigma_{b1}}{R_{b,tem}} \right) \frac{\epsilon_b - \epsilon_{b1}}{\epsilon_{b0} - \epsilon_{b1}} + \frac{\sigma_{b1}}{R_{b,tem}} \right] R_{b,tem} ; \quad (5.12)$$

$$b0 \quad b \quad b1 \quad b = R_{b, tem} . \quad (5.13)$$

*b1* :

$$b1 = 0,6 R_{b,tem} . \quad (5.14)$$

$$V_{b1} = \frac{\dagger_{b1}}{E_{bt}} . \quad (5.15)$$

( 5.1, )

*b*

:

$$0 \quad b \quad b1,red \quad b = E_{b,red,t} \quad b ; \quad (5.16)$$

$$b1,red \quad b \quad b2 \quad b = R_{b, tem} . \quad (5.17)$$

*E<sub>b,red,t</sub>*

$$E_{b,red,t} = \frac{R_{b,tem}}{V_{b1,red}} . \quad (5.18)$$

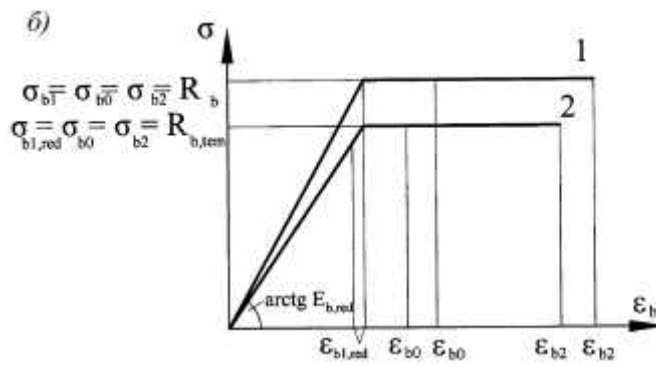
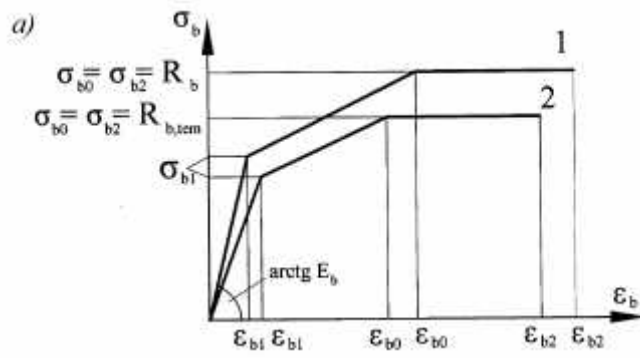
*bt*

*bt*

5.1.

*R<sub>b</sub>*

*R<sub>bt</sub>*.



- ; - ; 1 - 20 ; 2 -

5.1 -

5.17

5.6.

5.18

, :

, :

;

5.6

5.1	°	.						
			$b_0 \cdot 10^3$	$b_2 \cdot 10^3$	$b_{1,red} \cdot 10^3$	$bt_0 \cdot 10^3$	$bt_2 \cdot 10^3$	$bt_{1,red} \cdot 10^3$
1-3	20	.	2,0	3,5	1,5	0,10	0,15	0,08
		.	3,4	4,8	2,8	0,24	0,31	0,22
	100	.	2,5	4,4	1,9	0,17	0,29	0,15
		.	4,3	6,0	3,5	0,3	0,39	0,27
	200	.	3,5	6,1	2,6	0,25	0,39	0,20
		.	6,0	8,4	4,9	0,42	0,54	0,38
4-11, 23, 24	20	.	2,0	3,5	1,5	0,10	0,15	0,08
		.	3,4	4,8	2,8	0,24	0,31	0,22
	200	.	3,0	4,2	3,0	0,20	0,24	0,16
		.	4,5	6,3	3,8	0,30	0,36	0,20
	400	.	4,3	6,0	3,6	0,38	0,52	0,36
		.	6,4	9,0	5,4	0,57	0,78	0,54
600	.	6,4	9,0	5,8	0,44	0,57	0,40	
	.	9,6	13,5	8,2	0,67	0,87	0,63	
12-18, 29, 30	20	.	2,2	3,7	1,7	0,15	0,22	0,10
		.	3,6	5,0	3,0	0,25	0,32	0,23
	200	.	2,4	3,4	2,0	0,19	0,26	0,15
		.	3,6	5,1	3,0	0,25	0,33	0,23
	400	.	4,1	5,8	3,5	0,28	0,38	0,26
		.	6,2	8,7	5,2	0,43	0,56	0,40
600	.	5,4	7,5	4,5	0,38	0,49	0,33	
	.	8,1	11,4	6,8	0,57	0,74	0,53	
19-21	20	.	2,0	3,5	1,5	0,10	0,15	0,08
		.	3,4	4,8	2,8	0,24	0,31	0,22
	200	.	2,9	4,0	2,4	0,20	0,26	0,18
		.	4,0	5,6	3,4	0,28	0,36	0,26
	400	.	4,7	6,6	4,0	0,33	0,42	0,30
		.	6,6	9,2	5,5	0,46	0,59	0,42
600	.	5,7	8,0	4,8	0,42	0,54	0,31	
	.	8,0	11,2	6,7	0,59	0,72	0,52	
800	.	12,1	17,0	10,2	0,84	1,10	0,48	
	.	19,3	27,0	16,2	1,35	1,74	1,25	

5.19

5.7.

$bt$   
 $bt$

5.20

$bt$   
 $cs$   
 $cs$

5.8.

$10^\circ /$  ;

5.21  
 100 °  
 μ 3 %  
 5.22  
 5.1.  
 100 / ³  
 150 / ³.  
 5.9  
 6.2.  
 5.7

5.1		<i>br</i> · 10 <sup>-6</sup> · ° <sup>-1</sup>							
		50	100	200	300	500	700	900	1100
1, 1		<u>10,0</u> 4,0	<u>10,0</u> 4,5	<u>9,5</u> 7,2	<u>9,0</u> 7,5	–	–	–	–
2, 6		<u>9,0</u> 3,0	<u>9,0</u> 3,5	<u>8,0</u> 5,7	<u>7,0</u> 5,5	<u>6,0</u> –	<u>5,0</u> –	–	–
3, 7		<u>8,5</u> 2,5	<u>8,5</u> 3,0	<u>7,5</u> 5,2	<u>7,0</u> 5,5	<u>5,5</u> –	<u>4,5</u> –	<u>4,0</u> –	<u>3,0</u> –
8		<u>9,0</u> 2,0	<u>9,0</u> 3,0	<u>8,0</u> 5,4	<u>7,0</u> 5,3	<u>6,0</u> 5,0	<u>6,0</u> 5,0	–	–
4, 5, 9–11, 23–25		<u>8,5</u> 1,5	<u>8,5</u> 2,5	<u>7,5</u> 4,9	<u>7,0</u> 5,3	<u>5,5</u> 4,5	<u>4,5</u> 3,5	<u>4,0</u> 3,1	<u>3,0</u> 2,0
12–18, 27, 29, 30		<u>5,0</u> –4,0	<u>5,0</u> 0	<u>5,5</u> 3,0	<u>6,0</u> 4,3	<u>7,0</u> 6,0	<u>6,5</u> 5,8	<u>6,0</u> 5,4	<u>5,0</u> 4,5
19–21		<u>8,0</u> 3,0	<u>8,0</u> 4,5	<u>7,0</u> 5,3	<u>6,5</u> 5,2	<u>5,5</u> 4,7	<u>4,5</u> 3,6	<u>4,0</u> 3,1	<u>3,5</u> 2,6
22		<u>4,0</u> –3,0	<u>4,0</u> 0	<u>3,5</u> 1,5	<u>3,0</u> 1,5	<u>2,0</u> 1,0	<u>1,0</u> 0	–	–
26		<u>4,3</u> –0,7	<u>4,3</u> 0,3	<u>3,8</u> 1,8	<u>3,3</u> 2,0	<u>3,2</u> 2,2	<u>2,4</u> 1,4	<u>1,6</u> 0,6	<u>0,8</u> –0,7
28		<u>5,0</u> –4,0	<u>5,0</u> 0	<u>5,5</u> 3,1	<u>5,0</u> 3,3	<u>7,0</u> 6,0	<u>6,8</u> 6,1	<u>6,6</u> 5,9	–
31,32		<u>1,2</u> –7,8	<u>1,2</u> –3,8	<u>1,3</u> –1,1	<u>1,0</u> 0,7	<u>–1,2</u> –0,2	<u>0,7</u> 0	<u>0,8</u> 0,1	–
33		<u>–3,0</u> –8,0	<u>–3,0</u> –6,5	<u>–3,5</u> –5,3	<u>–4,5</u> –5,8	<u>–3,0</u> –4,5	<u>–2,8</u> –3,7	<u>–3,5</u> –4,5	<u>–4,7</u> –5,7
34,35		<u>5,5</u> 0,5	<u>5,5</u> 2,5	<u>4,5</u> 1,5	<u>3,3</u> 2,0	<u>3,2</u> 2,6	<u>2,4</u> 1,5	<u>1,6</u> 0,6	<u>0,8</u> –0,2
36,37		<u>2,0</u> –3,0	<u>2,0</u> –1,5	<u>1,5</u> –0,8	<u>1,0</u> –0,7	<u>0,6</u> –1,2	<u>0,4</u> –0,5	<u>–3,7</u> –4,6	<u>–8,6</u> –9,5
		1 ( , ) <i>br</i>							
		1 · 10 <sup>-6</sup> · ° <sup>-1</sup>							

## 27.13330.2011

## 5.8

5.1	$\text{cs} \cdot 10^{-6} \cdot \text{ }^{-1}$ , °								
	50	100	200	300	500	700	900	1100	
1-4	<u>0,0</u> 6,0	<u>0,0</u> 5,5	<u>0,7</u> 3,0	<u>1,0</u> 2,5	–	–	–	–	
5-11, 23-25	<u>0,0</u> 7,0	<u>0,5</u> 6,5	<u>0,9</u> 3,5	<u>1,1</u> 2,8	<u>1,5</u> 2,5	<u>1,4</u> 2,4	<u>2,3</u> 3,2	<u>3,2</u> 4,2	
12-18, 27, 29, 30	<u>2,0</u> 11,0	<u>3,0</u> 8,0	<u>2,5</u> 5,0	<u>2,0</u> 3,7	<u>1,3</u> 2,3	<u>1,0</u> 1,7	<u>0,8</u> 1,4	<u>0,7</u> 1,2	
19-21	<u>0,5</u> 5,5	<u>2,0</u> 5,5	<u>1,5</u> 3,2	<u>1,3</u> 2,6	<u>1,4</u> 2,2	<u>1,6</u> 2,5	<u>2,1</u> 3,0	<u>2,3</u> 3,2	
22	<u>4,0</u> 11,0	<u>5,0</u> 9,0	<u>4,7</u> 6,7	<u>4,2</u> 5,7	<u>3,7</u> 4,7	<u>3,6</u> 4,6	–	–	
26	<u>6,6</u> 11,6	<u>7,6</u> 11,6	<u>7,1</u> 9,1	<u>7,1</u> 8,4	<u>5,5</u> 6,5	<u>4,3</u> 5,3	<u>5,0</u> 6,0	<u>6,0</u> 7,0	
28	<u>4,0</u> 13,0	<u>5,0</u> 10,0	<u>4,6</u> 7,0	<u>4,1</u> 5,8	<u>1,3</u> 2,3	<u>1,2</u> 1,9	<u>1,0</u> 1,7	–	
31, 32	<u>4,0</u> 3,0	<u>4,0</u> 0	<u>3,5</u> 1,5	<u>3,0</u> 1,5	<u>2,0</u> 1,0	<u>1,0</u> 0	–	–	
33	<u>10,5</u> 15,5	<u>12,0</u> 15,5	<u>11,5</u> 13,3	<u>11,3</u> 12,6	<u>10,7</u> 12,2	<u>9,9</u> 10,8	<u>10,4</u> 11,4	<u>10,7</u> 11,7	
34, 35	<u>6,3</u> 11,3	<u>7,8</u> 10,8	<u>7,3</u> 10,3	<u>7,1</u> 8,4	<u>5,5</u> 6,1	<u>4,3</u> 5,2	<u>5,0</u> 6,0	<u>5,2</u> 6,2	
36, 37	<u>1,7</u> 6,7	<u>3,2</u> 6,7	<u>3,0</u> 5,3	<u>4,8</u> 5,1	<u>5,0</u> 6,8	<u>5,1</u> 6,0	<u>9,3</u> 10,2	<u>14,3</u> 15,2	
–	cs « ».								

## 5.9

5.1	$\text{ } / (\text{ }^{\circ})$ , °					
	50	100	300	500	700	900
1, 1	1,51	1,37	1,09	–	–	–
20	2,68	2,43	1,94	1,39	1,22	1,19
21	1,49	1,35	1,37	1,47	1,57	1,63
2, 3, 6, 7, 13	1,51	1,37	1,39	1,51	1,62	–
10, 11	0,93	0,89	0,84	0,87	0,93	1,05
14-18	0,99	0,95	0,93	1,01	1,04	1,28
19	0,87	0,83	0,78	0,81	0,87	0,99
4, 5, 8, 9	0,81	0,75	0,63	0,67	0,70	–
12	0,93	0,88	0,81	0,90	–	–
23	<u>0,37</u> 0,43	<u>0,39</u> 0,45	<u>0,46</u> 0,52	<u>0,52</u> 0,58	<u>0,58</u> 0,64	–
29	<u>0,44</u> 0,50	<u>0,46</u> 0,52	<u>0,52</u> 0,58	<u>0,58</u> 0,64	<u>0,64</u> 0,70	<u>0,70</u> 0,76
24	<u>0,27</u> 0,38	<u>0,29</u> 0,41	<u>0,34</u> 0,45	<u>0,40</u> 0,50	<u>0,45</u> 0,55	<u>0,51</u> 0,59
30	<u>0,31</u> 0,44	<u>0,34</u> 0,46	<u>0,37</u> 0,51	<u>0,43</u> 0,56	<u>0,49</u> 0,60	–

5.9

5.1	, / ( ° ), °					
	50	100	300	500	700	900
26, 28	0,21	0,23	0,28	0,33	0,37	0,42
22, 25, 27, 31, 32, 36	0,29	0,31	0,36	0,42	0,48	0,53
33	0,21	0,22	0,25	0,29	0,33	0,37
34, 35, 37	0,24	0,27	0,31	0,37	0,43	0,49

1	1350,	1550;	23	29	:	950	1250	/ 3.
2	100°							30 %.

5.23

5949 : 5781, 10884, 6727, 4543, 7 [3],

240,

( : 300, 400, 500, 600, 800, 1000; 500;

1200 – 1500; : -1400 ( -7), -1500

( -7) -1500 ( -19).

400° :

30 ;

12 13, 20 13, 08 17 ,12 189 9 , 20 23 18, 45 14 14 2 .

5.24 -

5.10.

5.10

240, 300 400, 500, 600, 600, 800, 1000	400 450 150	450 500 -
500, 1200- 1500, 1400, 1500	400 100	450 -
3 2, 3 5, 3 5, 3 6	400	450
30 , 12 13, 20 13, 20 23 18 12 18 9 , 45 14 14, 2 , 08 17	500 550 600	700 1000 800

5.25

$R_{sn}$ ,

0,95 ( 5.11).

$R_{scn}$

-3

16.13330.

5.26

$R_s$

$$R_s = \frac{R_{sn}}{X_s} \quad (5.19)$$

$s = 1,1 -$  240, 300, 400, 500;  
 $s = 1,15 -$  600, 800;  
 $s = 1,2 -$  1000, 500, 1200- 1500, 1400, 1500;  
 $s = 1,3 -$  30 , 12 13, 20 13, 12 18 9 , 20 23 18,  
 45 14 14 2 , 08 17 .

$R_s$

$R_{cs}$

5.12,

5.11 (

).

)  $R_{sw}$

$R_s$

$s_l = 0,8,$

300 .

5.27

5.13.

st,

5.11

		$R_{sn}$ $R_{s,ser}$ ( / <sup>2</sup> )
240	6-40	240
300	6-40	300
400	6-40	400
500	10-40	500
600	10-40	600
800	10-32	800
1000	10-32	1000
500	3-12	500
1200	8	1200
1300	7	1300
1400	4, 5, 6	1400
1500	3	1500
1400 ( -7)	15	1400
1500( -7)	6, 9, 12	1500
1500( -19)	14	1500
30	-	590
12 13	-	410
20 13	-	440
20 23 18, 12 18 9 , 08 17	-	195
45 14 14 2	-	315

$$R_{st} = R_s \quad st ; \quad R_s \quad t = R_s \quad st . \tag{5.20}$$

:

$$R_{swt} = R_{sw} \quad st . \tag{5.21}$$

*st*

5.13 :

(5.17, 7.5, 7.7, 7.8, 7.10, 7.11, 7.13, 7.14, 7.24, 7.26, 7.28, 7.43, 8.48);  
 - (5.17, 7.6-7.10, 7.12-7.14, 7.23, 7.25, 7.27, 7.28);  
 $t_s$  - (7.33, 7.57);  
 - (7.50);  
 - (9.1, 9.4).



5.12

	( / ²)		
	$R_s$	( ), $R_{sw}$	$R_{sc}$
240	215	170	215
300	270	215	270
400	355	285	355
500	435	300	(400) 435
600	510	300	(360) 450
800	680	300	(400) 500
1000	815	300	(400) 500
500	415	300	(360) 400
1200	1000	300	(400) 500
1300	1070	300	(400) 500
1400	1170	300	(400) 500
1500	1250	300	(400) 500
1400 ( -7)	1170	–	(400) 500
1500 ( -7)	1250	–	(400) 500
1500 ( -19)	1250	–	(400) 500
30	450	–	(400) 500
12 13	325	260	325
30 13	345	275	345
20 23 18, 12 18 9 , 08 17	150	120	150
45 14 14 2	245	195	245
–	$R_{sc}$		

5.13

			$st$							
			50–100	200	300	400	450	500	550	600
240, 3 2, 3 5, 3 5, 3 6	$st$		1,00	0,95	0,90	0,85	0,75	0,60	0,45	0,30
			1,00	0,85	0,65	0,35	0,15	–	–	–
500	$st$		1,00	0,90	0,85	0,60	0,45	0,25	0,12	0,05
			1,00	0,80	0,60	0,30	0,10	–	–	–
1200- 1500, 1400, 1500	$st$		1,00	0,85	0,70	0,50	0,35	0,25	0,15	0,10
			1,00	0,75	0,55	0,25	0,05	–	–	–
240, 500, 1200÷ 1500, 3 2, 3 5, 3 5, 3 6, 1400, 1500	$st$		11,5	12,5	13,0	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9
300, 400, 500	$st$		1,00	1,00	0,95	0,85	0,75	0,60	0,40	0,30
			1,00	0,90	0,75	0,40	0,20	–	–	–
600, 800, 1000	$st$		1,00	0,85	0,75	0,65	0,55	0,45	0,30	0,20
			1,00	0,80	0,65	0,30	0,10	–	–	–
300, 400, 500, 600, 800, 1000	$st$		12,0	13,0	13,5	14,0	14,2	14,4	14,6	14,8

5.13

			$s_0$							
			50-100	200	300	400	450	500	550	600
30	$s_0$		1,00 1,00	0,90 0,85	0,85 0,80	0,78 0,25	0,76 0,15	0,74 0,08	0,72 -	0,70 -
	$s_0$		9,5	10,2	10,7	11,2	11,5	11,8	12,1	12,4
12 13, 20 13	$s_0$		1,00 1,00	0,95 0,93	0,86 0,83	0,80 0,70	0,73 0,45	0,65 0,13	0,53 -	0,40 -
	$s_0$		12,0	12,6	13,3	14,0	14,3	14,7	15,0	15,3
20 23 18	$s_0$		1,00 1,00	0,97 0,97	0,95 0,93	0,92 0,77	0,88 0,50	0,85 0,30	0,81 0,18	0,75 0,08
	$s_0$		10,3	11,3	12,4	13,6	14,1	14,7	15,2	15,7
12 18 9 , 08 17	$s_0$		1,00 1,00	0,72 0,72	0,65 0,65	0,62 0,62	0,58 0,58	0,60 0,55	0,57 0,50	0,56 0,40
	$s_0$		10,5	11,1	11,4	11,6	11,8	12,0	12,2	12,4
45 14 14 2	$s_0$		1,00 1,00	0,86 0,86	0,78 0,78	0,72 0,70	0,68 0,63	0,64 0,55	0,60 0,43	0,56 0,30
	$s_0$		10,5	11,1	11,4	11,6	11,8	12,0	12,2	12,4
600, 800, 1000, 1200- 1500, 1400, 1500, 3 2, 3 5, 3 5, 3 6, 30 , 12 13, 20 13, 20 23 18, 12 18 9 , 08 17 , 45 14 14 2	$s_0$		1,00	0,90	0,88	0,83	0,80	0,78	0,75	0,73

5.28

$s_0$

$s_0$

$s_0$

$R_{s_0}$

$s_0$

$R_{s_0}$

$$s_0 = \frac{R_{s_0}}{E_{s_0}} \quad (5.22)$$

( 5.14).

5.14

	$s \cdot 10^5, \quad ( / \quad ^2)$
12 13, 20 13	2,2
240, 300, 30	2,1
400, 500, 1200– 1500, 20 23 18, 08 17 , 12 18 9 , 45 14 14 2	2,0
600, 800, 1000,	1,9
500, 1400, 1500	1,8

5.29

$$st = s \cdot s \cdot \quad (5.23)$$

5.13

8.15, 8.37, 8.47);

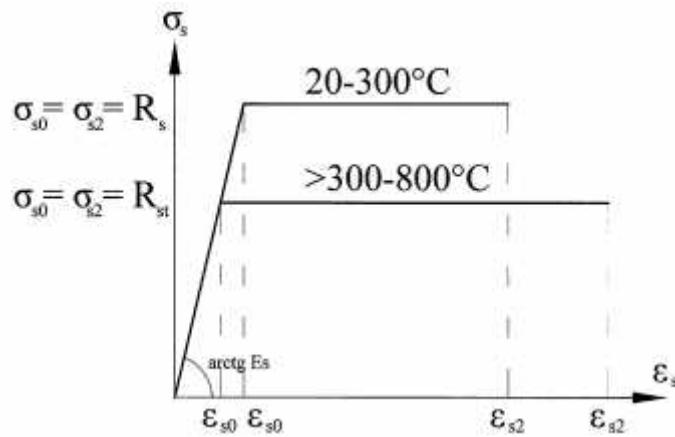
(5.18, 6.20, 7.5, 7.19, 8.10, 8.13,

(5.18, 6.21, 8.14, 8.38).

5.30

( ) ,

$st$  ( 5.2),



5.2 –

$$0 < s < s0 \quad s = s \cdot st; \quad (5.24)$$

$$s0 \quad s \quad s2 \quad s = Rst \cdot \quad (5.25)$$

$$s2 = 0,025 \cdot Rst - \quad (5.20).$$

5.31

$st$

5.13

6

6.1

6.2

– , / .

$$= 5,8 + 11,6\sqrt{\phantom{x}}, \quad (6.1)$$

6.3 16% , ( ) 23-01, 1 / .

6.4

, ( 4.12).

6.5

( 5.9).

6.1.

6.1

	$i$											
	$i$											
	-50	0	50	100	200	300	400	500	700	900	1100	1200
	6	8	10	12	17	22	–	–	–	–	–	–
$i$	–	–	10	10	10	12	15	20	40	70	120	150

6.6

$i$

6.7  $R_0$  ( 2.° / ) 0,140  
 50° ; 0,095 – 100° ; 0,035 – 300° 0,013 – 500° .  
 6.8 ,  $t_n$   $n-1$  ,  $n$

$$t_{b1} = t_i - Q \left( \frac{1}{r_i} + \sum_{n=1}^{n-1} R_n \right); \tag{6.2}$$

$$t_b = t_i - Q \frac{1}{r_i}; \tag{6.3}$$

$$t_{es} = t_i - Q \left( \frac{1}{r_i} + \sum^n R_n \right). \tag{6.4}$$

$$t_{b1} = t_i - Q \left( \frac{1}{r_i} + R_1 \right), \tag{6.5}$$

$$t_{b2} = t_i - Q \left( \frac{1}{r_i} + R_1 + R_2 \right). \tag{6.6}$$

$$t_{es} = t_i - Q \left( \frac{1}{r_i} + R_1 + R_2 + R_3 \right). \tag{6.7}$$

$$Q = \frac{1}{R_0} (t_i - t), \tag{6.8}$$

$t_i -$

$t -$

$$R_0 = \frac{1}{r_i} + R_1 + R_2 + \dots + R_{n-1} + R_n + \frac{1}{r_e}, \tag{6.9}$$

$$R_1 = \frac{u_1}{j_1}; R_2 = \frac{u_2}{j_2}; \dots; R_{n-1} = \frac{u_{n-1}}{j_{n-1}}; R_n = \frac{u_n}{j_n};$$

$R_1, R_2, \dots, R_{n-1}, R_n -$

1, 2, ..., n-1, n - ; 2.° / ;

1, 2, ..., n-1, n-

, / ( · ° ).

6.9

:

, 0,1 ; 0,1 ;  
; , 10 %.

$A_{is}$   $A_{es}$  :

$$t_b = t_i - \frac{Q}{r_i A_{is}} ; \tag{6.10}$$

$$t_{b1} = t_i - Q \left( \frac{1}{r_i A_{is}} + \frac{2R_1}{A_{is} + A_1} \right) ; \tag{6.11}$$

$$t_{b2} = t_i - Q \left( \frac{1}{\alpha_i A_{is}} + \frac{2R_1}{A_{is} + A_1} + \frac{2R_2}{A_1 + A_2} \right) ; \tag{6.12}$$

$$t_{es} = t_i - Q \left( \frac{1}{r_i A_{is}} + \frac{2R_1}{A_{is} + A_1} + \frac{2R_2}{A_1 + A_2} + \frac{2R_3}{A_2 + A_{es}} \right). \tag{6.13}$$

$$R_0 = \frac{1}{r_i A_{is}} + \frac{2R_1}{A_{is} + A_1} + \frac{2R_2}{A_1 + A_2} + \frac{2R_3}{A_2 + A_{es}} + \frac{1}{r_e A_{es}}, \tag{6.14}$$

$A_{is}$   $A_{es}$  -

;

1 2 -

6.10

20910

5.10.

6.11

6.12

6.1;

6.13

6.2.

6.2

№	Имя	Возраст, лет	Средний балл	Средний балл по предметам					
				50	100	300	500	700	900
1		1900	–	0,73	0,77	0,88	1,01	1,14	1,27
2		400	1150	0,13	0,14	0,17	0,20	0,23	0,27
3		800	1270	0,23	0,24	0,29	0,34	0,38	0,43
4	»	1000	1300	0,34	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63
5	»	1300	1400	0,49	0,56	0,58	0,65	0,73	0,81
6		1900	–	1,60	1,62	1,70	1,78	1,85	1,93
7		1200–1400	1550	0,57	0,58	0,64	0,70	0,75	0,81
8		2000	–	1,79	1,80	1,86	1,90	1,95	2,01
9		2600	–	1,76	1,74	1,68	1,65	1,60	1,55
10		2700	–	6,00	5,90	5,36	4,82	4,30	3,75
11		2800	–	4,02	3,94	3,60	3,28	2,94	2,60
12		2950	–	2,74	2,71	2,54	2,36	2,18	2,01
13		1700	–	0,56	0,59	0,70	0,81	–	–
14		350	900	0,09	0,10	0,13	0,15	0,18	–
15		400	900	0,10	0,11	0,14	0,16	0,19	–
16		500	900	0,12	0,13	0,19	0,23	0,28	–
17		600	900	0,14	0,15	0,21	0,25	0,30	–
18		75–100	600	0,05	0,06	0,11	0,15	–	–
19		125	600	0,05	0,06	0,11	0,16	–	–
20		150	600	0,05	0,06	0,11	0,16	–	–
21		50–75	400	0,05	0,07	0,13	–	–	–
22		125	400	0,05	0,07	0,11	–	–	–
23	»	175	400	0,05	0,07	0,11	–	–	–
24		150	1100	0,05	0,06	0,12	0,18	0,24	0,31
25		300	1100	0,06	0,07	0,13	0,19	0,25	0,35

## 6.2

№	Имя	Возраст	Стаж	Средний балл					
				50	100	300	500	700	900
26		170	450	0,06	0,07	0,14	-	-	-
27	-	200	600	0,07	0,08	0,10	0,12	-	-
28		250	600	0,08	0,09	0,11	0,14	-	-
29	»	300	600	0,08	0,09	0,14	0,16	-	-
30		250	600	0,07	0,09	0,13	0,16	-	-
31		300	600	0,08	0,10	0,14	0,17	-	-
32	»	350	600	0,09	0,11	0,15	0,18	-	-
33		250	875	0,08	0,09	0,12	0,16	0,19	-
34		300	875	0,09	0,10	0,13	0,17	0,20	-
35	»	350	875	0,10	0,11	0,14	0,18	0,21	-
36	»	400	875	0,11	0,12	0,15	0,19	0,22	-
37	-	200	600	0,07	0,08	0,10	0,12	-	-
38		120	1200	0,06	0,07	0,10	0,14	0,17	0,21
39		350	500	0,08	0,09	0,11	-	-	-
40		400	500	0,09	0,10	0,12	-	-	-
41		300	600	0,08	0,09	0,11	0,13	-	-
42		350	600	0,08	0,09	0,11	0,14	-	-
43	»	400	600	0,09	0,10	0,12	0,14	-	-
44		200	500	0,08	0,09	0,13	-	-	-
45		250	600	0,09	0,11	0,16	0,21	-	-
46		300	600	0,10	0,11	0,16	0,21	-	-
47	»	350	600	0,10	0,12	0,17	0,22	-	-
48	- - - 350	350	1150	0,11	0,12	0,15	0,19	0,22	0,29
49		500	900	0,01	0,03	0,06	0,10	0,13	0,17
50		100	1100	0,07	0,09	0,14	0,20	0,26	0,31
51		150	1100	0,08	0,09	0,15	0,21	0,27	0,32
52	»	200	1100	0,08	0,10	0,15	0,21	0,27	0,33
53		600	900	0,17	0,18	0,21	0,24	-	-
54		1000-1300	600	0,16	0,18	0,20	0,22	-	-
( 14-54) 100°				( 1-13) 20 10%.					



6.14

6.15

6.16

400 °

$$I_{red} = \frac{A_{red} h^2}{12} \quad (6.15)$$

$$A_{red} = \frac{AE_{bt}}{E_b} \quad (6.16)$$

$E_{bt}$  –

6.17

400 °

(5.9).

400 °

$A_{red,i}$   $i$ -

$$A_{red,i} = \frac{A_i E_{bt,i}}{E_b} \quad (6.17)$$

$E_{bt,i}$  –

$i$ -

(5.9),

$bi$

$i$ -

$bi$   
 $i$ -

6.18

400 °

( 6.1).

6.19

$A_s$

$A_s'$

$$A_{s,red} = A_s \quad ; \quad (6.18)$$

$$A_{s',red} = A_s' \quad ; \quad (6.19)$$

$A_{s,red}, A_{s',red}$  –

$$: \quad = \frac{E_{st}}{E_b}; \tag{6.20}$$

$$: \quad = \frac{E'_{st}}{E_b}, \tag{6.21}$$

$$E_{st}, E'_{st} - \tag{5.23}.$$

$$I_{red,i} = \frac{A_{red,i} h_i^2}{12}. \tag{6.22}$$

$$y_i = h - h_i + 0,5 h_i. \tag{6.23}$$

$$y_{bi} = y_i - y_t. \tag{6.24}$$

$$(6.21) \quad (6.2) \quad i-$$

$$ii = \frac{\Gamma_{bti} t_{bi} + \Gamma_{bti+1} t_{bi+1}}{0,5 h_i} \tag{6.25}$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{ii} = \frac{\Gamma_{bti} t_{bi} - \Gamma_{bti+1} t_{bi+1}}{h_i}, \tag{6.26}$$

$$bti, \quad bti+1 - , \tag{5.7}$$

$$S_{red} \quad I_{red} \quad A_{red},$$

$$A_{red} = A_{red,i} + A_s + A'_s; \tag{6.27}$$

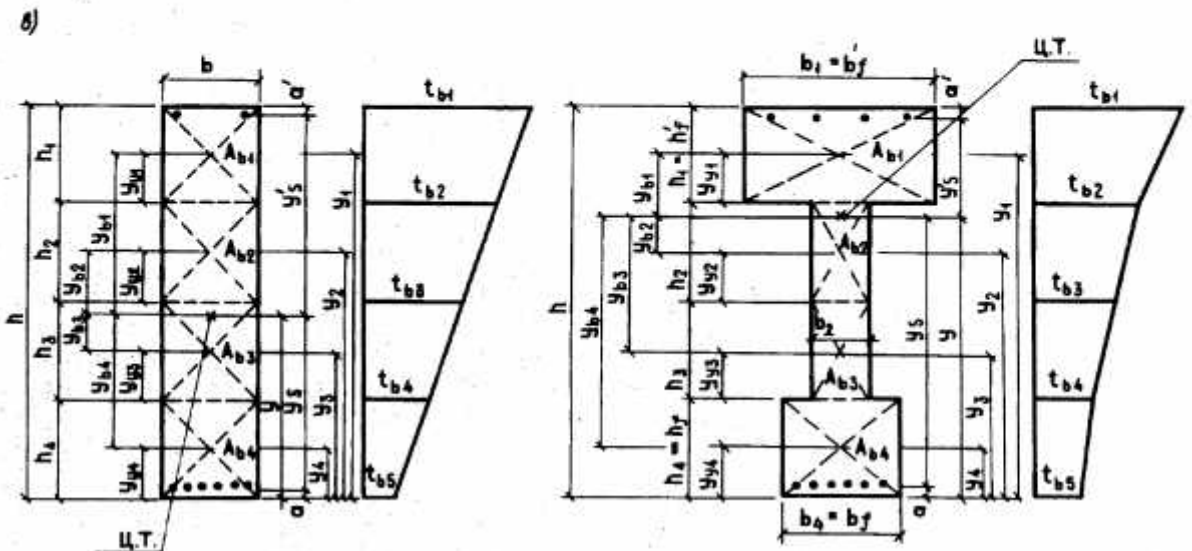
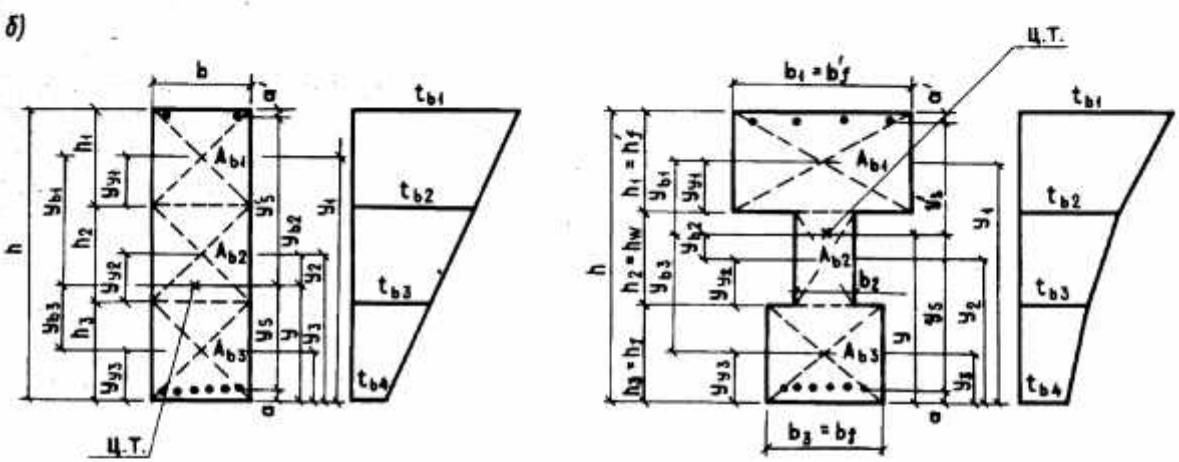
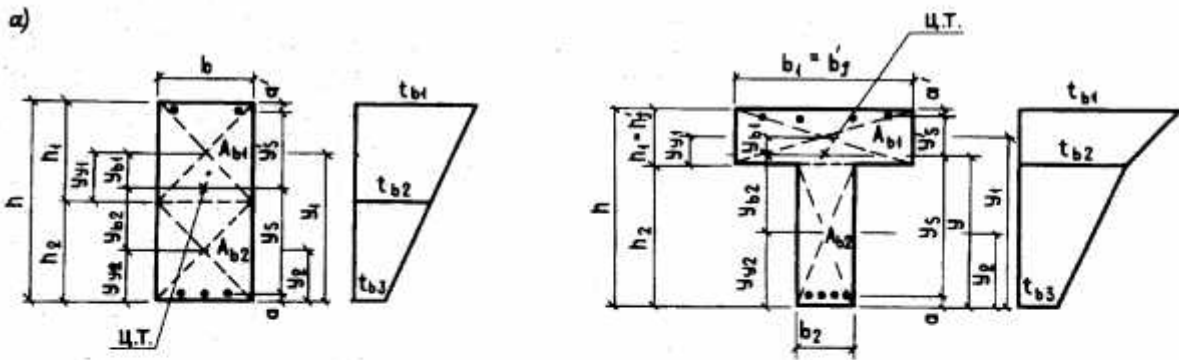
$$S_{red} = A_{red,i} y_i + A_s + A'_s (h-a); \tag{6.28}$$

$$I_{red} = I_{red,i} + A_{red,i} y_{bi}^2 + I_s + I'_s; \tag{6.29}$$

$$I_s = (y_t - a)^2 A_s; \tag{6.30}$$

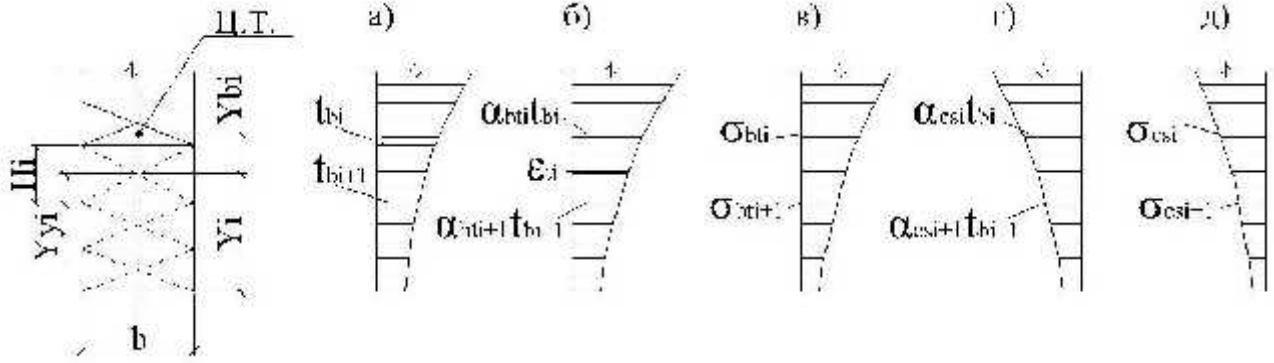
$$I'_s = (h - y_t - a')^2 A'_s; \tag{6.31}$$

$$y_t = \frac{S_{red}}{A_{red}}. \tag{6.32}$$



- 2 ; - 3 ; - 4 ; ... 1-, 2-, ... i-

6.1 -



6.2 -

6.22

)

$$\left(\frac{1}{r}\right)_t = \frac{\sum A_{red,i} V_{ti} + A'_{s,red} V'_s + A_{s,red} V_s}{A_{red}} \chi_t ; \tag{6.33}$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_t = \frac{K + \sum A_{red,i} y_{bi} V_{ti} + \sum \left(\frac{1}{r}\right)_{ti} I_{red,i}}{I_{red}} \chi_t , \tag{6.34}$$

$$= A'_{s,red} y'_s + A_{s,red} y_s .$$

6.16-6.34:  $A_{red}, A_{red,i}, A_{s,red}, A'_{s,red}, y_{bi}, y_s, y'_s, I_{red}, I_{red,i}$

6.16-6.22.

$$S_s = S'_s ;$$

$$s = s_t t_s ; \tag{6.35}$$

$$s'_s = s_t t'_s , \tag{6.36}$$

$s_t -$

$$S_s = S'_s ;$$

5.13

$t -$

$$: \quad -1, 1; \quad -1.$$

$s_s = s'_s$

;

)

( 6.3, )

t

$$\left(\frac{1}{r}\right)_t$$

:

$$t = \frac{r_{bt}t_b(h-y) + r_{bt}t_{b1}y}{h} X_t; \tag{6.37}$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_t = \frac{r_{bt}t_{b1} - r_{bt}t_b}{h} X_t, \tag{6.38}$$

t<sub>b</sub>, t<sub>b1</sub> -  
bt bt1 -

,

;

5.7;

)

cs

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{cs}$$

:

$$s = \frac{r_{cs}t_b(h-y) + r_{cs}t_{b1}y}{h} X_t; \tag{6.39}$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{cs} = \frac{r_{cs}t_{b1} - r_{cs}t_b}{h} X_t, \tag{6.40}$$

cs cs1 -

,

5.8

6.23

$$sm = stm t_s. \tag{6.41}$$

,

,

$$stm = bt + (st - bt) s. \tag{6.42}$$

,

s,

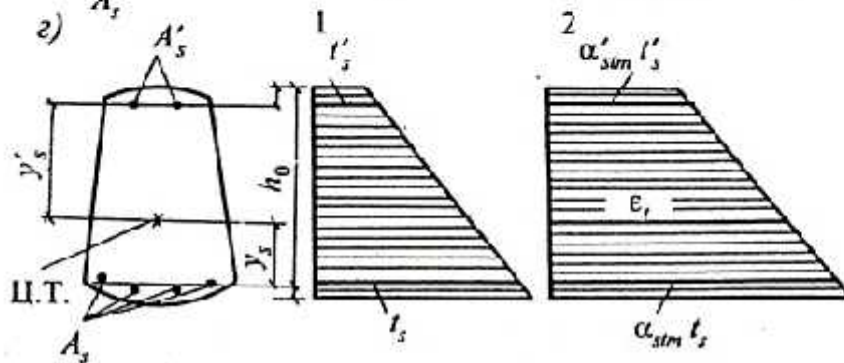
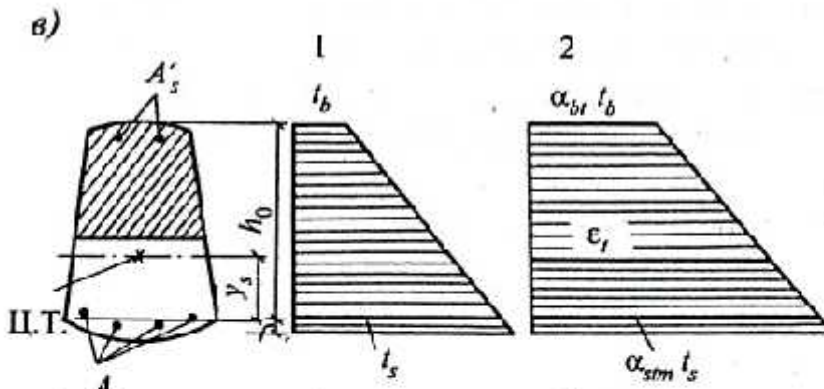
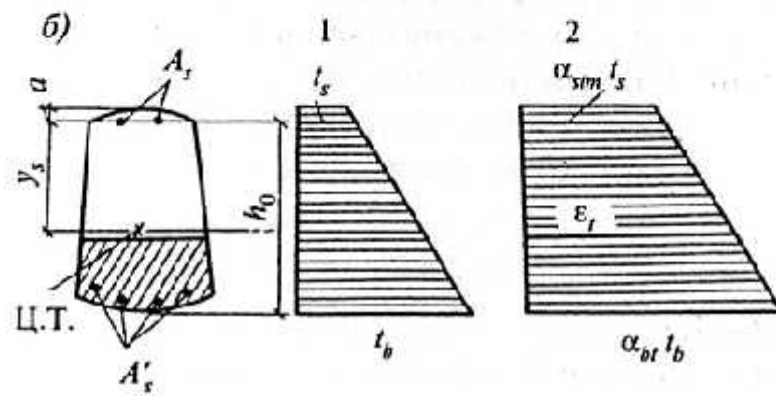
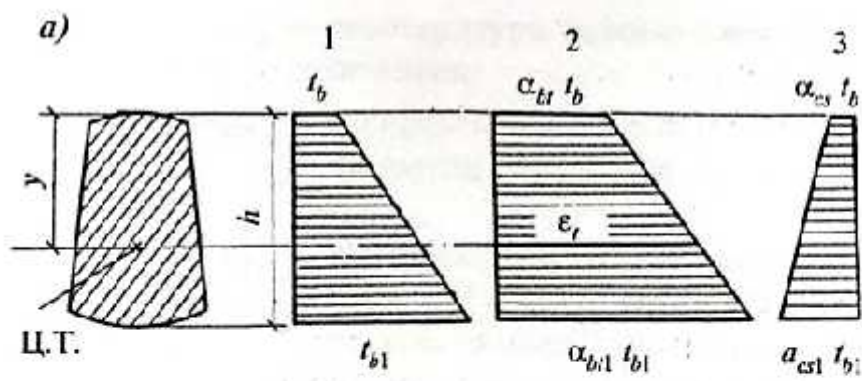
(8.22):

$$\mu = 0,3 \% \quad s = 0,7;$$

$$\mu = 0,5 \% \quad s = 0,8;$$

$$\mu = 0,8 \% \quad s = 0,9;$$

$$\mu = 1,0 \% \quad s = 1,0.$$



6.3 -

(3)

(1),

(2)

6.24

,

)

$$\left(\frac{1}{r}\right)_t$$

$$X_t = \frac{\Gamma_{bt}t_b y_s + \Gamma_{stm}t_s (h_0 - y_s)}{h_0} X_t; \tag{6.43}$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_t = \frac{\Gamma_{bt}t_b - \Gamma_{stm}t_s}{h_0} X_t; \tag{6.44}$$

)

$$(6.43) \quad \left(\frac{1}{r}\right)_t$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_t = \frac{\Gamma_{stm}t_s - \Gamma_{bt}t_b}{h_0} X_t; \tag{6.45}$$

)

$$(6.3, ) \quad \left(\frac{1}{r}\right)_t$$

$$X_t = \frac{\Gamma'_{stm}t'_s + \Gamma_{stm}t_s}{2} X_t; \tag{6.46}$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_t = \frac{\alpha_{stm}t_s - \alpha'_{stm}t'_s}{h_0 - a'} \gamma_t, \tag{6.47}$$

$$\begin{matrix} t_s & t'_s - \\ & t_b - \\ stm & 'stm - \\ & bt - \end{matrix} \quad S \quad S'; \tag{6.42}$$

$$\begin{matrix} t - \\ a' - \end{matrix} \quad 6.22; \quad ;$$

)

$$\left(\frac{1}{r}\right)_t$$

70 ° , 100 °

$$X_t \quad \left(\frac{1}{r}\right)_t$$

(6.37) (6.38),

6.25

cs

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{cs}$$

(6.39) (6.40).

6.26

6.27

6.3,

40° ,

6.3

60 %

3 .

) :	40	35	30
) -	30	25	20
) -	20	15	10
) :	72	60	48
) -	60	50	40
) - , -	55	45	35
) -	50	40	30
) -	40	30	25
<p>1 ( 2), 50° ,                      30, 20, 10 1°                      40, 20 10% 10, 20, 40 60% 20, 40 60%.</p> <p>2 ( 2, , , ) -                      5 - 20%, 7 - 60% 9 - 100% .</p> <p>3 ; ( 2, , , ) -</p> <p>70, 120, 300, 500 1000° 20, 40, 60, 70 90%.</p>			



6.28

$$ik = \sum_0^l \int \frac{\bar{M}_i \bar{M}_k}{D_x} dx + \sum_0^l \int \frac{\bar{N}_i \bar{N}_k}{E_{bt} A_{red,x}} dx + \sum_0^l \int \frac{\bar{Q}_i \bar{Q}_k}{G_t A_{red,x}} dx, \quad (6.48)$$

$A_{red,x}, D_x -$

$$(6.18) \quad (8.33).$$

(6.48)

$$o = \frac{M}{N} \geq 0,8h_0,$$

6.29

6.30

6.31

6.32

6.33

6.34

500–600 °

$$i_{cs,c} = \left(\frac{1}{r}\right)_t D, \tag{6.49}$$

$\left(\frac{1}{r}\right)_t -$

(6.38, 6.40, 6.44, 6.45, 6.47);

$D -$   
6.35

(6.49),

(8.33).

(6.40)

$$\left(\frac{1}{r}\right)_c = -\frac{0,8(M_t - M'_t)}{D}, \tag{6.50}$$

$M_t -$

6.36

3

15 % ;

30 %.

50 %

6.37

50 % -

$$M = + 0,5 t, \tag{6.51}$$

6.38

52-103 [7]

7

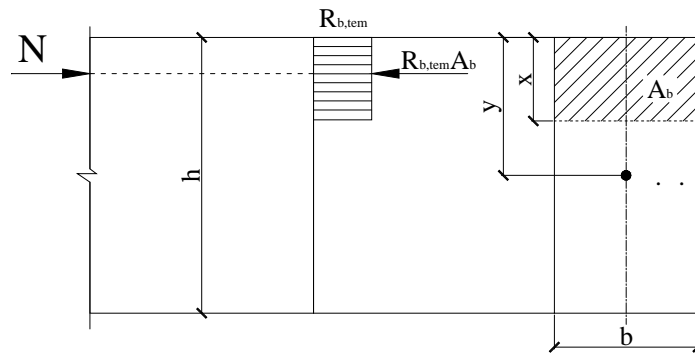
7.1

7.2

( 5.10).

$R_{b,tem}$ ,

( 7.1).



7.1 -

7.3

4.1.

7.4

$$l_0/h > 4$$

$$l_0/i > 14,$$

$$N \leq R_{b,tem} A_b, \tag{7.1}$$

$R_{b,tem}$  -  
 $A_b$  -

(5.5);

$$A_b = bh \left( 1 - \frac{2e_0 y}{h} \right). \tag{7.2}$$

7.5

$$(7.1)$$

$$N \leq \frac{R_{bt} bh}{\frac{6 e_0 y}{h} - 1}, \tag{7.3}$$

$R_{bt}$

(5.7);

(7.17),

$N_{cr} D$

(7.18 7.19)

7.6

), , ( , , : ; ,  $R_{b,tem}$  ;

$$R_{st};$$

$$R_{sct}.$$

7.7

$$\xi = \frac{x}{h_0},$$

$R$ ,

$$R_{st}.$$

$R$

$$R = \frac{x_R}{h_0} = \frac{0,8}{1 + \frac{V_{s,el}}{V_{b,ult}}}. \quad (7.4)$$

$R_{st}$

$$\xi_{s,el} = \frac{R_{st}}{E_{st}}. \quad (7.5)$$

$b_{ult}$

$R_{b,tem}$ ,

$b_2$

5.6.

7.1.

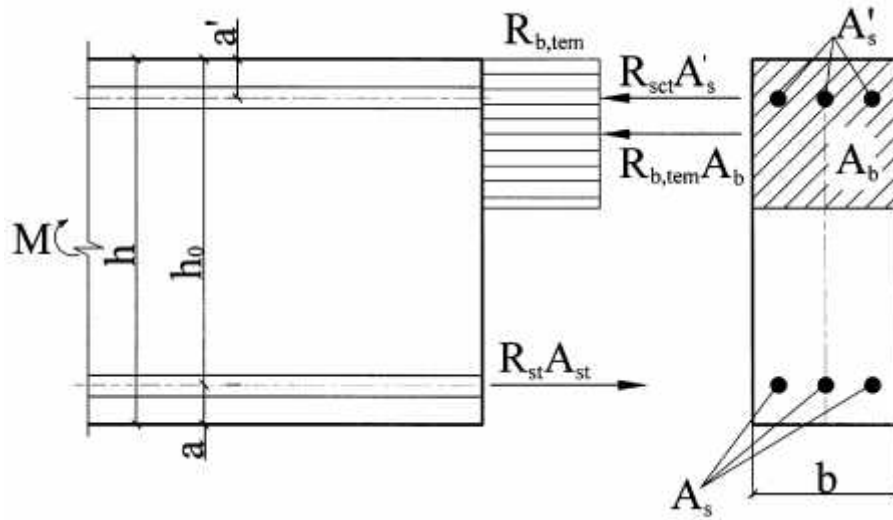
7.1

	240	300	400	500	500	540	600	800	1000	1200 1300	1400	1500	1400 1500
$R$	0,61	0,58	0,53	0,49	0,50	0,62	0,43	0,41	0,39	0,37	0,36	0,30	0,33

7.8

( 7.2)

$$R_{b,tem} b \xi (h_0 - 0,5x) + R_{sct} A'_s (h_0 - a'). \quad (7.6)$$



7.2 -

$$x = \frac{R_{st} A_s - R_{sct} A'_s}{R_{b,tem} b}, \quad (7.7)$$

7.9

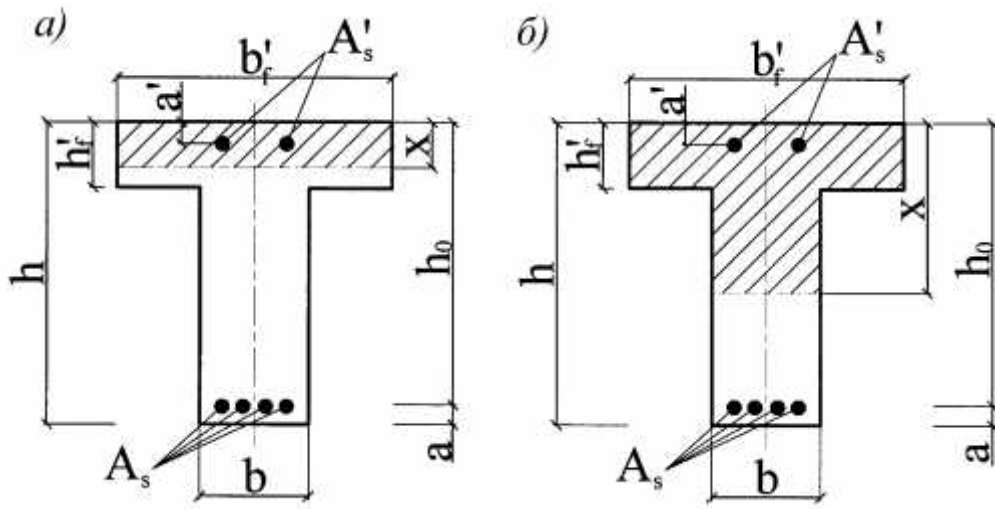
$$\left( \frac{x}{h_0} \right) R_{st} A_s = R_{b,tem} b x + R_{b,tem} (b'_f - b) h'_f + R_{sct} A'_s. \quad (7.3)$$

$$R_{st} A_s - R_{b,tem} b'_f h'_f + R_{sct} A'_s = R_{b,tem} b x. \quad (7.8)$$

$$x = \frac{R_{st} A_s - R_{b,tem} b'_f h'_f + R_{sct} A'_s}{R_{b,tem} b}. \quad (7.6)$$

$$M = R_{b,tem} b x (h_0 - 0,5x) + R_{b,tem} (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5h'_f) + R_{sct} A'_s (h_0 - a'). \quad (7.9)$$

$$= \frac{R_{st} A_s - R_{b,tem} b'_f h'_f + R_{sct} A'_s - R_{b,tem} (b'_f - b) h'_f}{R_{b,tem} b} x (h_0 - 0,5x) + R_{b,tem} (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5h'_f) + R_{sct} A'_s (h_0 - a'). \quad (7.10)$$



7.3 -

7.10

$b'_f$ ,

$$h'_f = 0,1 h -$$

1/6

$$h'_f < 0,1 h$$

$$b'_f = 6 h'_f$$

$$\begin{aligned} h'_f &= 0,1 h \\ 0,05 h &< h'_f < 0,1 h \\ h'_f &= 0,05 h \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b'_f &= 6 h'_f \\ b'_f &= 3 h'_f \end{aligned}$$

7.11

$$x = \rho h_0$$

$$x = \rho h_0, \quad (7.6 \text{ } 7.8),$$

$$x = \rho h_0.$$

R

$$(7.4)$$

7.1.

$A'_s$ ,

7.12

$$R_{st} A_s = R'_{sct}$$

$$M = R_{st} A_s (h_0 - a').$$

$$(7.11)$$

$< 2$  ;

$$(7.11.)$$

$$\begin{aligned} (A'_s = 0) \\ 0,5 \end{aligned}$$

7.13

$$N e = R_{b,tem} b x (h_0 - 0,5x) + R_{sct} A'_s (h_0 - a'), \tag{7.12}$$

$N -$

$$( \quad 7.4)$$

$$= \frac{x}{h_0} \leq \zeta_R$$

$$= \frac{N + R_{st} A_s - R_{sct} A'_s}{R_{b,tem}} ; \tag{7.13}$$

$$= \frac{x}{h_0} > \zeta_R$$

$$= \frac{N + R_{st} A_s \frac{1 + \zeta_R}{1 - \zeta_R} - R_{sct} A'_s}{R_{b,tem} + \frac{2R_{st} A_s}{h_0(1 - \zeta_R)}} . \tag{7.14}$$

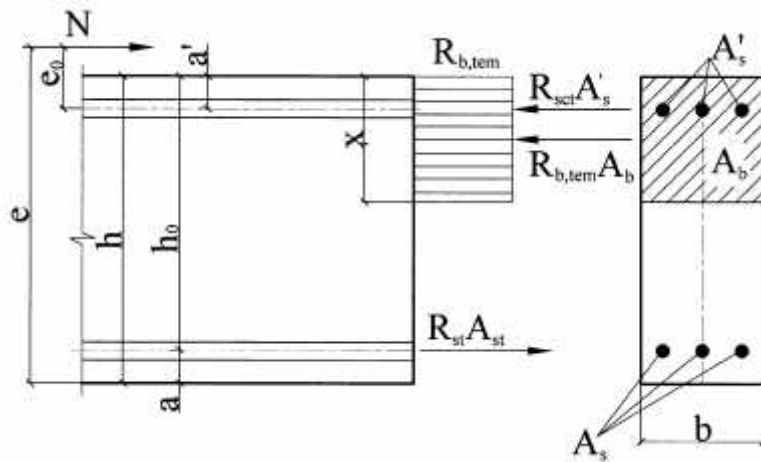
$N$

$$= 0 + \frac{h_0 - a'}{2} + e_i ; \tag{7.15}$$

$$0 = \frac{M}{N} . \tag{7.16}$$

$$= \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} . \tag{7.17}$$

$$N_{cr} = \frac{f^2 D}{l_0^2} . \tag{7.18}$$



7.4 -



7.14

$$D = \frac{0,15 E_{bt} J}{\{l(0,3 + u_e)\}} + 0,7 E_{st} J_s, \quad (7.19)$$

$J, J_s -$

;

$$E_{bt}, E_{st} - \quad , \quad (5.9 \quad 5.18);$$

$$l = 1 + \frac{M_{II}}{M_I}, \quad (7.20)$$

$l, II -$

( )

$$= \frac{e_0}{h}, \quad 0,3. \quad (7.21)$$

7.15

( )

$$e_t = \left(\frac{1}{r}\right)_t l_0^2 / 8, \quad (7.22)$$

$\left(\frac{1}{r}\right)_t -$

(6.34, 6.38, 6.44, 6.45, 6.47);

(7.17).

$l_0 -$   
7.16

$$o \quad \frac{h}{30} \quad \frac{l_0}{h} \leq 20,$$

$$N = \quad (R_{btem} A_{red} + R_{cst} A_s), \quad (7.23)$$

$A_{red} -$

(6.16);

$R_{cst} A_s -$

(5.20);

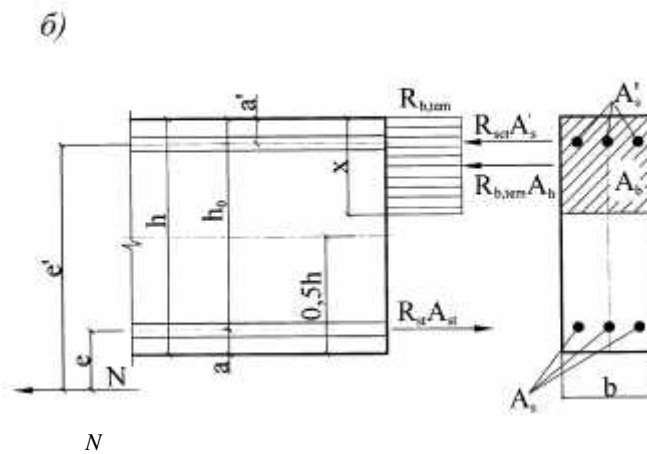
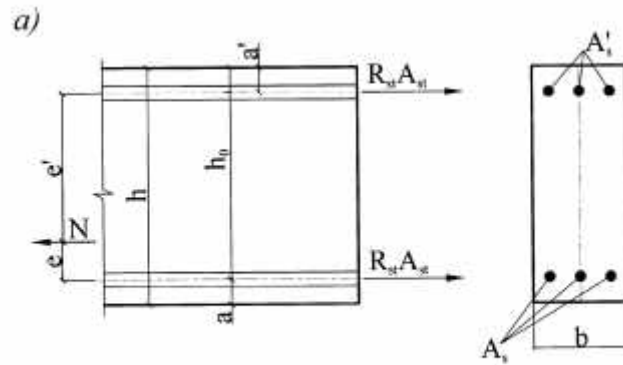
100°  $\tau=0,95$ , 200°  $\tau=0,90$ , 300°  $\tau=0,85$ ,  
500°  $\tau=0,75$ , 700°  $\tau=0,65$ ;  
 $l -$  , . 7.17.



$$= \frac{R_{st}A_s - R_{sct}A'_s - N}{R_{b,tem}b}; \tag{7.28}$$

$$> R h_0, \tag{7.27} \quad = R h_0.$$

$$(7.15)$$



—  
—  
7.5 —

S S;  
S S'

7.19

52-101 [1].

( 5.1).  
( 5.2).

*b2.*

*b0*

7.20

7.21

« »

« »

7.22

« »

« »

7.23

$$Q = b_1 R_{btm} b h_0, \quad (7.29)$$

$Q -$  ;  $b_1 = 0,3$ .

7.24

7.4)

$$Q = Q_b + Q_{sw} \quad (7.30)$$

$Q -$  « »

$Q_b -$

$$Q_b = \frac{\{ b_2 R_{bt} b h_0^2 \}}{c}, \quad (7.31)$$

$$2,5 R_{bt} b h_0 \quad 0,5 R_{bt} b h_0; \quad b_2 = 1,5. \quad (5.7).$$

$Q_{sw} -$

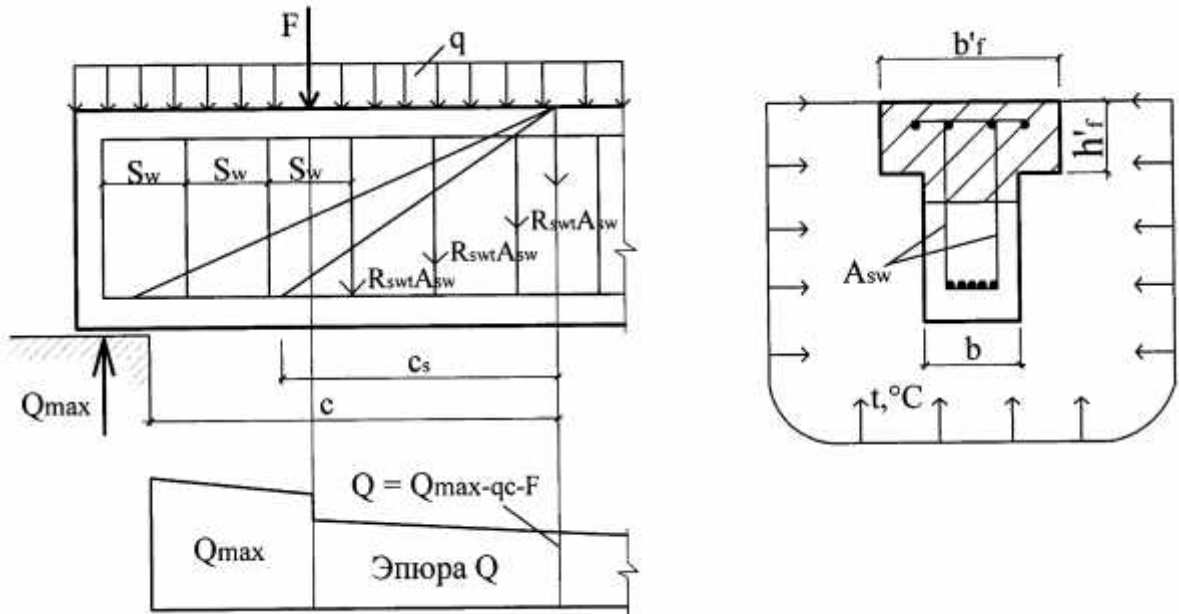
$$Q_{sw} = s_w q_{sw} c, \quad (7.32)$$

$s_w = 0,75$

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{s_w}. \quad (7.33)$$

« »,

$h_0$        $2h_0$ .



7.6 –

7.25

$$Q_l \leq Q_{bl} + Q_{swl}, \tag{7.34}$$

$Q_l$  –

;

$$Q_{bl} = 0,5 R_{bt} b h_0 ; \tag{7.35}$$

$$Q_{swl} = q_{sw} h_0 . \tag{7.36}$$

$$Q_l \leq Q_{bl} + Q_{swl} \leq 0,5 R_{bt} b h_0 + q_{sw} h_0 \leq 0,5 R_{bt} b h_0 + q_{sw} h_0 \tag{7.34}$$

$$Q_l \leq 0,5 R_{bt} b h_0 + q_{sw} h_0 \tag{7.35}$$

$$Q_l \leq 0,5 R_{bt} b h_0 + q_{sw} h_0 \tag{7.36}$$

$a/h_0$ .

$$q_{sw} \geq 0,25R_{bit}bh_0. \tag{7.37}$$

(7.30)

$$Q_b = 4 \cdot 2 h_0^2 q_{sw} / c. \tag{7.38}$$

,  $\frac{s_w}{h_0}$

$$\frac{s_{w,max}}{h_0} = \frac{R_{bit}bh_0}{Q_1}. \tag{7.39}$$

(7.30) (7.34),

$Q_{sw1}$

$Q_{sw}$

7.26 (7.7)

$$M \leq M_s + M_{sw}, \tag{7.40}$$

$M -$

(0),

$M_s -$

(0)

$$M_s = N_s z_s, \tag{7.41}$$

$z_s -$

;

$$z_s = 0,9h_0. \tag{7.42}$$

$$N_s = R_{st}A_s \tag{7.43}$$

$$N_s \quad (9.4).$$

$$M_{sw} = 0,5 Q_{sw} c. \quad (7.44)$$

$$Q_{sw} = q_{sw} c, \quad (7.45)$$

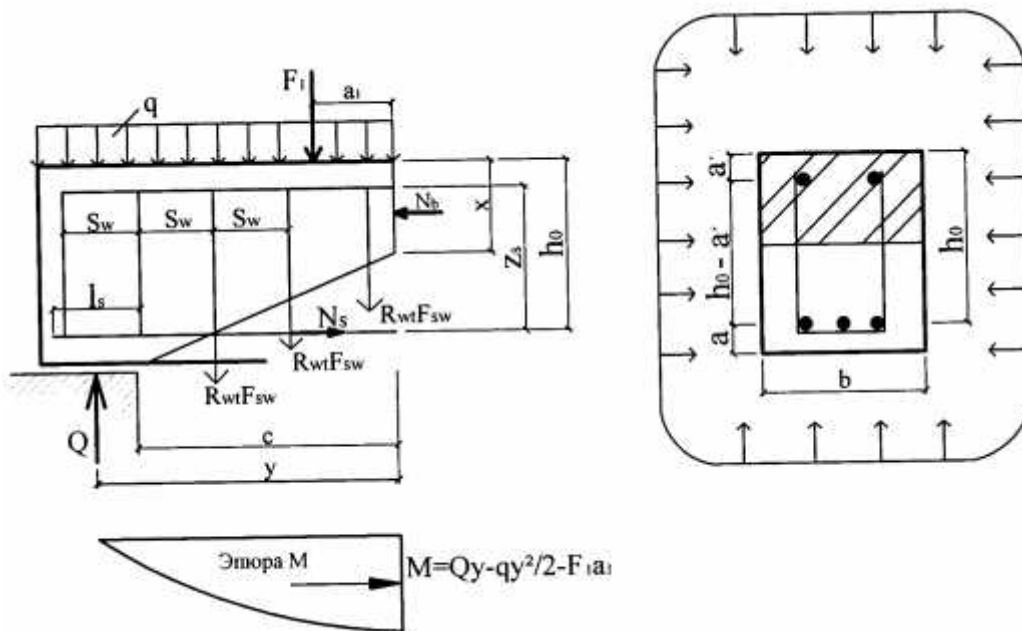
$$q_{sw} = \frac{M}{2h_0} \quad (7.37);$$

$$= \frac{M_{sw}}{0,5q_{sw} h_0^2} \quad (7.40)$$

$$M_{sw} = 0,5q_{sw} h_0^2$$

(7.40),

$$= 2h_0, \quad M_{sw} = 0.$$



7.7 -



7.27

( )

( )

7.28  
( 7.8)

$$N = R_{b,lok} A_{b,lok} \quad (7.46)$$

$N$  – ;  
 $A_{b,lok}$  – ( );  
 $R_{b,lok}$  – ;  
 – , 1,0 0,75

$R_{b,lok}$

$$R_{b,lok} = b R_{b,tem} \quad (7.47)$$

$R_{b,tem}$  – (5.5),  $b_{t}$  5.3

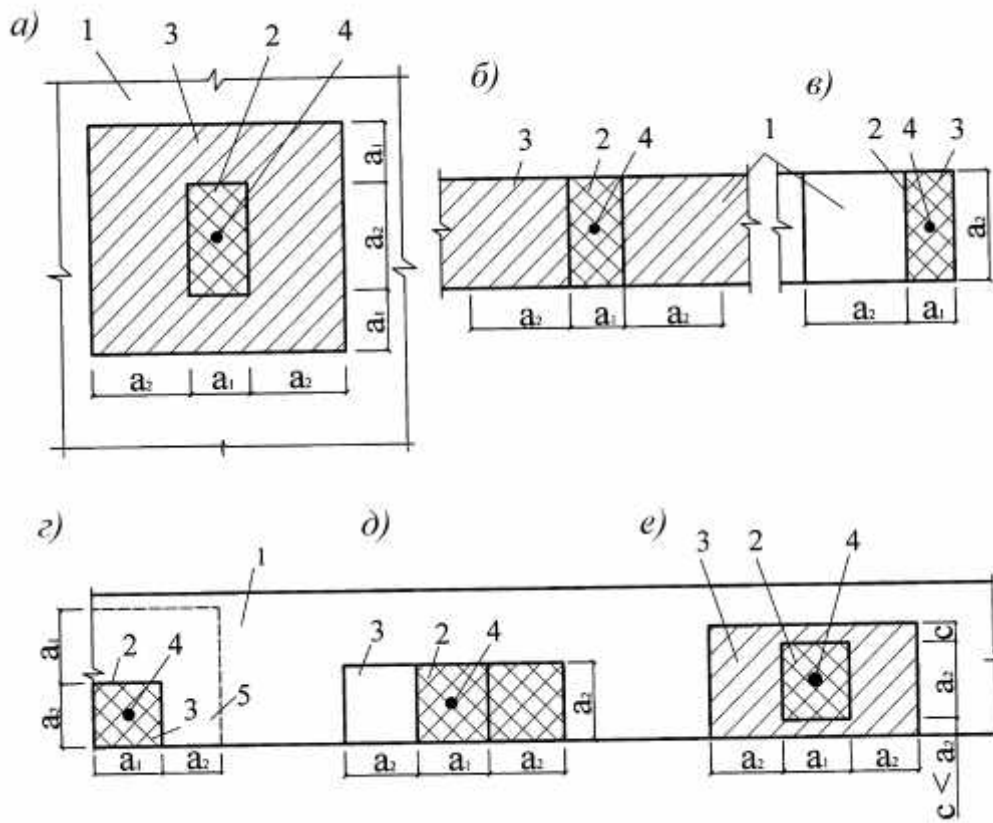
( 7.8 , , ),

( 7.8, , , );  
 $b$  – ,

$$b = 0,8 \sqrt{\frac{A_{b,max}}{A_{b,loc}}} \quad (7.48)$$

(7.48):  $A_{b,max}$  – 2,5 1,0.  
 $A_{b,loc}$ ,  $A_{b,max}$

( 7.8).



- ; - ; - ; - ; - ( ) ; - ; -  
 ; 2 - ; - ; - ; - ; 1 - ; - ; -  
 $b_{loc}$  ;  $b_{max}$  ; 5 - ;  $b_{loc}$  ; 3 - ;  $b_{max}$  ; 4 -

7.8 -

7.29

$$N \leq R_{bs,lok} A_{b,lok} \quad (7.49)$$

$R_{bs,lok}$  -

$$R_{bs,lok} = R_{b,lok} + 2 s_{s,xy} R_{s,xy} \mu_{s,xy} \quad (7.50)$$

$s_{s,xy}$  -

$$s_{s,xy} = \sqrt{\frac{A_{b,loc,ef}}{A_{b,loc}}} \quad (7.51)$$

27.13330.2011

$A_{b,loc,ef}$  — , ;  
 $R_{s,xy}$  — ,  
 (5.20);  
 $\mu_{s,xy}$  — ,

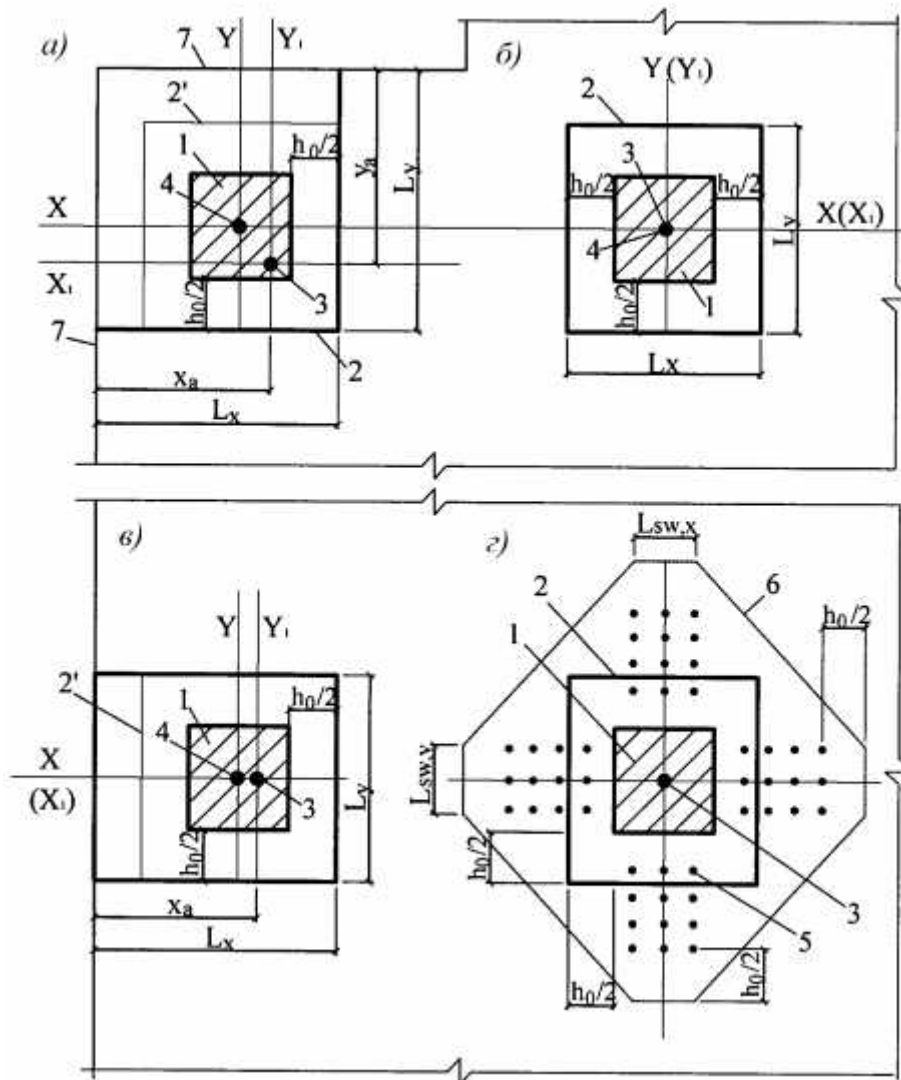
$$\mu_{s,xy} = \frac{n_x A_{sx} l_x + n_y A_{sy} l_y}{A_{b,loc,ef} s}; \quad (7.52)$$

$n_x, A_{sx}, l_x$  — , X;  
 $n_y, A_{sy}, l_y$  — , Y;  
 $s$  — .  
 ( 7.49),  
 ( 7.46).

7.30 ( ) ( ) ,  
 .  
 , 0,5  $h_0$

$$R_{btt} = 0,5 h_0 R_{swt}.$$

( 7.9, );



; 1 - ; 2 - ; 3 - ; 2' - ; 3 - ; 4 - ; 5 - ; 6 - ; 7 - ( )

7.9 -

7.9 , ).

( M ( 7.9, ).

7.31

$$F_b \leq R_{bt} A_b, \tag{7.53}$$

$$R_{bt} - \tag{5.7}$$

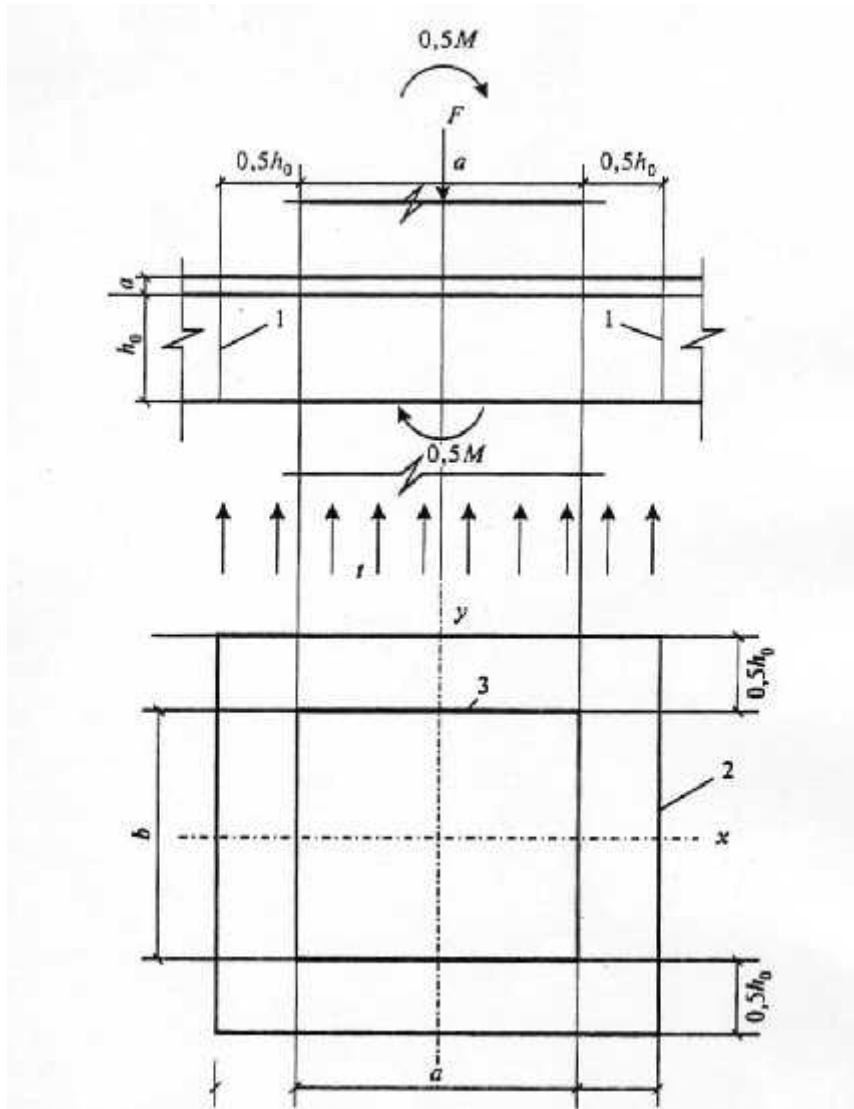
$$A_b - 0,5h_0 \tag{7.10} F ($$

$A_b$

$$A_b = u h_0, \tag{7.54}$$

$$u - h_0 - h_{0x} h_{0y} - h_0 = 0,5(h_{0x} + h_{0y});$$

X Y.



1- ; 2- ;  
3-

7.10 -

7.32

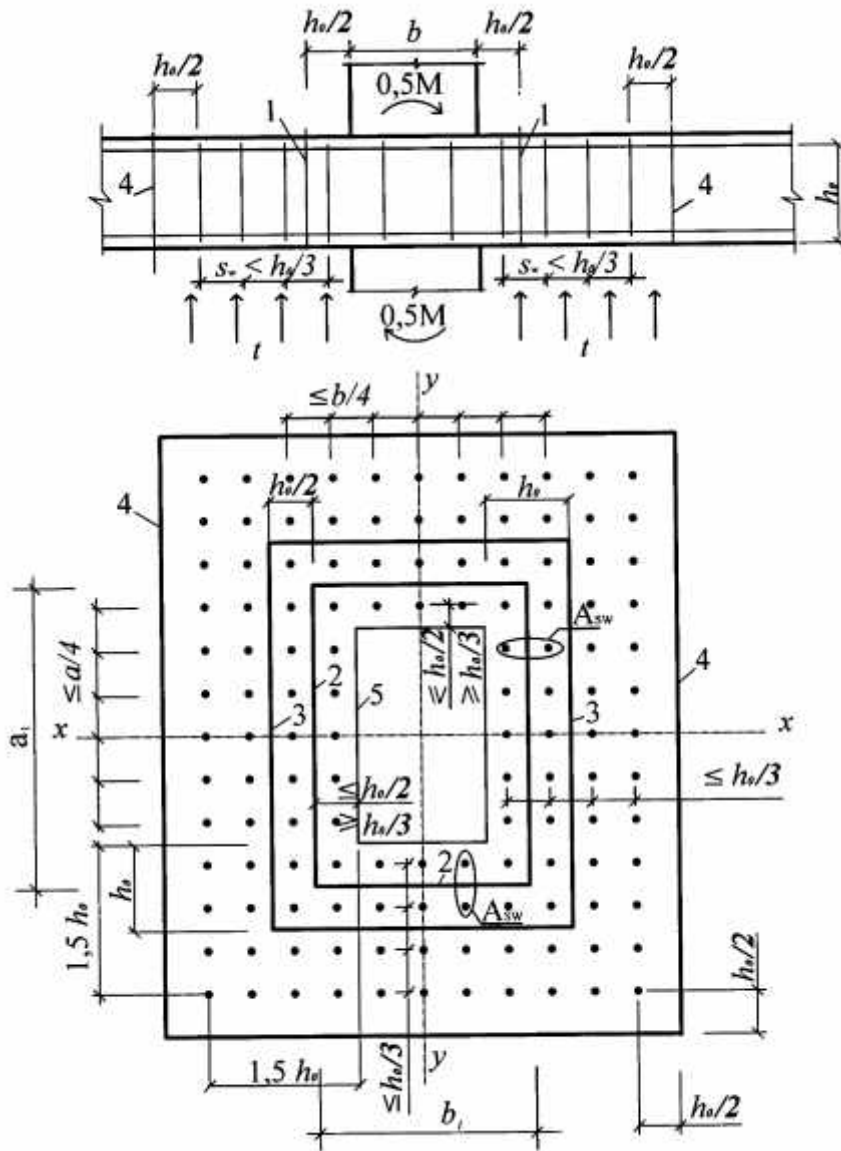
( 7.11)

$$F \leq F_b + F_{sw}, \tag{7.55}$$

$F_{sw}$  - ,

;

$F_b$  - , \tag{7.53}.



- 1 - ; 2 - ; 3 -  
 ; 4 -  
 ; 5 -

7.11 -

$F_{sw}$ ,

$$F_{sw} = 0,8q_{sw}u, \tag{7.56}$$

$q_{sw}$  -

$0,5h_0$

$$q_{sw} = \frac{R_{swt} A_{sw}}{S_w}, \tag{7.57}$$

$R_{swt}$  – (5.15);  
 $A_{sw}$  –  $S_w$ ,  
 $0,5h_0$   
 ;  
 $u$  – ,  
 7.31. ( , ),  $u$   
 (  $7.9$ , ).  $L_{swx}$   $L_{swy}$   
 $F_{sw}$   $F_b + F_{sw}$   $2F_b$ .  
 $0,25F_b$ .  
 $0,5h_0$  7.31, ( 7.11).  
 , , ,  
 ( 7.9, ).

7.33 ( 7.10)

$$\frac{F}{F_b} + \frac{M}{M_b} \leq 1, \tag{7.58}$$

$F$   $M$  – ,  
 $F_b$   $M_b$  – (7.30); ,

$F_b$   $M_b$  7.53.



$$M_b = R_{btt} W_b h_0, \tag{7.59}$$

$W_b -$

7.35.

$$\frac{F}{F_b} + \frac{M_x}{M_{bx}} + \frac{M_y}{M_{by}} \leq 1, \tag{7.60}$$

$F, M_x, M_y -$

(7.30);

$F_b, M_{bx}, M_{by} -$

X Y,

$F_b$

$M_{bx}$

$M_{by}$

7.31.

X

Y.

7.34

( 7.11)

$$\frac{F}{F_b + F_{sw}} + \frac{M}{M_b + M_{sw}} \leq 1, \tag{7.61}$$

$F, M -$

(7.30);

$F_b, M_b -$

$F_{sw}, M_{sw} -$

$F_b, M_b, F_{sw}, M_{sw},$

7.32 7.33.

$$M_{sw} = 0,8 q_{sw} W_{sw}, \tag{7.62}$$

$q_{sw}, W_{sw} -$

7.32 7.35.

$$\frac{F}{F_b + F_{sw}} + \frac{M_x}{M_{bx} + M_{sw,x}} + \frac{M_y}{M_{by} + M_{sw,y}} \leq 1, \tag{7.63}$$

$$\begin{aligned} & F, M_x, M_y - \\ & X, Y \end{aligned} \tag{7.34};$$

$$F_b, M_{bx}, M_{by} -$$

$$X, Y,$$

;

$$F_{sw}, M_{sw,x}, M_{sw,y} -$$

$$X, Y,$$

$$\begin{aligned} & F_b, M_{bx}, M_{by}, F_{sw} \\ & M_{sw,x}, M_{sw,y} \end{aligned} \tag{7.32} \tag{7.33}$$

Y.

$$(7.61) \tag{7.63} :$$

$$F_b + F_{sw} < 2F_b; \tag{7.64}$$

$$M_b + M_{sw} < 2M_b; \tag{7.65}$$

$$M_{b,x} + M_{sw,x} < 2M_{b,x}; \tag{7.66}$$

$$M_{b,y} + M_{sw,y} < 2M_{b,y}. \tag{7.67}$$

7.35

$$W_{bx(y)} \tag{X, Y}$$

$$W_{bx(y)} = \frac{I_{bx(y)}}{y(x)_{\max}}, \tag{7.68}$$

$$I_{bx(y)} -$$

$$X_0, Y_0,$$

$$(7.9);$$

$$y(x)_{\max} -$$

$$I_{bx(y)}$$

$$I_{bx(y)i}$$

$$x(y)_0 = \frac{\sum L_i x_i (y_i)_0}{\sum L_i}, \tag{7.69}$$

$$L_i -$$

;

$$x_i(y_i)_0 -$$

7.36  $L_x$   $L_y$   $X$   $Y$  ( 7.9, , )

$$I_{bx(y)} = I_{bx(y)1} + I_{bx(y)2}, \tag{7.70}$$

$I_{bx(y)1,2} - Y_1, I_{bx(y)1,2}$   $X$   $Y$   $L_x$   $L_y$   $X_1$   
 (7.71 7.72),  
 $L_x$   $L_y$  :

$$I_{bx(y)1} = L_{x(y)}^3 / 6; \tag{7.71}$$

$$I_{bx(y)2} = 0,5L_{y(x)}L_{x(y)}^2. \tag{7.72}$$

$W_{bx(y)}$  :

$$W_{bx(y)} = \frac{I_{bx(y)}}{0,5L_{y(x)}}; \tag{7.73}$$

$$W_{bx(y)} = (L_{x(y)}L_{y(x)} + 0,33L_{y(x)}^2). \tag{7.74}$$

7.37

$L_x$   $L_y$  ( 7.9, ),  
 ( )  $X$  ( ),

$$x_0 = \frac{L_x^2 + L_yL_x}{2L_x + L_y}, \tag{7.75}$$

$Y -$

$X_1$   $Y_1$  (7.70).

$I_{bx1}$   $I_{bx2}$  :

$$I_{bx1} = \frac{L_x^3}{6} + 2L_x(x_0 - 0,5L_x)^2; \tag{7.76}$$

$$I_{bx2} = L_y(L_x - x_0)^2. \tag{7.77}$$

$I_{by1}$   $I_{by2}$  :

$$I_{by1} = 0,5L_y^2; \tag{7.78}$$

$$I_{by2} = L_y^3 / 12. \tag{7.79}$$

$W_{bx}$   $W_{by}$  :

$$W_{bx} = \frac{I_{bx}}{x_0} \quad W_{bx} = \frac{I_{bx}}{L_x - x_0}; \tag{7.80}$$

$$W_{by} = \frac{2I_{by}}{L_x} \tag{7.81}$$

7.38

$$\left( \begin{matrix} L_x & L_y \\ & \end{matrix} \right) \tag{7.9}, \tag{X Y}$$

$W_{bx}$ .

$$x_0(y_0) = \frac{L_{x(y)}L_{y(x)} + 0,5L_{x(y)}^2}{L_x + L_y} \tag{7.82}$$

$X_1 Y_1$

(7.70).

$$I_{bx(y)1} \quad I_{bx(y)2} \quad :$$

$$I_{bx1} = \frac{L_x^3}{12} + L_x(x_0 - 0,5L_x)^2; \tag{7.83}$$

$$I_{bx2} = L_y(L_x - x_0)^2; \tag{7.84}$$

$$I_{by1} = L_x(L_y - y_0)^2; \tag{7.85}$$

$$I_{by2} = \frac{L_y^3}{12} + L_y(y_0 - 0,5L_y)^2. \tag{7.86}$$

$$W_{bx} \quad W_{by} \quad :$$

$$W_{bx} = \frac{I_{bx}}{x_0} \quad W_{bx} = \frac{I_{bx}}{L_x - x_0}; \tag{7.87}$$

$$W_{by} = \frac{I_{by}}{y_0} \quad W_{by} = \frac{I_{by}}{L_y - y_0}; \tag{7.88}$$

$W_{bx}$

$W_{by}$ .

7.39

$W_{sw,x(y)}$

$$\left( \begin{matrix} 0,5h_0 & & \\ & & \end{matrix} \right) \tag{7.9}, \tag{W_{bx} W_{by}}$$

( 7.9 ).

$L_{swx} \quad L_{swy}$

8

8.1

8.2

$$f=1,0.$$

8.3

$$(8.3).$$

$$N_{crc}, \quad (8.9).$$

8.4

$$(8.3 \quad 8.9),$$

0,3

0,4

0,2

0,3

8.5

*cre*

$$cre = cre1; \quad (8.1)$$

$$c_{rc} = c_{rc,1} + c_{rc,2} - c_{rc,3}, \tag{8.2}$$

$c_{rc,1} -$

;

$c_{rc,2} -$

( )

;

$c_{rc,3} -$

.

,

8.6

$M_{crc}$

8.9.

,

:

30° ;

,

– 50° ;

100°

– 70° .

.

200° ,

$\mu \geq 0,4 \%$

,

8.7

8.8.

8.9.

8.4 8.20

,

8.8

:

;

;

,

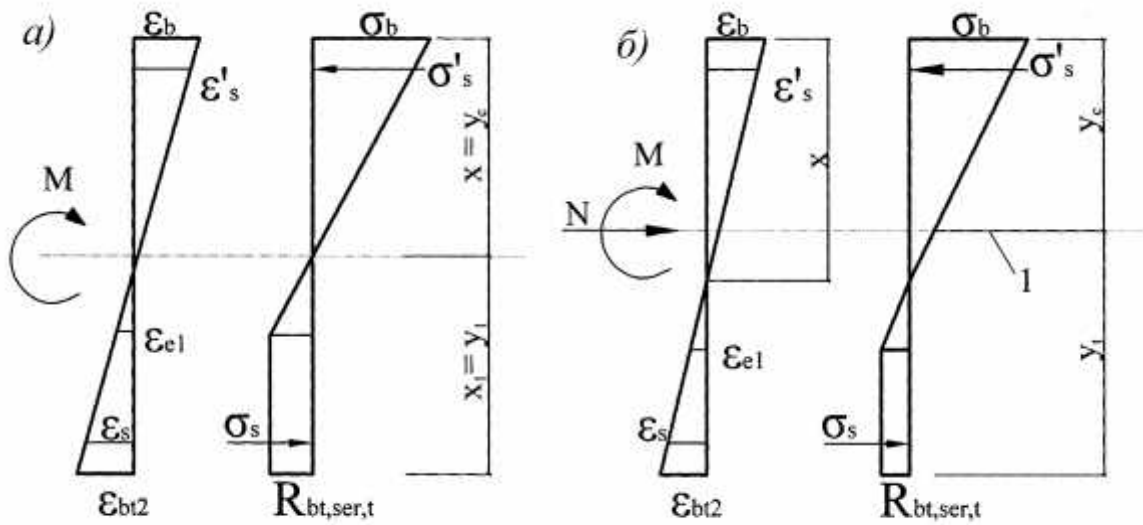
;

( 8.1);

*bt*

–

*bt2* .



8.1 -

( ) ,

8.9  
 $M_{crc}$

$$M_{crc} = (R_{bt,ser,t} - \sigma_{bt} + \sigma_{cs}) W \pm N e_x \quad (8.3)$$

(8.3) « »  
 $N$  « » -

$W$ ,

$$W = \frac{J_{red}}{y_t} \quad (8.4)$$

$e_x$  -

$N$ ,

$e_x$

$$e_x = \frac{W}{A_{red}} \quad (8.5)$$

(6.27).

$J_{red}$

$y_t$

(6.32).

$R_{bt}$

$$R_{bt} = R_{bt} t_b E_{bt} \quad (8.6)$$

$cs$

$$cs = cs \cdot t_b \cdot E_{bt} \cdot \quad (8.7)$$

(5.9),  $bt$  (8.3, 8.6, 8.7)  $R_{bt,ser,t}$  (5.8),  $E_{bt}$  -  
 . 5.7,  $cs$  - 5.8

8.10

$$I_s \quad I'_s \quad (6.29) \quad \frac{W}{c} \quad A'_s \quad (6.27) \quad W$$

$$W = \frac{bh^2}{6} \cdot \quad (8.8)$$

8.11

$N_{crc}$

$$N_{crc} = A_{red} (R_{bt,ser,t} - bt + cs) \cdot \quad (8.9)$$

8.12

$A_{red}, R_{bt,ser,t}, bt, cs$

8.9.

5.16,

$M_{crc}$

52-101 [1].

8.13

$$c_{rc} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \psi_s \left( \frac{\dagger_s}{E_{st}} - V_t + V_{cs} \right) I_s, \quad (8.10)$$

$I -$  ,  
 $\vdots$   
 $I = 1,0 -$  ;  
 $I_1 = 1,4 -$  ;  
 $I_2 -$  ,  
 $I_2 = 0,5 -$  ;  
 $I_2 = 0,8 -$  ;  
 $I_3 -$  ,  
 $I_3 = 1,0 -$  ;  
 $I_3 = 1,2 -$  .

1.

$s$

$$(8.21).$$

$s,$

(8.4),



8.14

$$s = \frac{M(h_0 - y_c)}{J_{red}} r_{s1}, \quad (8.11)$$

$J_{red}$  –

$s1$

$s1$ :

$$J_{red} = J_b + J_{s1} + J'_{s1}. \quad (8.12)$$

$J_b$

8.30.

$J_s$   $J'_s$

(8.35)

(8.36)

$y_c$  –

(8.40).

$y_c =$

(

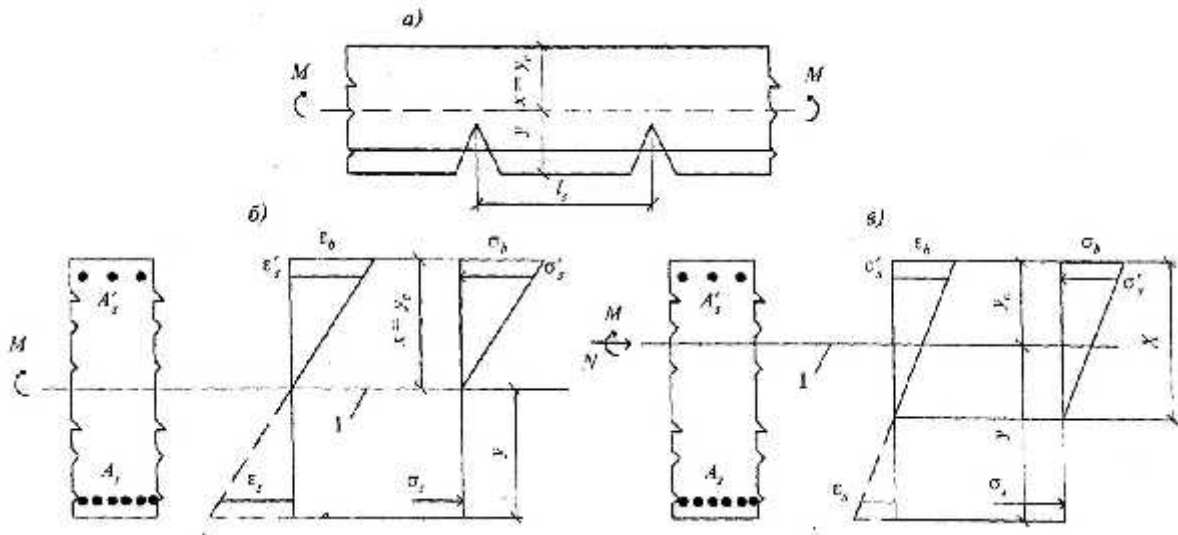
8.2),

–

,

8.31

$s2 = s1$ .



1 –

8.2 –

( , ),

( )

:

$$s1 = \frac{E_{st}}{E_{b,red,t}}; \quad (8.13)$$

$$s'_{s1} = \frac{E'_{st}}{E_{b,red,t}}. \quad (8.14)$$

$E_{st}$

$E'_{st}$

(5.23).

$$E_{bt,red,t}$$

$$E_{b,red,t} = \frac{R_{b,ser,t}}{V_{b1,red}} \tag{8.15}$$

$$R_{b,ser,t} \tag{5.6},$$

$b1,red$

5.6

$s$

$$z_s = \frac{M}{z_s A_s} \tag{8.16}$$

$z_s -$

$z_s$

$$z_s = h_0 - x/3. \tag{8.17}$$

,

$z_s$

$0,8h_0.$

8.15

$N$

$s$

$$z_s = \left[ \frac{M(h_0 - y_c)}{J_{red}} \pm \frac{N}{A_{red}} \right] r_{s1} \tag{8.18}$$

$A_{red}, J_{red}, y_c -$

,

$$(6.27, 8.12 \quad 8.40),$$

,

,

$s1$

$s1.$

$s$

:

$$z_s = \frac{N(e_s \pm z_s)}{A_s z_s} \tag{8.19}$$

$e_s -$

$N$

,

$M/N.$

$z_s$

$$(8.17),$$

8.31,

$s2, s1.$

,

$z_s$

0,7.

(8.18) (8.19) « » ,  
 « » -  
 $R_{s,ser,t}$   
 8.16  $l_s$

$$l_s = 0,5 \frac{A_{bt}}{A_s} d_s \quad (8.20)$$

$10d_s$  10  $40d_s$  40  
 1 .  
 $A_{bt}$   
 $x_t$ , 8.6-8.12.  
 $A_{bt}$   
 2  $0,5h$ .  
 8.17  $s$   
 $s = 1 - 0,8 \frac{\dagger_{s,crc}}{\dagger_s}$ , (8.21)

$s,crc$  - , 8.14;  
 $s$  - ,  
 $s$   
 $s = 1 - 0,8 \frac{M_{erc}}{M}$ , (8.22)

$rc$  - . 8.9.  
 8.18  $100^\circ$   
 $70^\circ$  (8.10)  $t_s$   
 $cs$  .

$$t = (stm - bt) tb, \quad (8.23)$$

$$cs = cs tb \quad (8.24)$$

(6.42);  
 $stm$  -  
 $bt$   $cs$  - 5.7 5.8;  
 $tb$  -

8.19

20.13330

8.20

8.21

$^{1/150}$   $^{1/75}$

$$f = \int_0^1 \overline{M}_x \left( \frac{1}{r} \right)_x dx, \tag{8.25}$$

$\overline{M}_x -$

$\left( \frac{1}{r} \right)_x -$

$l,$

(

$\overline{M}_x$   $\left( \frac{1}{r} \right)_x$

$$f = \frac{l^2}{12n^2} \left\{ \left( \frac{1}{r} \right)_{\text{sup},l} + \left( \frac{1}{r} \right)_{\text{sup},r} + 6 \sum_{i=1}^{\frac{n-1}{2}} i \left[ \left( \frac{1}{r} \right)_{il} + \left( \frac{1}{r} \right)_{ir} \right] + (3n-2) \left( \frac{1}{r} \right)_c \right\}, \tag{8.26}$$

$\left( \frac{1}{r} \right)_{\text{sup},l}, \left( \frac{1}{r} \right)_{\text{sup},r} -$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{il}, \left(\frac{1}{r}\right)_{ir} - \quad i$$

$$\left(\frac{1}{r}\right) - \quad ;$$

$$n - \quad , \quad ,$$

$$l - \quad 6;$$

$$(8.25) \quad (8.26) \quad \frac{1}{r}$$

$$8.25-8.35 \quad \cdot \quad \frac{1}{r}$$

8.22

$$(8.33),$$

$$f = sl^2 \left(\frac{1}{r}\right)_{\max}, \quad (8.27)$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{\max} -$$

8.23

s

$$s = 0,1,$$

$$s = 0,08,$$

$$s = a^2/48e^2.$$

$$s = 0,25,$$

$$s = 0,33,$$

8.24

$f_t$ ,

$$s=0,17a/(3 - / );$$

$$f_t = \int_0^1 \overline{M}_x \left(\frac{1}{r}\right)_{ix} dx, \quad (8.28)$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{ix} -$$

6.25–6.28;

$\overline{M}_x = \dots$  8.21.

$$f_t = \left(\frac{1}{r}\right)_t sl^2, \tag{8.29}$$

$\left(\frac{1}{r}\right)_t - \dots$  6.26–6.38;  
 $s - \dots$  8.23

8.25

)

)

8.26

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2; \tag{8.30}$$

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 + \left(\frac{1}{r}\right)_3. \tag{8.31}$$

(8.30)  
 $\left(\frac{1}{r}\right)_1, \left(\frac{1}{r}\right)_2 -$

(8.31)  
 $\left(\frac{1}{r}\right)_1 -$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 -$$

;

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 -$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1, \left(\frac{1}{r}\right)_2, \left(\frac{1}{r}\right)_3$$

8.27.

8.27

$$\frac{1}{r}$$

(8.26)

$$\frac{1}{r} = \frac{M}{D},$$

(8.32)

- N)

(

D -

$$D = E_{bl} I_{red},$$

(8.33)

$E_{bl} -$

$I_{red} -$

$E_{bl}$

$I_{red}$

8.28 8.29.

8.28

D

(8.33).

$I_{red}$

$$I_{red} = I + I_s + I'_s;$$

(8.34)

I -

(6.15)

400°

6.20 6.21;

6.16,

$I_s, I'_s -$

$$I_s = A_s (h_0 - y_c)^2; \tag{8.35}$$

$$I'_s = A'_s (y_c - a')^2. \tag{8.36}$$

$$= \frac{E_{st}}{E_{b1}} \tag{8.37}$$

$$= \frac{E'_{st}}{E_{b1}}, \tag{8.38}$$

$E_{st} \quad E'_{st} -$

$$(5.18)$$

6.20 6.21.

$I_{red}$

$$(8.33), (8.37) \tag{6.16, 8.38}$$

:

$$E_{b1} = E_b, \tag{8.39}$$

$b -$

( 5.1):

1-3, 6, 7, 10, 11, 19-21.....	0,85
4, 5, 8, 9, 23, 24 .....	0,80
12-18, 29, 30 .....	0,70

$$E_{b1} = E_{bt},$$

$$(5.10)$$

$$y_c = \frac{S_{c,red}}{A_{red}}, \tag{8.40}$$

$S_{c,red} -$

,

$$S_{c,red} = S_c + S_{sc} + S'_{sc}; \tag{8.41}$$

$A_{red} -$   
(6.27),

$$S_c = A_{red} 0,5h; \tag{8.42}$$

$A_s, S_{sc}, A'_s, S'_{sc} -$

,

$$S_{sc} = A_s h_0; \tag{8.43}$$



$$S'_{sc} = A'_s r' \tag{8.44}$$

8.29

$$I_{red} = I_b + I_{s2} + I'_{s1} \tag{8.45}$$

$I_b, I_s, I'_s$  –

$$I_b \quad I_s \quad I'_s \tag{8.30}$$

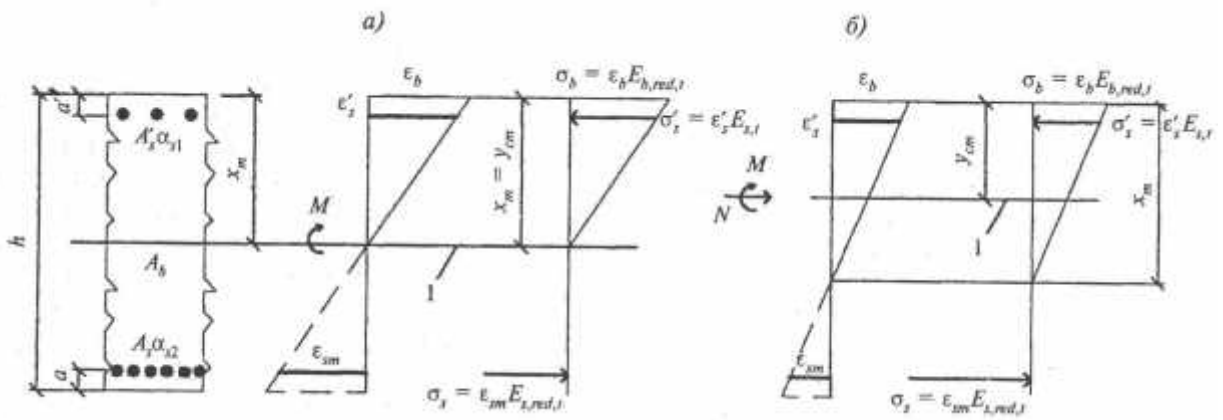
$$(8.35) \quad (8.36), \quad cm$$

$$(8.3)$$

$$cm = x_m, \tag{8.46}$$

$x_m$  –

8.31.



8.3 –

(8.14)

$$s_2 = \frac{E_{s,red,t}}{E_{b,red,t}} \tag{8.47}$$

(8.15).

$$E_{s,red,t} = \frac{E_{st}}{\xi_s} \tag{8.48}$$

$E_{st}$  –  
(8.21).  
8.20  
(8.21).

$$s = 1, \quad s_2 = s_1.$$

8.30  
)

$$I_b = \frac{bx_m^3}{3}; \tag{8.49}$$

$$I_b = I_{bw} + I'_{bf} = \frac{bx_m^3}{3} + \frac{(b'_f - b)h_f^3}{12} \left[ 1 + 12 \left( \frac{x_m}{h'_f} - 0,5 \right)^2 \right]; \tag{8.50}$$

$$I_b = \frac{bx_m^3}{3} \left[ 1 + 12 \left( \frac{y_{cm}}{x_m} - 0,5 \right)^2 \right]; \tag{8.51}$$

$$I_b = \frac{bx_m^3}{3} \left[ 1 + 12 \left( \frac{y_{cm}}{x_m} - 0,5 \right)^2 \right] + \frac{(b'_f - b)h_f^3}{12} \left[ 1 + 12 \left( \frac{y_{cm}}{h'_f} - 0,5 \right)^2 \right]. \tag{8.52}$$

8.31  $x_m \quad h'_f,$   
(8.49) (8.51),  $b = b'_f.$   
8.31  
)

$$S_{b0} = S_{s0} - S'_{s0}, \tag{8.53}$$

$S_{b0}, S_{s0}, S'_{s0}$  –

$x_m$

$$x_m = h_0 \left( \sqrt{(\tilde{r}_{s2})^2 + 2\tilde{r}_{s2} - \tilde{r}_{s2}} \right). \tag{8.54}$$

$$x_m = h_0 \left( \sqrt{(\tilde{r}_{s2} + \tilde{r}'_{s1})^2 + 2(\tilde{r}_{s2} + \tilde{r}'_{s1} a'/h_0)} - (\tilde{r}_{s2} + \tilde{r}'_{s1}) \right). \tag{8.55}$$

$$x_m = h_0 \left( \sqrt{(\tilde{r}_{s2} + \tilde{r}'_{s1} + \tilde{r}'_f)^2 + 2(\tilde{r}_{s2} + \tilde{r}'_{s1} a'/h_0 + \tilde{r}'_f h'_f/2h_0)} - (\tilde{r}_{s2} + \tilde{r}'_{s1} + \tilde{r}'_f) \right) \tag{8.56}$$

$$\tilde{r}_s = \frac{A_s}{bh_0}; \tag{8.57}$$

$$\tilde{r}'_s = \frac{A'_s}{bh_0}; \tag{8.58}$$

$$\tilde{r}'_f = \frac{A'_f}{bh_0}, \tag{8.59}$$

$A'_f$  –

$$A'_f = (b'_f - b) h'_f. \tag{8.60}$$

$$y_N = \frac{I_0 + \Gamma_{s2} I_{s0} + \Gamma_{s1} I'_{s0}}{S_{b0} - \Gamma_{s2} S_{s0} + \Gamma_{s1} S'_{s0}}, \tag{8.61}$$

$y_N$  –

$N$ ,

$I_{b0}, S_{b0}, I_{s0}, S_{s0}, I'_{s0}, S'_{s0}$  –  $o = M/N$ ;

$M$   $N$

$$x_m = x_{m1} \pm \frac{J_{red} N}{A_{red} M}, \tag{8.62}$$

$x_{m1}$  –

8.31;

$J_{red}, A_{red}$  –

6.16–6.18, 8.28. (8.62) « » ,  
 « » – .  
 8.32

$$D = E_{b,red,t} A_s z (h_0 - x_m), \tag{8.63}$$

$z$  –

$$z = h_0 - x_m / 3. \tag{8.64}$$

8.33

$$z = 0,8h_0.$$

(8.33) (8.66).

$D$

$$s = 1.$$

8.34

$$\left(\frac{1}{r}\right) = \frac{M - \{ {}_2bh^2R_{bt,sert} \}}{\{ {}_1E_{st} A_s h_0^2 \}}, \tag{8.65}$$

1

8.1, 2 –

8.2.

8.1

$\mu_f$	$\mu_{s1}$											
	0,07	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
0,0	0,60	0,55	0,49	0,45	0,38	0,34	0,30	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20
0,2	0,69	0,65	0,59	0,55	0,48	0,43	0,39	0,36	0,33	0,31	0,29	0,27
0,4	0,73	0,69	0,65	0,61	0,55	0,50	0,46	0,42	0,40	0,37	0,35	0,33
0,6	0,75	0,72	0,68	0,65	0,59	0,55	0,51	0,47	0,45	0,42	0,40	0,38
0,8	0,76	0,74	0,71	0,69	0,62	0,58	0,54	0,51	0,48	0,46	0,44	0,42
1,0	0,77	0,75	0,72	0,70	0,65	0,61	0,57	0,54	0,52	0,49	0,47	0,45

$$\mu_{s1} = \frac{A_s}{bh_0} r_{s1}; \quad \tilde{r}'_f = \frac{(b'_f - b)h'_f}{bh_0} + \frac{A'_s}{bh_0} r'_{s1}$$

8.2

-		$\mu_{s1}$													
$\mu_f$	$\mu'_f$	$\mu_{s1}$													
		0,07	0,07-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0	0,07	0,07-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0
0,0	0,0	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12
0,0	0,2	0,20	0,20	0,20	0,21	0,22	0,23	0,23	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,16
0,0	0,4	0,22	0,23	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20
0,0	0,6	0,24	0,25	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24
0,0	0,8	0,25	0,26	0,27	0,29	0,32	0,34	0,36	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,27	0,27
0,0	1,0	0,26	0,27	0,28	0,30	0,34	0,37	0,39	0,25	0,26	0,26	0,27	0,28	0,29	0,3
0,2	0,0	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20	0,21	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14
0,4	0,0	-	0,31	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	-	0,27	0,26	0,22	0,19	0,18	0,17
0,6	0,0	-	0,38	0,36	0,33	0,30	0,28	0,27	-	0,34	0,31	0,27	0,23	0,20	0,19
0,8	0,0	-	-	0,43	0,38	0,35	0,32	0,30	-	-	0,37	0,31	0,26	0,23	0,21
1,0	0,0	-	-	0,50	0,44	0,39	0,36	0,30	-	-	0,44	0,36	0,30	0,26	0,23
0,2	0,2	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,14	0,25	0,23	0,21	0,20	0,19
0,4	0,4	-	0,41	0,40	0,39	0,39	0,38	0,38	-	0,26	0,36	0,33	0,31	0,29	0,28
0,6	0,6	-	-	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	-	0,38	0,48	0,44	0,41	0,38	0,37
0,8	0,8	-	-	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	-	-	0,61	0,56	0,51	0,48	0,46
1,0	1,0	-	-	-	0,77	0,75	0,79	0,73	-	-	-	0,68	0,63	0,59	0,50

$$\mu_{s1} = \frac{A_s}{bh_0} r_{s1}, \quad \tilde{r}'_f = \frac{(b'_f - b)h'_f}{bh_0} + \frac{A'_s}{bh_0} r'_{s1}, \quad \tilde{r}_f = \frac{(b_f - b)}{bh} h_f$$

$$D = \frac{\{_1 E_{st} A_s h_0^2}{M - \{_2 bh^2 R_{bt,ser,t}} \quad (8.66)$$

$N$  ,  $S$   $S'$

$$\frac{1}{r} = \pm \frac{N}{S_{red} E_{b,red,t}} \quad (8.67)$$

$$S_{red} - \quad (8.41) \quad E_{b,red,t} - \quad (8.15).$$

8.35

– (8.30),  
 (8.31).  
 , (8.30) (8.31),  
 7.3.16 52-101 [1].

, –

**9**

9.1

, , :  
 , ;  
 ( );

9.2

, :  
 ;  
 ( . .), ;  
 ;  
 , – ,  
 , . . ;

9.3

80 – ; ) : ( )  
 40 – ; .

$$\frac{l_0}{i}$$

9.1.

9.1

	<i>l<sub>0</sub>/i</i>					
	20	50-100	300	500	700	900
	90	80	60	50	45	35
	200	145	90	55	-	-
	-					

9.4

, , -  
 , ,  
 (6.27).

9.5

, ( , :  
 ), ; ( , ,  
 . .);  
 ;

9.6

, :  
 20 - ;  
 15 - ;  
 5 - ;  
 - ;  
 :  
 50 100° .....1,5d;  
 100 300° .....2,0d;  
 300° ..... 2,5d.

9.7

, , :  
 , , , :

25 – ;  
 30 – ;  
 50 – (

9.8 , , ,  
 ( ) ,  $\eta_s = \frac{A_s}{bh_0} 100\%$

, %:  
 0,1 – ,  $\frac{l_0}{i} 17$  (  $\frac{l_0}{i} 5$ );

0,25 –  $\frac{l_0}{i} 87$  (  $\frac{l_0}{i} 25$ ).

$\mu_s$

9.9 , : ;

9.10  $\mu_s$  0,025 %.

200 –  $h$  150 ;  
 1,5 h 400 – : 400 – 150 .  
 , 500 – .



400 .  $2t$  400 ( $t -$  ),  $-$

9.11  $2h$  600 . 150

150

9.12  $\frac{1}{2}$  .

1  $\frac{1}{3}$  1

9.13 , ,

9.14 ( 0,25 )

6 .

6 .

9.15 , ,

$0,5h_0$  , 300 . 300

( ) , 150 ,

300 , 150 ,

9.16  $0,75h_0$  , 500 . ,

15d , 500 ( $d -$  ).

10d  
9.17  
400

1,5 %,  
300

( )

( )

400

( )  
9.18

1/3h<sub>0</sub>

300  
h<sub>0</sub>/3

h<sub>0</sub>/2

1,5h<sub>0</sub>.

1/4

( )  
7.8.

A<sub>b,max</sub>,

( 7.8, ).

:

;

—

—

9.19

,

,

,

9.20

:

( );

( ) ;

;

9.21

,

,

.

9.22  
 9.23 ( )

$R_{st}$ ,

$$l_{0,an} = \frac{R_{st} A_s}{R_{bond} u_s}, \tag{9.1}$$

$A_s$   $u_s$  -

$$R_{st} - \tag{5.20}, \tag{5.13}$$

$R_{bond}$  -

$$R_{bond} = 1 - 2 R_{btt}, \tag{9.2}$$

$R_{btt}$  -

$$(5.7), \tag{5.3}$$

$l = 1,5$  -  
 $l = 2,5$  -  
 $2$  -

$$\begin{aligned} 2 = 1,0 & - & d_s & 32 & ; \\ 2 = 0,9 & - & 36 & 40 & . \end{aligned}$$

9.24

$$0,3l_{0,an}, \tag{9.3},$$

$15d_s$  200 .

$$L_{an} = r l_{0,an} \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}}, \tag{9.3}$$

$l_{0,an}$  - ,  $(9.1)$ ;  
 $A_{s,cal}, A_{s,ef}$  - ,

– ,  
 ;  
 = 1,0 – ;  
 = 0,75 –

9.25  $N_s$ , 0,3 $l_{0,an}$ , 30 %, 15 $d_s$  200 .

$$N_s = \frac{R_{st} A_s l_s}{l_{an}} \leq R_{st} A_s, \quad (9.4)$$

$l_{an}$  – , 9.25,  $\frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}} = 1$ ;

$l_s$  –

$R_{st}$  – ,  $N_s$  ;  
 (5.20),  $st$  5.13 ;

$A_s$  –  
 9.26

( . 7.22–7.26)

9.27

9.25.  $Q$   $Q_{bl}$   
 5 $d_s$ .  
 , , , . . ,

9.28

) : ;

; ( , , );

) :

; (

, .).

9.29 ( )  
40 .

9.22.

( )  $l_e,$

$$l_e = \Gamma l_{0,an} \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}}, \quad (9.5)$$

$A_{s,cal}, A_{s,ef} -$  . 9.24; (9.1);

1,2 , - 0,9.

:

50 %,

- 25 %;

« ».

0,3l<sub>s</sub>.

4d<sub>s</sub>.

2d<sub>s</sub> 30 .

1,3l<sub>s</sub>.

100 %,

= 2.

50 %

25 %,

( .)

30%.

0,4 l<sub>o,an</sub>,

20d<sub>s</sub>

250 .

9.30

9.31

9.32

$$\begin{aligned}
 & d_s \quad : \quad d \\
 & \quad \quad \quad \vdots \\
 d = 2,5 d_s & \quad d_s < 20 \quad ; \\
 d = 4 d_s & \quad d_s \geq 20 \quad ; \\
 & \quad \quad \quad \vdots \\
 d = 5 d_s & \quad d_s < 20 \quad ; \\
 d = 8 d_s & \quad d_s \geq 20 \quad .
 \end{aligned}$$

9.33

20

9.34

15.

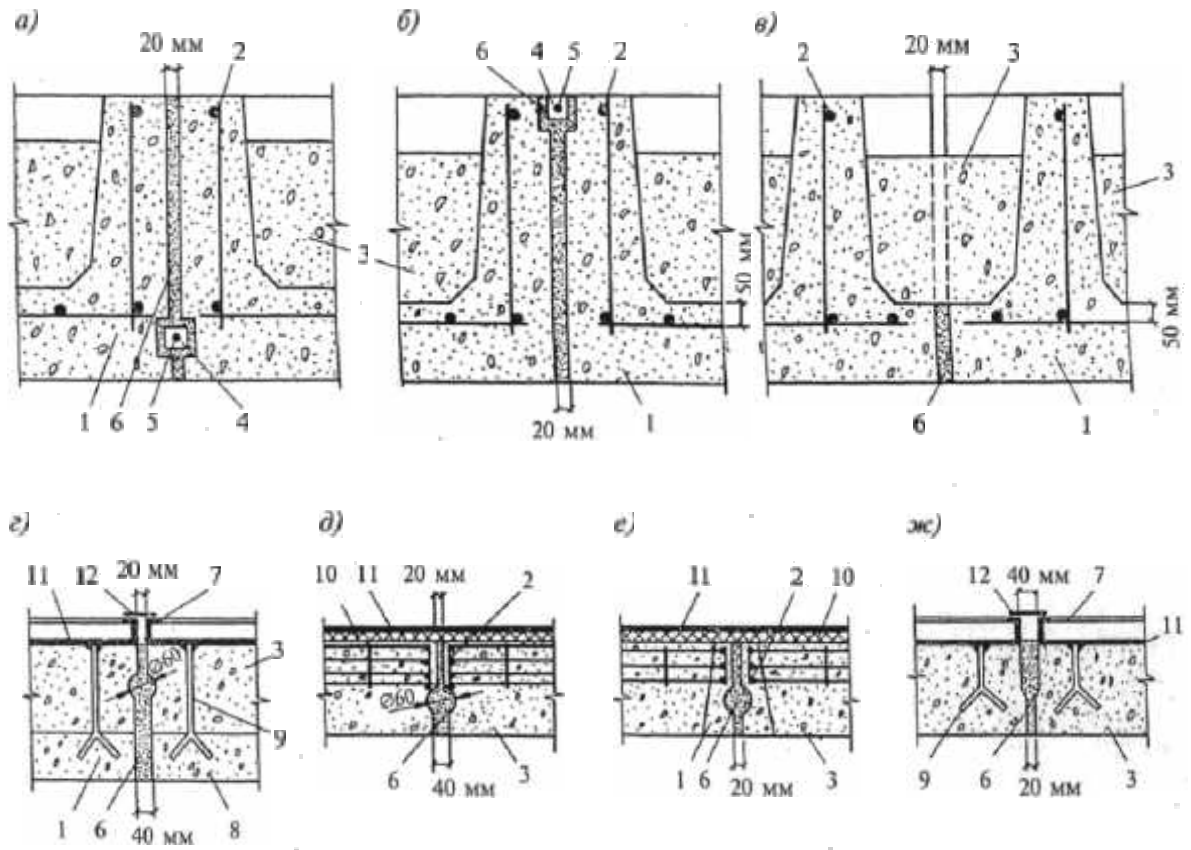
lan.

5x5 ( 9.1).

( 14098).

( , , )

« »



- ; 1 - 50x50 ; 2 - ; 3 - ; 4 - Ø1100 ; 5 - Ø 6 ; 6 - ; 7 - ; 8 - ; 9 - ; 10 - ; 11 - 10-20 ; 12 - Ø 1200

9.1 -

9.35  
l

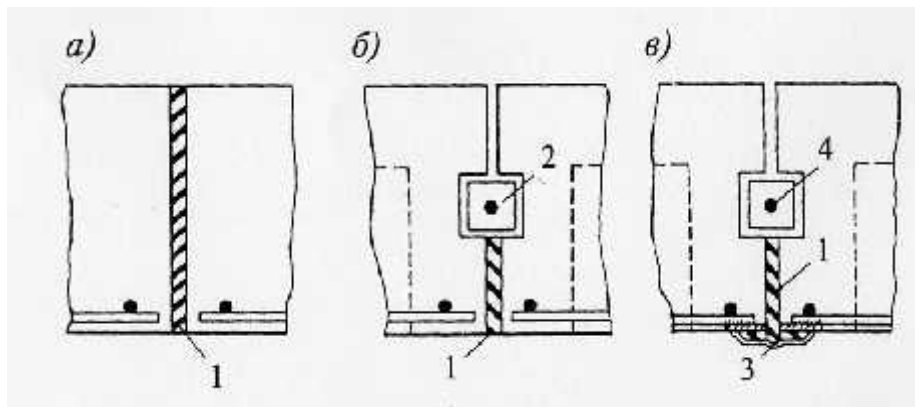
b

$$b = \epsilon_t l. \quad (9.6)$$

6.21-6.24.  $\epsilon_t$

30 %,

(9.6),  
(9.2).



1 - ; 2 - ; 3 -  
 ; 4 - 6  
 9.2 -

9.36.

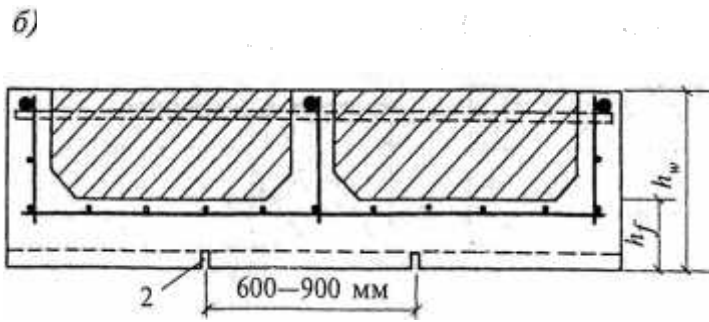
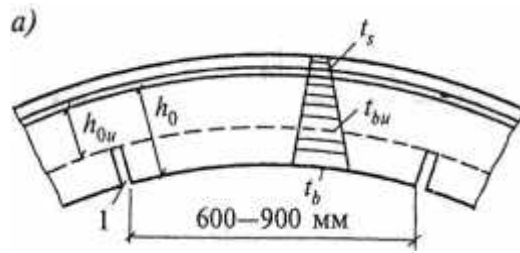
2-3 60 , 1/10 , 20 ( 9.3).

9.37

( 9.3). 0,5 2-5 60

9.38





- ; - ; 1 -  $0,1h_f$  2-3 2-5 ; 2 -

9.3 -

( 5.10).

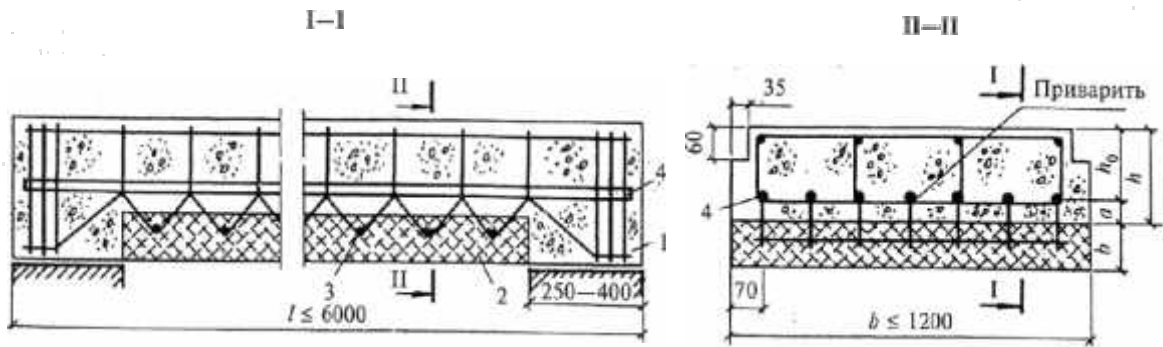
( 9.4).

4 ,

5.10.  
9.39

50

5.10,



1 - ; 2 - ; 3 -  
 4 ; 4 -

9.4 -

400°

50

100

5.10.

9.40

6-10

3×20

( 9.5).

250

3

« »

( 9.5, ).

9.41

( 9.6).

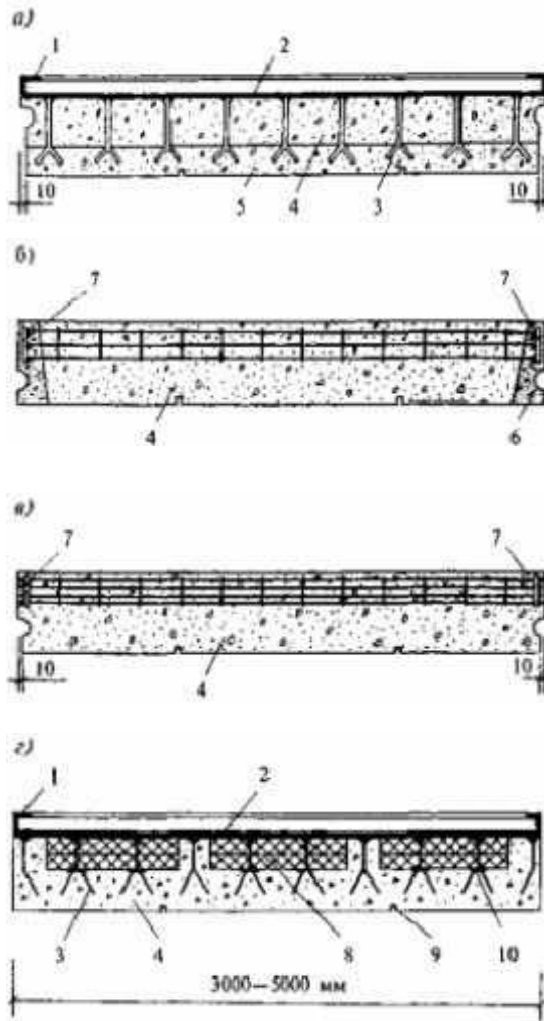
0,7-1 ,

9.42

2

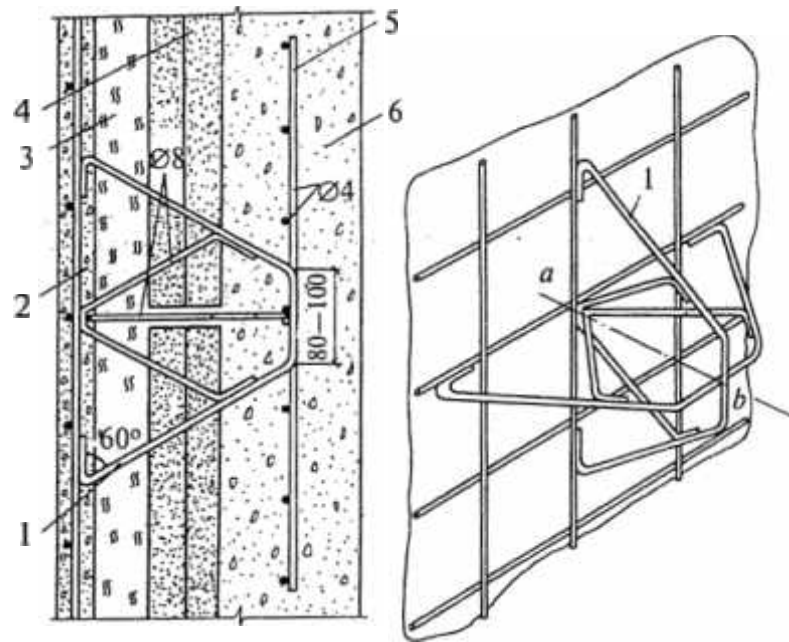
9.43

4



; - ; - ; - ; - ; -  
 D1100 ; 1- ; 2- ; 3- ; 4-  
 ; 5- ; 6- ; 7- ; 8- ; 9-  
 ; 10-

9.5 -



1- ; 2- ; 3-  
4- ; 5- ; 6-

9.6-

9.44

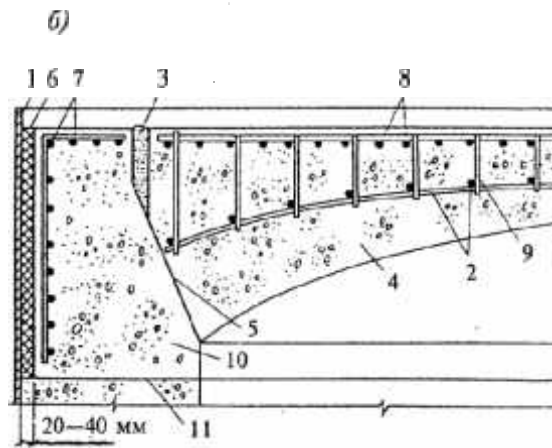
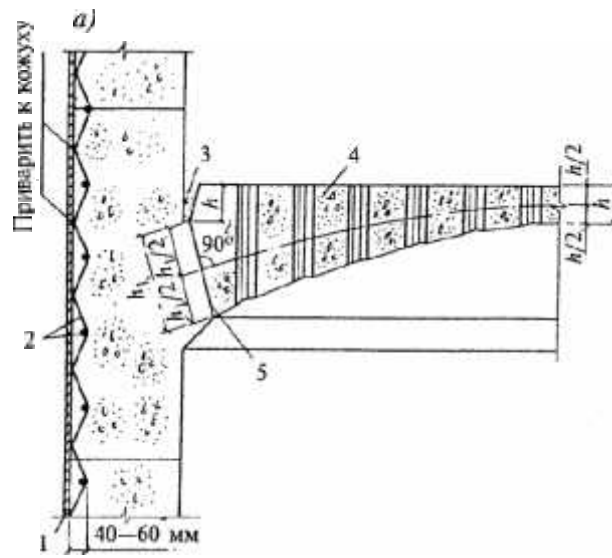
1/12

( 9.7). 20-40 ,

250 ,  
6 , 100×100 ,  
( 9.7, ). ( 5.10).

9.45

5.10.



20-40 ; 7- ; 1- ; 2- ; 3- ; 4- ; 5- ; 6- ; 8- ; 9- ; 10- ; 11- ; 6 ; 9.7-

9.46

9.47

( 9.7).

27.13330.2011

9.48

, , , .

9.49

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

( )

			5.1 ( )
<b>I.</b>			
	,	1300 1200 800	16, 19 11 23, 24
		800	23, 24
		1300	19
	( ),	1200 800	11 23, 24
		800 800	23, 24 23, 24
	, ,	1300	19, 21
	1	1200	19
		800	23, 24
		600	23, 24
<b>II.</b>			
		1200	11
		1100	11, 15
		1000	10, 11
		1000	10, 11
,	,	1200	11, 19
		800	15
		1000	15
	,	1100	11, 15
		1100	15
	,	1000	10, 11
	, ,	1200	19
		1000	10, 11



			5.1 ( )
<b>III.</b>			
		1000	33-37
		1000	33-37
		1000	23-26
		1000	23-26
-		900	33-37
	, , , ,	800	10, 11
3	, ,	850÷1100	23-26, 33-37
3		900÷1100	23-26, 33-37
	, ,	800	22
-	, ,	900	23-26, 33-37
-		900÷1000	23-26, 33-37
, ,	, ,	800÷1100	23-37
		800÷1100	23-37
	, ,	1250	19-21
		600	22-32
		800	10, 11
<b>IV.</b>			
		800	10-11
		1100	19
		1000	10,11
	, ,	1000	10,11

		,	5.1 ( )
<b>V.</b>			
350°	,	350	2-4
800°		800	6-9
,		800	10, 11
,	,	800	6-9
	800°	200° ,	
	-	-	7, 8
	-	800	10, 11
	-	1400	20, 21
	,	1000	10, 11
	,	800	23-37
,	,	1200	19, 21
,	,	1000	15-18
-		1100	19

( )

$N_{tot}$	
$N_t$	
$Q$	
$Q_t$	
$R_{b,tem} = R_{b\ bt} R_{bt} = R_{bt\ tt}$	
$R_{b,ser,t}$	
$R_{st} = R_{s\ st} R_{s,ser,t}$	
$R_{b,los}$	
$R_{swt}$	
$R_{sct}$	
$b$	
$bt$	
$b, \ddagger$	
$s$	
$st$	
$\beta_b \ \beta_s$	
$\sigma_s \ \sigma_b$	
$\sigma_{st}, \sigma_{bt} \ \sigma_{b,tem}$	
$\sigma_s, \sigma_{bt} \ \sigma_b$	
$\alpha_{tt}, \alpha_{cs}, \alpha_{bt}$	
$\alpha_{st}$	
$\alpha_{stm}$	
$S$	$)$ $)$ $)$ $,$ $;$
$S'$	$)$ $)$ $)$ $,$ $;$

$\begin{pmatrix} 1 \\ r \end{pmatrix}_t \quad \begin{pmatrix} 1 \\ r \end{pmatrix}_{cs}$	
$b$	,
$b_f \quad b'_f$	
$h$	,
,	$S \quad S'$
$h_0 \quad h'_0$ $h_f \quad h'_f$	, $h - \quad h - '$
$o_p$	
$o$	$N$
$s$	$S \quad N$
$l$	
$l_0$	,
$i$	
$d$	
$b$	
$bt$	
$red$	
$loc$	
,	$S \quad S' \quad N$
$A_s \quad A'_s$	$S \quad S'$
$sw$	,
	$/h_0$
$\mu$	$S \quad , \quad bh_0$
$S_{b0} \quad S'_{b0}$	
$S_{s0} \quad S'_{s0}$	$S \quad S'$
$I$	,
$I_{red}$	
$I_s$	
$I_{b0}$	
$I_{s0} \quad I'_{s0}$	$S \quad S'$
	,

27.13330.2011

$s$	$s'$	
$f_i, v_i$	$v_{cs}$	$S, S'$
$a_{erc}$		
$S$		$,$
$t_b$		
$t_{bm}$		$;$
$t_s$	$t'_s$	$S, S'$
$t_i$		
$t$		
$t_{bw}$		
$t_{bc}$		

- [1] 52-101-2003
- [2] 52-102-2004
- [3] 7-93
- [4]
- [5]
- [6]
- [7] 52-103-2007 ( 52-01-2003)

27.13330.2011

---

69+624.012.4 (083.74)

: , ,

---

**27.13330.2011**

,

**2.03.04-84**

« »

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

---

60×84 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> .	100	.	.
-------------------------------------	-----	---	---

---

« »  
., .18



27.13330.2011