

4

4.1

:

;

;

,

,

.

4.2

,

,

,

,

,

.

4.3

,

,

,

,

(

,

,

,

,

).

,

,

,

.

,

(

,

. .),

,

,

,

,

28.13330.

,

.

4.4

,

(

,

,

,

,

,

.).

4.5

,

,

:

;

;

;

；
；
。
，
(
)，
(
20.13330, 14.13330,
28.13330, 22.13330, 131.13330, 122.13330)。
4.6
54257
(
)，
(
)
(20.13330)。
(
)。

5

5.1

5.1.1

27751
；
；
。
，
：

;

((, ,).

,

(,)

,

(, ,

)

.

,

(,)

.

,

(,).

:

;

;

.

,

,

,

.

,

,

,

.

,

,

.

,

.

,

.

,

.

5.1.2 (, ,

,

,

,

(

),

— ,

1,60 – ,
1,40 – .
 , 1,25.

5.1.8 () ,

5.1.9

5.1.10

$$, \quad (5.1.11).$$

，
5.1.14 (，)

5.2

5.2.1 :
(
) –
(
，
)
；
(
)，
(
) –
(
–
5.2.2

5.2.2
，
 F
 F_{ult}
$$F \leq F_{ult} . \tag{5.1}$$

5.2.3
(. 5.2.4) (. 5.2.5)

5.2.4
0,9
，
 R_b
，
 R_b
0,65

5.2.5

63.13330.2012

, , .

« - ».

5.4

5.4.1

,

5.4.2

,

.

$$a_{crc}$$

$$a_{crc,ult}.$$

$$a_{crc} \leq a_{crc,ult} . \tag{5.3}$$

5.4.3

.

.

,

,

,

.

(, . .)

5.4.4

$$a_{crc,ult}$$

,

,

(, 28.13330).

5.5

5.5.1

,

$$f$$

$$f_{ult}.$$

$$f \leq f_{ult} . \tag{5.4}$$

5.5.2

,

(, . .).

5.5.3

,

,

.

.

: —
 (, —
).
 ,
 —
 ,
 .
 .
 ,
 ,
 ,
 .
 5.5.4
 ,
 .
 .
 5.5.5
 8.2.20.
 1/150 1/75 .

6

6.1

6.1.1

,
 ,
 :

$$\frac{2200}{1800} \frac{2500}{2200} / ^3 ;$$

$$/ ^3 ;$$
 ;
 ;
 .

6.1.2

,
 (, 25192,
 4.212),
 .

6.1.3

:
 $B;$
 $B_i;$

$F;$
 $W;$
 $D;$
 $S_p.$

), 0,95 (
 B_t 0,95 (
).
).
 F
 W
($\cdot 10^{-1}$),
 D
(/ ³).
 $\mu = 0,01.$
(50.13330, 28.13330).
 B_t

F W

6.1.4

6.1–6.6.

6.1

	3,5; 5; 7,5; 10; 12,5; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 70; 80; 90; 100		
	20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 70		
:			
–	3,5; 5; 7,5; 10; 12,5; 15; 20; 25; 30; 35; 40		
–	15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60		
:			
D800, D900	2,5; B3,5; 5; 7,5		
D1000, D1100	B2,5; B3,5; 5; 7,5; 10; B12,5		
D1200, D1300	B2,5; B3,5; B5; 7,5; 10; B12,5; B15; 20		
D1400, D1500	B3,5; B5; B7,5; B10; 12,5; B15; B20; B25; 30		
D1600, D1700	B7,5; B10; 12,5; 15; 20; 25; B30; B35; 40		
D1800, D1900	15; 20; B25; B30; 35; 40		
D2000	25; 30; 35; 40		
:			
D500	B1,5; 2; 2,5	–	
D600	B1,5; 2; 2,5; 3,5	1,5; 2	
D700	2; 2,5; 3,5; 5	1,5; 2; 2,5	
D800	2,5; 3,5; 5; 7,5	2; 2,5; 3,5	
D900	3,5; 5; 7,5; 10	2,5; 3,5; 5	
D1000	7,5; 10; 12,5	5; 7,5	
D1100	10; 12,5; 15; 17,5	7,5; 10	
D1200	12,5; 15; 17,5; 20	10; 12,5	

6.1

:	
D800, D900, D1000	B2,5; 3,5; 5
D1100, D1200, D1300	B7,5
D1400	B3,5; 5; 7,5
» — « » « (6 %).	

6.2 –

,	B _{0,8} ; B _{1,2} ; B _{1,6} ; B _{2,0} ; B _{2,4} ; B _{2,8} ; B _{3,2} ; B _{3,6} ; B _{4,0}
	B _{0,8} ; B _{1,2} ; B _{1,6} ; B _{2,0} ; B _{2,4} ; B _{2,8} ; B _{3,2}

6.3 –

,	F50; F75; F100; F150; F200; F300; F400; F500; F600; F700; F800; F1000
	F25; F35; F50; F75; F100; F150; F200; F300; F400; F500
	F15; F25; F35; F50; F75; F100

6.4 –

,	W2; W4; W6; W8; W10; W12; W14; W16; W18; W20
	W2; W4; W6; W8; W10; W12
W12 –	.

6.5 –

	D800; D900; D1000; D1100; D1200; D1300; D1400; D1500; D1600; D1700; D1800; D1900; D2000
	D500; D600; D700; D800; D900; D1000; D1100; D1200
	D800; D900; D1000; D1100; D1200; D1300; D1400

6.6 –

	S _{p0,6} ; S _{p0,8} ; S _{p1} ; S _{p 1,2} ; S _{p1,5} ; S _{p2} ; S _{p3} ; S _{p4} .

6.1.5

, ...

,

,

,

28 .

13015

6.1.6

15.

,

20.

 R_{bp} (

,

)

15

50 %

6.1.7

,

,

12

, .

,

,

20,

,

6.1.8

—

25.

,

,

28.13330.

,

5 °

40 ° ,

F75.

5 °

6.1.9

,

,

28.13330.

,

40 ° ,

6.1.10

:

 $R_{b,n};$ $R_{bt,n}.$

(

)

(

)
6.7.

6.1.11

R_{bt}

:

$$R_b = \frac{R_{b,n}}{\gamma_b}; \tag{6.1}$$

$$R_{bt} = \frac{R_{bt,n}}{\gamma_{bt}}. \tag{6.2}$$

γ_b

:

:

1,3 –
1,5 –

,

;

,

;

: 1,0.

γ_{bt}

:

:

1,5 –
2,3 –

,

;

,

;

:

1,3 –

,

,

;

: 1,0.

$R_b, R_{bt}, R_{b,ser}, R_{bt,ser}$ ()

:

–

6.8, 6.9,

–

6.7.

6.1.12

$b_i,$

(

,

. .):

) b_1 –

,

$R_b \quad R_{bt}$

:

$b_1=1,0$

(

)

;

$b_1=0,9$

(

)

.

$b_1=0,85;$

) b_2 –

,

R_b

, $b_2=0,9;$

) $b_3 -$

,
1,5 ,

R_b , $b_3 = 0,85$;

) $b_4 -$

,

R_b :

$b_4 = 1,00 -$

10 % ;

$b_4 = 0,85 -$

25 %;

—

10 %

25 %.

,

,

b_5 1,0.

,

40 °

, $b_5 = 1,0$.

.

Таблица 6.7

Вид	Бетон	Нормативные сопротивления бетона $R_{b,n}$, $R_{bt,n}$ МПа, и расчетные сопротивления бетона для предельных состояний второй группы $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$ МПа, при классе бетона по прочности на сжатие																					
		B1,5	B2	B2,5	B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	B70	B80	B90	B100
Сжатие осевое (призмная прочность) $R_{b,n}$ и $R_{b,ser}$	Тяжелый, мелкозернистый и напрягающий	—	—	—	2,7	3,5	5,5	7,5	9,5	11	15	18,5	22	25,5	29	32	36	39,5	43	50	57	64	71
	Легкий	—	—	1,9	2,7	3,5	5,5	7,5	9,5	11	15	18,5	22	25,5	29	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ячеистый	1,4	1,9	2,4	3,3	4,6	6,9	9,0	10,5	11,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Растяжение осевое $R_{bt,n}$ и $R_{bt,ser}$	Тяжелый, мелкозернистый и напрягающий	—	—	—	0,39	0,55	0,70	0,85	1,00	1,10	1,35	1,55	1,75	1,95	2,10	2,25	2,45	2,60	2,75	3,00	3,30	3,60	3,80
	Легкий	—	—	0,29	0,39	0,55	0,70	0,85	1,00	1,10	1,35	1,55	1,75	1,95	2,10	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ячеистый	0,22	0,26	0,31	0,41	0,55	0,63	0,89	1,00	1,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<p>Примечания</p> <p>1 Значения сопротивлений приведены для ячеистого бетона средней влажностью 10 %.</p> <p>2 Для мелкозернистого бетона на песке с модулем крупности 2,0 и менее, а также для легкого бетона на мелком пористом заполнителе значения расчетных сопротивлений $R_{b,ser}$, $R_{bt,ser}$ следует принимать с умножением на коэффициент 0,8.</p> <p>3 Для поризованного бетона, а также для керамзитоперлитобетона на вспученном перлитовом песке значения расчетных сопротивлений $R_{b,ser}$, $R_{bt,ser}$ следует принимать как для легкого бетона с умножением на коэффициент 0,7.</p> <p>4 Для напрягающего бетона значения $R_{b,n}$, $R_{bt,ser}$ следует принимать с умножением на коэффициент 1,2.</p>																							

Таблица 6.8

Вид	Бетон	Расчетные сопротивления бетона R_b, R_{br} , МПа, для предельных состояний первой группы при классе бетона по прочности на сжатие																					
		B1,5	B2	B2,5	B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	B70	B80	B90	B100
Сжатие осевое (призмная прочность) R_b	Тяжелый, мелкозернистый и напрягающий	—	—	—	2,1	2,8	4,5	6,0	7,5	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	25,0	27,5	30,0	33,0	37,0	41,0	44,0	47,5
	Легкий	—	—	1,5	2,1	2,8	4,5	6,0	7,5	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ячеистый	0,95	1,3	1,6	2,2	3,1	4,6	6,0	7,0	7,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Растяжение осевое R_{br}	Тяжелый, мелкозернистый и напрягающий	—	—	—	0,26	0,37	0,48	0,56	0,66	0,75	0,90	1,05	1,15	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,10	2,15	2,20
	Легкий	—	—	0,20	0,26	0,37	0,48	0,56	0,66	0,75	0,90	1,05	1,15	1,30	1,40	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ячеистый	0,09	0,12	0,14	0,18	0,24	0,28	0,39	0,44	0,46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<p>Примечания</p> <p>1 Значения сопротивлений приведены для ячеистого бетона средней влажностью 10 %.</p> <p>2 Для мелкозернистого бетона на песке с модулем крупности 2,0 и менее, а также для легкого бетона на мелком пористом заполнителе значения расчетных сопротивлений R_{br} следует принимать с умножением на коэффициент 0,8.</p> <p>3 Для поризованного бетона, а также для керамзитоперлитобетона на вспученном перлитовом песке значения расчетных сопротивлений R_{br} следует принимать как для легкого бетона с умножением на коэффициент 0,7.</p> <p>4 Для напрягающего бетона значения R_{br} следует принимать с умножением на коэффициент 1,2.</p> <p>5 Для тяжелых бетонов классов B70–B100 расчетные значения сопротивления осевому сжатию R_b и осевому растяжению R_{br} приняты с учетом дополнительного понижающего коэффициента $\gamma_{b,br}$, учитывающего увеличение хрупкости высокопрочных бетонов в связи с уменьшением деформаций ползучести и равного $\gamma_{b,br} = \frac{360 - B}{300}$, где B – класс бетона по прочности на сжатие.</p>																							

6.9

		R_{bt} , ,						
		B _t 0,8	B _t 1,2	B _t 1,6	B _t 2,0	B _t 2,4	B _t 2,8	B _t 3,2
R_{bt}	, ,	0,62	0,93	1,25	1,55	1,85	2,15	2,45

6.1.13

:

(
) ε_{b0} ε_{bt0} ;
 b ;
 G ;
(
) $\varphi_{b,cr}$;
(
) $v_{b,P}$;
 α_{bt} .

6.1.14

,
:
:
 $b_0 = 0,002$;
 $bt_0 = 0,0001$;
— 6.10
.

6.10

%	,					
	$\varepsilon_{b0} \cdot 10^3$	$\varepsilon_{b2} \cdot 10^3$	$\varepsilon_{b1,red} \cdot 10^3$	$\varepsilon_{bt0} \cdot 10^3$	$\varepsilon_{bt2} \cdot 10^3$	$\varepsilon_{bt1,red} \cdot 10^3$
75	3,0	4,2	2,4	0,21	0,27	0,19
40–75	3,4	4,8	2,8	0,24	0,31	0,22
40	4,0	5,6	3,4	0,28	0,36	0,26
1	131.13330					
2	ε_{b2} (270–)/210.					

6.4

6.1.15 $[(0,4 + 0,6 / 2200) - 0,7] (- .)$

6.11. $0,4 b .$

$$E_{b,\tau} = \frac{E_b}{1 + \varphi_{b,cr}}, \quad (6.3)$$

$\varphi_{b,cr} - ,$ 6.1.16.

6.1.16

 b,cr

() .

,

6.12.

,

.

6.12

 $(/ 2200)^2 .$

6.1.17

 $v_{b,P} = 0,2 .$

6.1.18

 40° 50°

:

$\alpha_{bt} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} -$

,

,

;

$\alpha_{bt} = 0,7 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} -$

;

$\alpha_{bt} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} -$

.

Т а б л и ц а 6.11

Бетон	Значения начального модуля упругости бетона при сжатии и растяжении E_b , МПа·10 ⁻³ , при классе бетона по прочности на сжатие																					
	B1,5	B2	B2,5	B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	B70	B80	B90	B100
Тяжелый	—	—	—	9,5	13,0	16,0	19,0	21,5	24,0	27,5	30,0	32,5	34,5	36,0	37,0	38,0	39,0	39,5	41,0	42,0	42,5	43
Мелкозернистый групп:																						
А – естественного твердения	—	—	—	7,0	10	13,5	15,5	17,5	19,5	22,0	24,0	26,0	27,5	28,5	—	—	—	—	—	—	—	—
Б – автоклавного твердения	—	—	—	—	—	—	—	—	16,5	18,0	19,5	21,0	22,0	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	—	—	—	—
Легкий и поризованный марки по средней плотности:																						
D800	—	—	4,0	4,5	5,0	5,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D1000	—	—	5,0	5,5	6,3	7,2	8,0	8,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D1200	—	—	6,0	6,7	7,6	8,7	9,5	10,0	10,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D1400	—	—	7,0	7,8	8,8	10,0	11,0	11,7	12,5	13,5	14,5	15,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D1600	—	—	—	9,0	10,0	11,5	12,5	13,2	14,0	15,5	16,5	17,5	18,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D1800	—	—	—	—	11,2	13,0	14,0	14,7	15,5	17,0	18,5	19,5	20,5	21,0	—	—	—	—	—	—	—	—
D2000	—	—	—	—	—	14,5	16,0	17,0	18,0	19,5	21,0	22,0	23,0	23,5	—	—	—	—	—	—	—	—
Ячеистый автоклавного твердения марки по средней плотности:																						
D500	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D600	1,7	1,8	2,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D700	1,9	2,2	2,5	2,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D800	—	—	2,9	3,4	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D900	—	—	—	3,8	4,5	5,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D1000	—	—	—	—	5,0	6,0	7,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D1100	—	—	—	—	—	6,8	7,9	8,3	8,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D1200	—	—	—	—	—	—	8,4	8,8	9,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Окончание таблицы 6.11

Примечания	
1	Для мелкозернистого бетона группы А, подвергнутого тепловой обработке или при атмосферном давлении, значения начальных модулей упругости бетона следует принимать с коэффициентом 0,89.
2	Для легкого, ячеистого и поризованного бетонов при промежуточных значениях плотности бетона начальные модули упругости принимают по линейной интерполяции.
3	Для ячеистого бетона неавтоклавного твердения значения E_b принимают как для бетона автоклавного твердения с умножением на коэффициент 0,8.
4	Для напрягающего бетона значения E_b принимают как для тяжелого бетона с умножением на коэффициент $\alpha = 0,56 + 0,006 B$.

6.12

	$\varphi_{b,cr}$										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60 – 100
75	2,8	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
40 – 75	3,9	3,4	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4
40	5,6	4,8	4,0	3,6	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0
131.13330	–										

6.1.19

.
 ,
 ,
 :
 (,) ,
 .
 (. .).
 ,
 ,
 (6.1, ,)
 6.1.20 (6.1)
 σ_b ε_b

$$0 \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b1} :$$

$$\sigma_b = E_b \varepsilon_b , \quad (6.4)$$

$$\varepsilon_{b1} < \varepsilon_b < \varepsilon_{b0}$$

$$\sigma_b = \left[\left(1 - \frac{\sigma_{b1}}{R_b} \right) \cdot \frac{\varepsilon_b - \varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{b0} - \varepsilon_{b1}} + \frac{\sigma_{b1}}{R_b} \right] \cdot R_b . \quad (6.5)$$

$$\varepsilon_{b0} \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b2}$$

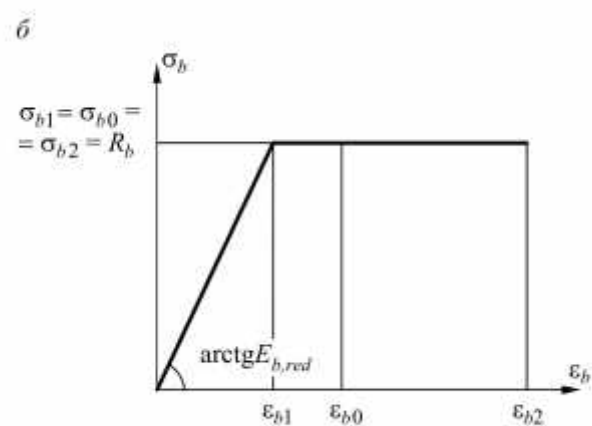
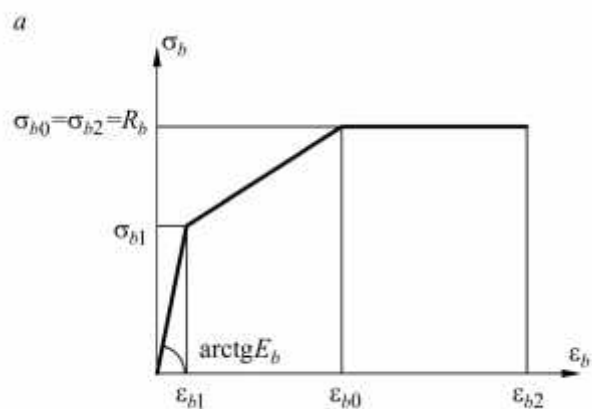
$$\sigma_b = R_b . \quad (6.6)$$

 σ_{b1}

$$\sigma_{b1} = 0,6 R_b ,$$

 ε_{b1}

$$\varepsilon_{b1} = \frac{\sigma_{b1}}{E_b} .$$



— ;
—

6.1 –

ε_{b2} ,

:

:

60 $\varepsilon_{b2} = 0,0035$;

0,0033 70 0,0028 100;

— 6.10.

6.1.11, 6.1.12, 6.1.14, 6.1.15.

6.1.21

$R_b, E_b \quad \varepsilon_{b0}$

σ_b

$$0 \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b1}, \quad \varepsilon_{b1} = \frac{R_b}{E_{b,red}},$$

$$\sigma_b = E_{b,red} \cdot \varepsilon_b ; \quad (6.7)$$

$$\varepsilon_{b1} \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b2}$$

$$\sigma_b = R_b . \quad (6.8)$$

$E_{b,red}$:

$$E_{b,red} = \frac{R_b}{\varepsilon_{b1,red}} . \tag{6.9}$$

$\varepsilon_{b1,red}$:

$\varepsilon_{b1,red} = 0,0015;$
 $\varepsilon_{b1,red} = 0,0022;$
6.10.

R_b, ε_{b2} 6.1.20.

6.1.22 ε_{bt} σ_{bt} 6.1.20 6.1.21 .

R_{bt} 6.1.11, 6.1.12,

E_{bt} 6.1.15,

ε_{bt0} 6.1.12, ε_{bt2}

, :

$-\varepsilon_{bt2} = 0,00015,$ —

6.10. $\varepsilon_{bt1,red} = 0,00008$ — 6.10;

, $R_{bt} \varepsilon_{bt1,red}$.

6.1.23 $E_{bt,red}$ (6.10),

—

6.1.20 6.1.21 ,

6.1.24 .

—

, 6.1.20 6.1.22,

, (. . 6.1.21), ,

—

6.1.25 .

—

6.1.26 .

—

, 6.1.20 6.1.21,

6.1.27

 $bt = 1,0$. 40° $bt = 1,0$. bt

6.1.28

()

()

6.1.29

6.2

6.2.1

6.2.2

6-50 ;

6-50 ;
3-16 ;

6-18 .

6.2.3

7,

7 ,

7 ,

0,2 %), 0,95, 0,1 %
6.2.4

400, 500 600,
500 500
240 3 3 (535),
400, 500, 500 500.
600, 800 1000;
7- (7) 1400, 1500, 1600, 1700;
1200 1600;
240;
400, 500, 600, 500 500.

6.2.5
30 ° 240 3 ,
40 ° 400 35 ,
55 ° 20 2 .
[1] 600
52544, [3]).
14098, [2]).

6.2.6 ()

240 3 3 (2
535).

40 ° ,

3 .
6.2.7

$R_{s,n}$,

6.13.

6.2.8

R_s

$$R_s = \frac{R_{s,n}}{\gamma_s}, \quad (6.10)$$

$s -$

1,15

,
1,0 –

R_s 6.14, (

)

–

6.13.

$R_{s,n}$

6.13

		$R_{s,n}$
		$R_{s,ser}$
240	6–40	240
400	6–40	400
500	10–40	500
600	10–40	600
800	10–32	800
1000	10–32	1000
500	3–16	500
500	3–5	500
1200	8	1200
1300	7	1300
1400	4; 5; 6	1400
1500	3	1500
1600	3–5	1600
1400	15	1400
1500	6–18	1500
1600	6; 9; 11; 12; 15	1600
1700	6–9	1700

R_{sc}
 R_s ,
:
400
500
500 600
 R_{sc}
6.14.

6.14

	R_s	R_s
240	210	210
400	350	350
500	435	435(400)
600	520	470(400)
800	695	500(400)
1000	870	500(400)
500	435	415(380)
500	415	390(360)
1200	1050	500(400)
1300	1130	500(400)
1400	1215	500(400)
1500	1300	500(400)
1600	1390	500(400)
1400	1215	500(400)
1500	1300	500(400)
1600	1390	500(400)
1700	1475	500(400)
— R_{sc}		

6.2.9

si ,
 R_{sw} 240... 500, 500
6.15.
 R_{sw}
300

6.15

	(
	,
240	170
400	280
500	300
500	300

6.2.10

:

 s_0 R_s ; E_s .

6.2.11

 s_0

:

$$\varepsilon_{s0} = \frac{R_s}{E_s}; \quad (6.11)$$

$$\varepsilon_{s0} = \frac{R_s}{E_s} + 0,002. \quad (6.12)$$

6.2.12

 s

:

 $s = 1,95 \cdot 10^5$ –

();

 $s = 2,0 \cdot 10^5$ –

().

6.2.13

()

.

()

 σ_s ε_s

,

240 – 500, 500

(6.2,),

(600 – 1000, 6.2,),

1200 –

1500,

1400,

1500

1600 –

.

,

.

,

.

6.2.14

σ_s

ε_s :

$0 < \varepsilon_s < \varepsilon_{s0}$

$\sigma_s = \varepsilon_s \cdot E_s ;$
(6.13)

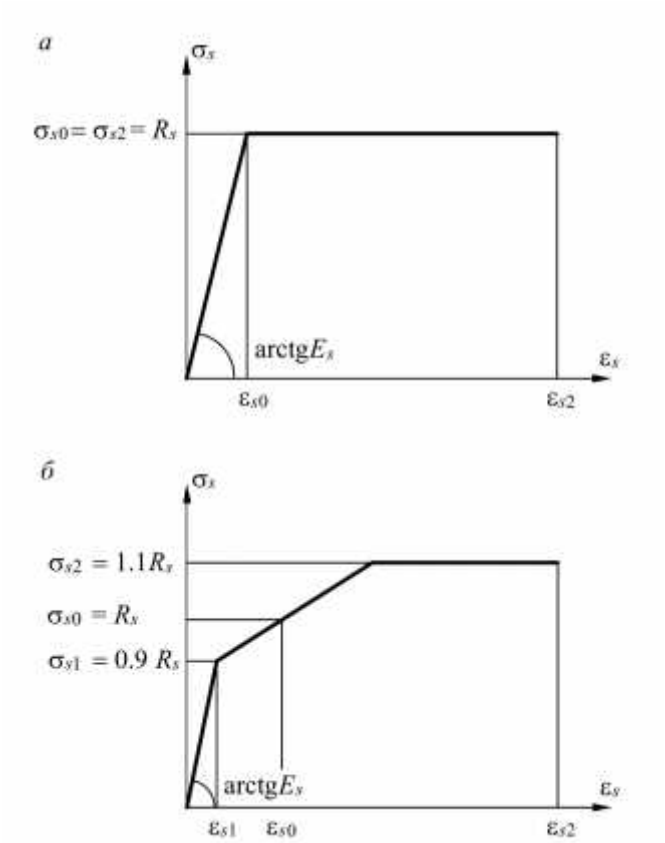
$\varepsilon_{s0} \leq \varepsilon_s \leq \varepsilon_{s2}$

$\sigma_s = R_s .$
(6.14)

$\varepsilon_{s0} , E_s R_s$ 6.2.11, 6.2.12 6.2.8.
 ε_{s2} 0,025.

ε_{s2} 0,025

, , .



– ; –

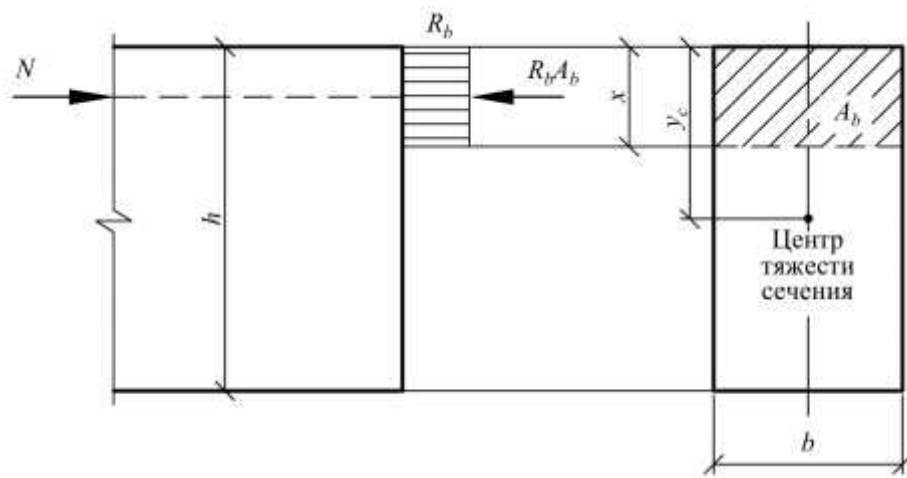
6.2 –

6.2.15

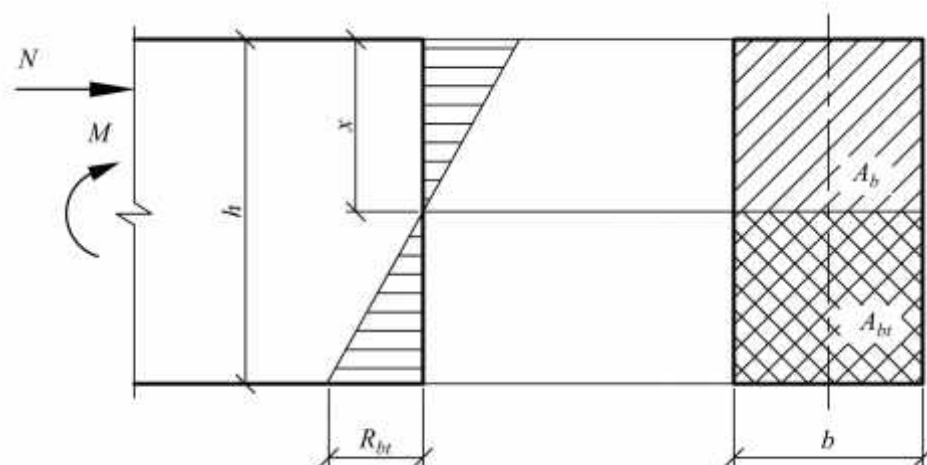
σ_s

ε_s :

R_b , $(7.1.9)$.
 (7.2)
 $(7.1.9, 7.1.10, 7.1.12)$.



7.1 – ,



7.2 – () ,

7.1.4

,

$$\left(\frac{\sigma_{mt}}{R_{bt}} \right)$$

$$\left(\frac{\sigma_{mc}}{R_b} \right)$$

1,0.

7.1.5

()

8.1.43 – 8.1.45.

7.1.6

, 10.3.7,

.

7.1.7

, :

1/600

,

;

1/30

;

10 .

0

,

,

.

0

—

.

7.1.8

$$\frac{l_0}{i} > 14$$

0

,

7.1.11.

7.1.9

$$N \leq R_b \cdot A_b, \quad (7.1)$$

 $N -$

;

 $b -$

,

 $N (\quad , \quad) .$

$$A_b = b \cdot h \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot e_0 \cdot \eta}{h} \right). \quad (7.2)$$

$$0 \quad h/30 \quad l_0 \leq 20h$$

$$N \leq \varphi \cdot R_b \cdot A, \quad (7.3)$$

— ;
 $\varphi =$, 7.1

$\frac{l_0}{h}$,
 φ , $\varphi = 0,9$
 $\frac{l_0}{h} = 10$ $\varphi = 0,85$ $\frac{l_0}{h} = 20$;
 $l_0 =$, .

7.1

l_0/h	6	10	15	20
φ	0,92	0,9	0,8	0,6

$$, \quad (7.1)$$

$$N \leq \frac{R_{bt} \cdot A}{\frac{A}{I} \cdot e_0 \cdot \eta \cdot y_t - 1}. \quad (7.4)$$

(7.4)

$$N \leq \frac{R_{bt} \cdot b \cdot h}{\frac{6e_0 \cdot \eta}{h} - 1}. \quad (7.5)$$

(7.4) (7.5):

— ;
 $I =$;
 $y_t =$;
 $\eta =$;
 7.1.10 , 7.1.11.
 7.1.10

(7.4) (7.5).

7.1.11

 $\eta,$
 $0,$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}, \quad (7.6)$$

 $N_{cr} =$,

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot D}{l_0^2}, \quad (7.7)$$

D – , , 8.1.15.

7.1.12

$$\leq M_{ult}, \quad (7.8)$$

– ;
 M_{ult} – ,

·
 M_{ult}

$$M_{ult} = R_{bt} \cdot W, \quad (7.9)$$

W – .

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}. \quad (7.10)$$

8

8.1

, (, ,).

8.1.1

()
 , .

8.1.20 – 8.1.30.

:

, , ,

8.1.4 – 8.1.16;

8.1.2

.

, ,

.

,

$$\frac{l_0}{i} > 14$$

0 η,

8.1.15.

8.1.3

,

(. 8.2.8 – 8.2.14.),

15%,

.

8.1.4

,

:

;

,

R_b

;

()
;

R_s ;

R_{sc} .

8.1.5

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

,

ξ_R ,

,

R_s .

8.1.6

ξ_R

$$\xi_R = \frac{x_R}{h_0} = \frac{0,8}{1 + \frac{\epsilon_{s,el}}{\epsilon_{b2}}}, \tag{8.1}$$

$\epsilon_{s,el}$ –

,

R_s

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s}{E_s}; \quad (8.2)$$

ε_{b2} — , R_b ,

6.1.20.

$$(8.1) \quad 0,8 \quad 70 - 100 \quad 0,7.$$

8.1.7

0

1/600

;

1/30

10 .

0

0

8.1.8

$$\leq \quad_{ult}, \quad (8.3)$$

—

:

$_{ult}$ —

8.1.9

$_{ult}$

$$(8.1) \quad \xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R$$

$$_{ult} = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5x) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a'), \quad (8.4)$$

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b}. \quad (8.5)$$

8.1.10

$_{ult}$

,

$$(\quad), \quad \xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R$$

:

)

(8.2,), . .

$$R_s \cdot A_s \leq R_b \cdot b'_f \cdot h'_f + R_{sc} \cdot A'_s, \quad (8.6)$$

ult

8.1.9

 b'_f ;

)

(

8.2,

),

..

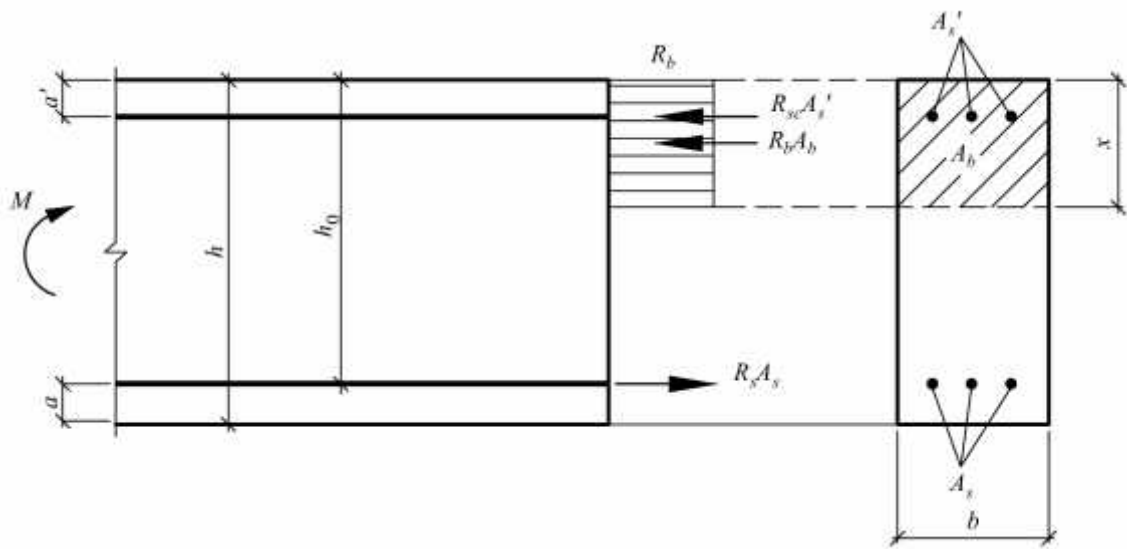
(8.6)

,

 ult

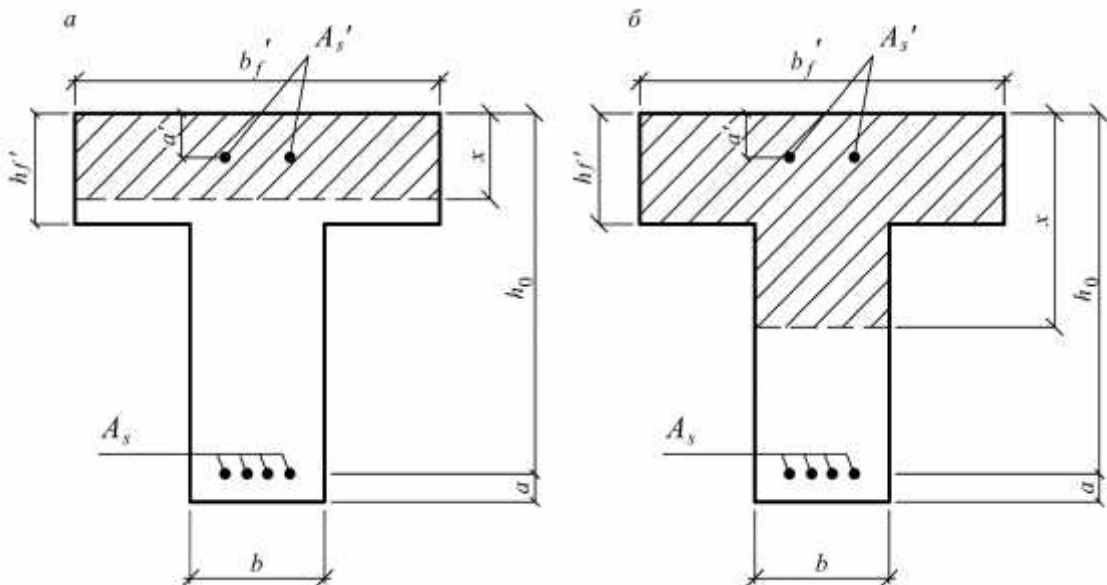
$$M_{ult} = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5x) + R_b (b'_f - b) \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f) + R_{sc} \cdot A'_s (h_0 - a'), \quad (8.7)$$

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s - R_b (b'_f - b) \cdot h'_f}{R_b \cdot b}. \quad (8.8)$$



8.1 –

,



8.2 –

8.1.11 b'_f , , ,

1/6

:

) $h'_f \geq 0,1h - 1/2$

;

) (,
) $h'_f < 0,1h - 6h'_f$;

) :

$h'_f \geq 0,1h \dots\dots\dots 6h'_f$;

$0,05h \leq h'_f < 0,1h \dots\dots 3h'_f$;

$h'_f < 0,05h -$.

8.1.12

$x \leq \xi_R \cdot h_0$.

,

,

$x \leq \xi_R \cdot h_0$,

(8.4) (8.7),

$_{ult}$

$x = \xi_R \cdot h_0$.

8.1.13

, $R_s \cdot A = R_{sc} \cdot A'_s$, $_{ult}$

$_{ult} = R_s \cdot A_s (h_0 - a')$. (8.9)

($'_s = 0$)

$x < 2a'$, (8.9) $\frac{x}{2}$.

8.1.14

$N \cdot e \leq R_b \cdot b \cdot x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} \cdot A'_s (h_0 - a')$, (8.10)

$N -$;

$-$

N

()

,

$e = e_0 \cdot \eta + \frac{h_0 - a'}{2}$. (8.11)

$\eta -$, ()

8.1.15.

63.13330.2012

0 – 8.1.7.

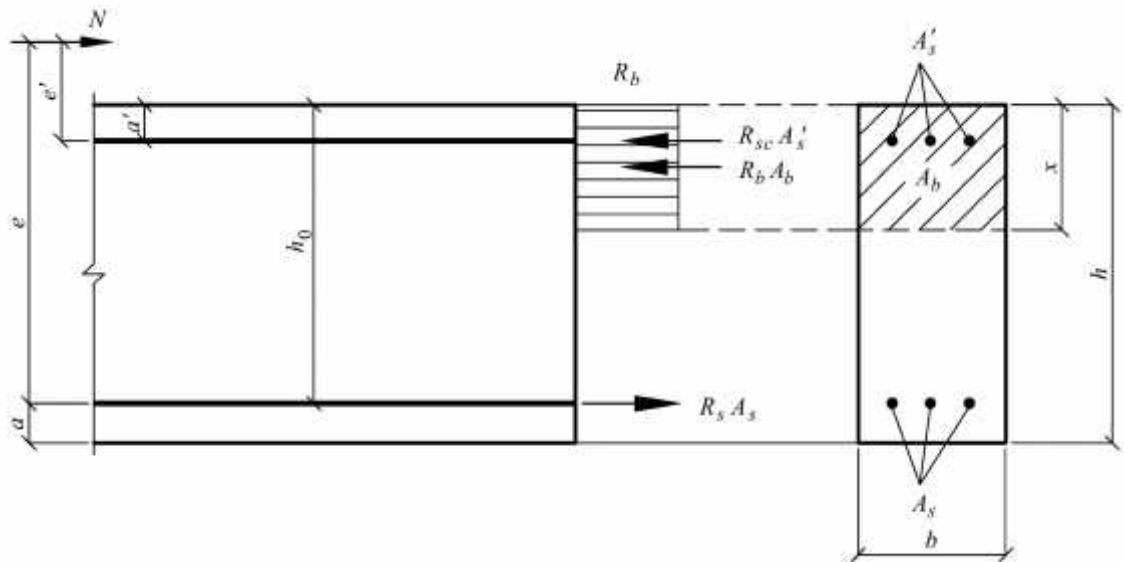
:

$$) \quad \xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R \quad (8.3)$$

$$x = \frac{N + R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b}; \quad (8.12)$$

$$) \quad \xi = \frac{x}{h_0} > \xi_R$$

$$x = \frac{N + R_s \cdot A_s \cdot \frac{1 + \xi_R}{1 - \xi_R} - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b + \frac{2R_s \cdot A_s}{h_0(1 - \xi_R)}}. \quad (8.13)$$



8.3 –

,

8.1.15

η

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}, \quad (8.14)$$

N – ;
 N_{cr} – ,

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot D}{l_0^2}. \quad (8.15)$$

$$\begin{aligned}
& D - \\
& l_0 - \quad , \quad ; \\
& D \quad , \quad 8.1.17. \\
& D = k_b E_b I + k_s E_s I_s , \\
& E_b, E_s - \quad ; \\
& I, I_s - \\
& \quad , \\
& \quad ; \\
& k_b = \frac{0,15}{\varphi_l (0,3 + \delta_e)} ; \\
& k_s = 0,7; \\
& \varphi_l - \quad , \\
& \varphi_l = 1 + \frac{M_{l1}}{M_1} , \quad 2. \\
& M_1, M_{l1} - \\
& \quad (\quad) \\
& \quad ; \\
& \delta - \quad \frac{e_0}{h} , \\
& \quad 0,15 \quad 1,5. \quad \eta \\
& \quad , \\
& \quad . \\
& 8.1.16 \quad . \\
& \quad , \\
& \quad , \quad e_0 \leq \frac{h}{30} \quad \frac{l_0}{h} \leq 20 \\
& N \leq N_{ult} , \quad (8.16) \\
& N_{ult} - \quad , \quad , \\
& N_{ult} = \varphi \cdot (R_b \cdot A + R_{sc} \cdot A_{s,tot}) . \quad (8.17) \\
& - \quad ; \\
& s,tot - \quad ; \\
& \varphi - \quad , \\
& 8.1 \quad ; \\
& \varphi \\
& \varphi=0,9 \quad \frac{l_0}{h}=10 \quad \varphi=0,85 \quad \frac{l_0}{h}=20 .
\end{aligned}$$

8.1

	$\varphi \quad l_0/h,$			
	6	10	15	20
20 – 55	0,92	0,9	0,83	0,7
60	0,91	0,89	0,80	0,65
80	0,90	0,88	0,79	0,64

8.1.17

 l_0
$$\begin{aligned}
 & l_0 \\
 & l : -1,0l; \\
 &) (\\
 &) () -2,0l; \\
 &) , \\
 & : () -0,7l; \\
 & () -0,9l; \\
 &) (\\
 & () , : -1,5l; \\
 & () -2,0l; \\
 &) : -0,5l; \\
 & () -0,8l; \\
 &) : -0,8l; \\
 & () -1,2l
 \end{aligned}$$

8.1.18

$$N \leq N_{ult}, \quad (8.18)$$

$$N_{ult} = \frac{N - N_{ult}}{\dot{N}_{ult}}, \quad ;$$
$$N_{ult} = R_s \cdot A_{s,tot}, \quad (8.19)$$

$s_{tot} =$

8.1.19

 N :

$$) \quad S \quad S' (\quad 8.4, \quad) - \quad N$$

$$N \cdot e \leq M_{ult}; \quad (8.20)$$

$$N \cdot e' \leq M'_{ult}, \quad (8.21)$$

$$\begin{aligned} N \cdot e \quad N \cdot e' - \\ M_{ult} \quad M'_{ult} - \\ M_{ult} \quad M'_{ult} \end{aligned} ;$$

$$M_{ult} = R_s \cdot A'_s (h_0 - a'); \quad (8.22)$$

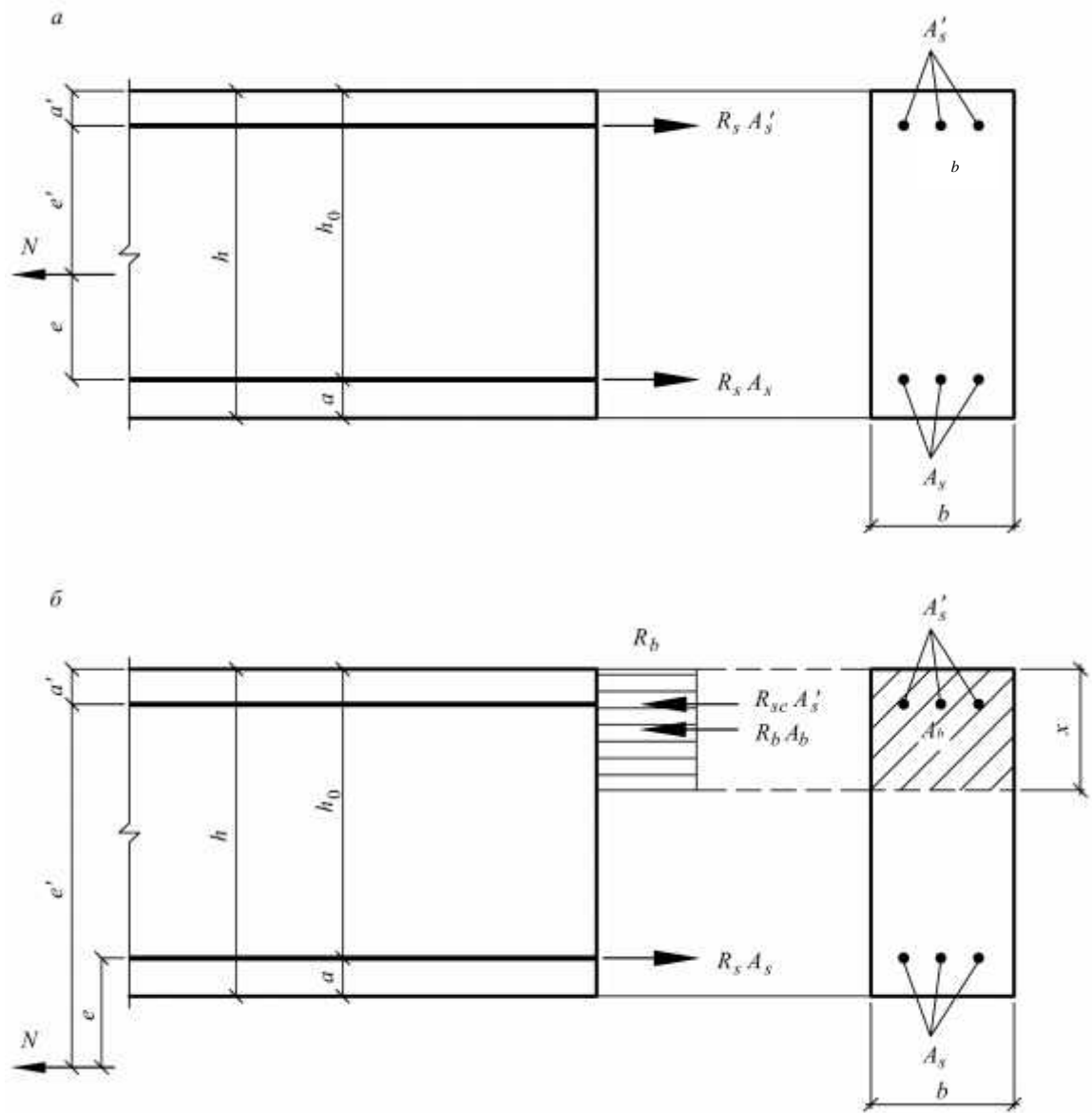
$$M'_{ult} = R_s \cdot A_s (h_0 - a'); \quad (8.23)$$

$$) \quad N \quad S \quad S' (\quad 8.4, \quad) - \quad M_{ult} \quad (8.20),$$

$$M_{ult} = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5x) + R_{sc} \cdot A'_s (h_0 - a'), \quad (8.24)$$

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s - N}{R_b \cdot b}. \quad (8.25)$$

$$(8.24) \quad x = \xi_R \cdot h, \quad \xi_R \quad x > \xi_R \cdot h_0, \quad 8.1.6.$$



8.4 – $S \ S';$ $S \ S'$,
,
,
 N

8.1.20

() .
 $\varepsilon_{bi} \geq 0$ $\sigma_{bi} = 0$. (, ,)
 ,

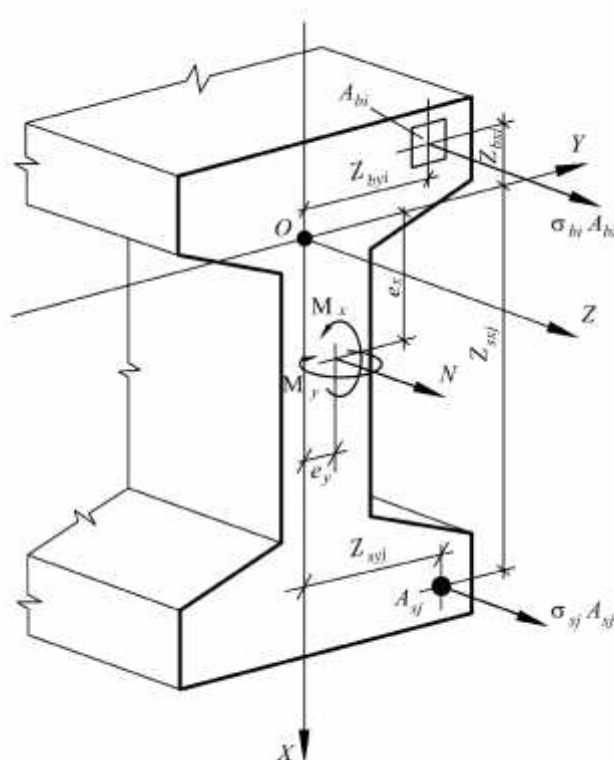
8.1.21

:
 ; () –
 ()
 – ().

8.1.22

:
 , « »;
 , « ».

,
 (0 8.5) Y.



8.5 –

:

$$M_x = \sum_i \sigma_{bi} \cdot A_{bi} \cdot Z_{bxi} + \sum_j \sigma_{sj} \cdot A_{sj} \cdot Z_{sxj}; \quad (8.26)$$

$$M_y = \sum_i \sigma_{bi} \cdot A_{bi} \cdot Z_{byi} + \sum_j \sigma_{sj} \cdot A_{sj} \cdot Z_{syj}; \quad (8.27)$$

$$N = \sum_i \sigma_{bi} \cdot A_{bi} + \sum_j \sigma_{sj} \cdot A_{sj}; \quad (8.28)$$

,

$$\varepsilon_{bi} = \varepsilon_0 + \frac{1}{r_x} \cdot Z_{bxi} + \frac{1}{r_y} \cdot Z_{byi}; \quad (8.29)$$

$$\varepsilon_{sj} = \varepsilon_0 + \frac{1}{r_x} \cdot Z_{sxj} + \frac{1}{r_y} \cdot Z_{syj}; \quad (8.30)$$

,

$$\sigma_{bi} = E_b \cdot \nu_{bi} \cdot \varepsilon_{bi}; \quad (8.31)$$

$$\sigma_{sj} = E_{sj} \cdot \nu_{sj} \cdot \varepsilon_{sj}; \quad (8.32)$$

(8.26) – (8.32) :

 $M_x, M_y -$

(

),

:

 $Z \quad Y \quad Z$

$$M_x = M_{xd} + N \cdot e_x; \quad (8.33)$$

$$M_y = M_{yd} + N \cdot e_y; \quad (8.34)$$

 $M_{xd}, M_{yd} -$

,

;

 $N -$

;

 $e_x, e_y -$ N

;

 $A_{bi}, Z_{bzi}, Z_{byi}, \sigma_{bi} -$

,

 $i-$

;

 $A_{sj}, Z_{sxj}, Z_{syj}, \sigma_{sj} -$

,

 $j-$

;

$$M_x = D_{11} \cdot \frac{1}{r_x} + D_{12} \cdot \frac{1}{r_y} + D_{13} \cdot \varepsilon_0; \quad (8.39)$$

$$M_y = D_{12} \cdot \frac{1}{r_x} + D_{22} \cdot \frac{1}{r_y} + D_{23} \cdot \varepsilon_0; \quad (8.40)$$

$$N = D_{13} \cdot \frac{1}{r_x} + D_{23} \cdot \frac{1}{r_y} + D_{33} \cdot \varepsilon_0; \quad (8.41)$$

$$D_{ij} \ (i, j = 1, 2, 3) \quad (8.39) - (8.41)$$

$$D_{11} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{bxi}^2 \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{sxj}^2 \cdot E_{sj} \cdot v_{sj}; \quad (8.42)$$

$$D_{22} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{byi}^2 \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{syj}^2 \cdot E_{sj} \cdot v_{sj}; \quad (8.43)$$

$$D_{12} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{bxi} \cdot Z_{byi} \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{sxj} \cdot Z_{syj} \cdot E_{sj} \cdot v_{sj}; \quad (8.44)$$

$$D_{13} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{bxi} \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{sxj} \cdot E_{sj} \cdot v_{sj}; \quad (8.45)$$

$$D_{23} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{byi} \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{syj} \cdot E_{sj} \cdot v_{sj}; \quad (8.46)$$

$$D_{33} = \sum_i A_{bi} \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot E_{sj} \cdot v_{sj}. \quad (8.47)$$

— 8.1.23.

8.1.26

(),

(8.41)

$N=0$.

8.1.27

$=0$

$D_{12}=D_{22}=D_{23}=0$.

:

$$M_x = D_{11} \cdot \frac{1}{r_x} + D_{13} \cdot \varepsilon_0; \quad (8.48)$$

$$N = D_{13} \cdot \frac{1}{r_x} + D_{33} \cdot \varepsilon_0. \quad (8.49)$$

8.1.28

$N=0$,

$M_y=0, D_{12}=D_{22}=D_{23}=0$.

:

$$M_x = D_{11} \cdot \frac{1}{r_x} + D_{13} \cdot \varepsilon_0; \quad (8.50)$$

$$0 = D_{13} \cdot \frac{1}{r_x} + D_{33} \cdot \varepsilon_0. \quad (8.51)$$

8.1.29

$$8.1.25 \quad (8.37) \quad 8.1.24 - 8.1.28, \quad A_{sj} = 0.$$

,

$$\varepsilon_{bt,\max} \leq \varepsilon_{bt,ult}, \quad (8.52)$$

 $\varepsilon_{bt,\max} -$

8.1.25–8.1.28;

 $\varepsilon_{bt,ult} -$

8.1.30

8.1.30

 $b_{,ult} \quad (b_{t,ult})$

(
 $b_2 \quad (b_{t2})$.

 $b_{,ult} \quad (b_{t,ult})$

1 2

$(|\varepsilon_2| \geq |\varepsilon_1|)$:

$$\varepsilon_{b,ult} = \varepsilon_{b2} - (\varepsilon_{b2} - \varepsilon_{b0}) \cdot \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}, \quad (8.53)$$

$$\varepsilon_{bt,ult} = \varepsilon_{bt2} - (\varepsilon_{bt2} - \varepsilon_{bt0}) \cdot \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}, \quad (8.54)$$

 $b_0, \quad b_{t0}, \quad b_2 \quad b_{t2} -$

(6.1.14, 6.1.20, 6.1.22).

 $s_{,ult}$

:
 0,025 –
 0,015 –

;

8.1.31

и, в зависимости от условий, может быть принята равной 0,3. При этом следует учитывать, что при расчете по формуле (8.55) не учитывается влияние на сопротивление грунта свай, расположенных вблизи друг друга. В этом случае расчет следует проводить по формуле (8.56), в которой Q_b – сопротивление грунта свае, Q_{sw} – сопротивление грунта свай, расположенных вблизи друг друга. При этом следует учитывать, что при расчете по формуле (8.56) не учитывается влияние на сопротивление грунта свай, расположенных вблизи друг друга. В этом случае расчет следует проводить по формуле (8.56), в которой Q_b – сопротивление грунта свае, Q_{sw} – сопротивление грунта свай, расположенных вблизи друг друга.

8.1.32

$$Q \leq \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0, \tag{8.55}$$

Q – сопротивление грунта свае, φ_{b1} – коэффициент, принимаемый равным 0,3.

8.1.33 (8.6)

:

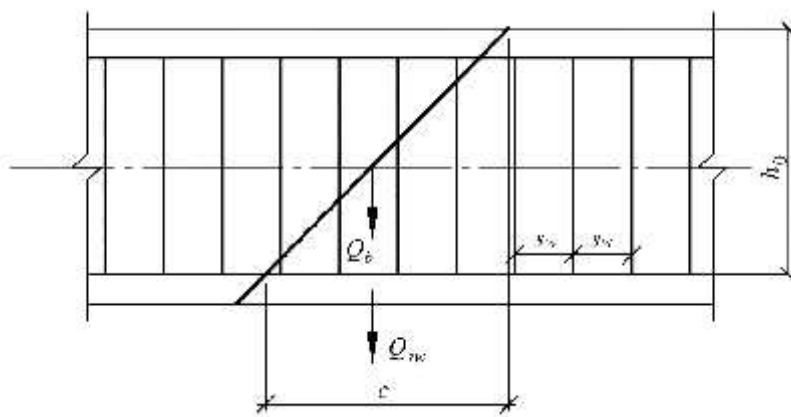
$$Q \leq Q_b + Q_{sw}, \tag{8.56}$$

Q – сопротивление грунта свае, Q_b – сопротивление грунта свае, Q_{sw} – сопротивление грунта свай, расположенных вблизи друг друга. При этом следует учитывать, что при расчете по формуле (8.56) не учитывается влияние на сопротивление грунта свай, расположенных вблизи друг друга. В этом случае расчет следует проводить по формуле (8.56), в которой Q_b – сопротивление грунта свае, Q_{sw} – сопротивление грунта свай, расположенных вблизи друг друга.

Q_b

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{C}, \quad (8.57)$$

$$2,5 R_{bt} \cdot b \cdot h_0 \quad 0,5 R_{bt} \cdot b \cdot h_0;$$

 $b_2 -$
 $,$
 $1,5.$

 $8.6 -$
 Q_{sw}
 $,$
 $,$

$$Q_{sw} = \varphi_{sw} \cdot q_{sw} \cdot C, \quad (8.58)$$

 $0,75;$
 $_{sw} -$
 $,$
 $q_{sw} -$
 $,$

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{s_w}. \quad (8.59)$$

 (8.58)
 $1,0 h_0$
 $2,0 h_0.$
 $,$
 $,$

$$Q_1 \leq Q_{b1} + Q_{sw,1} \quad (8.60)$$

 $Q_1 -$
 $;$

$$Q_{b1} = 0,5 R_{bt} \cdot b \cdot h_0; \quad (8.61)$$

$$Q_{sw,1} = q_{sw} \cdot h_0. \quad (8.62)$$

 $Q_1,$
 $2,5 h_0$
 (8.60)
 $Q_{b1},$
 $(8.61),$
 $,$

$$\frac{2,5}{a/h_0}, \quad Q_{b1} = 2,5R_{bt} \cdot b \cdot h_0. \quad (8.60)$$

$$Q_1, \quad h_0 \quad (8.62), \quad a/h_0.$$

$$Q_{sw,1}, \quad q_{sw} \geq 0,25R_{bt} \cdot b.$$

(8.56)

$$Q_b = 4\phi_{b2} \cdot h_0^2 \cdot q_{sw} / C.$$

$$\frac{s_{w,\max}}{h_0} = \frac{R_{bt} \cdot b \cdot h_0}{Q}.$$

$$(8.56) \quad (8.60), \quad Q_{sw} \quad Q_{sw,1}.$$

10.3.

8.1.34

$$(8.60). \quad \varphi_n, \quad (8.55), (8.56)$$

$$\varphi_n :$$

$$1 + \frac{\sigma}{R_b} \quad 0 \leq \sigma \leq 0,25R_b;$$

$$1,25 \quad 0,25R_b \leq \sigma \leq 0,75R_b;$$

$$5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma}{R_b}\right) \quad 0,75R_b \leq \sigma \leq R_b;$$

$$1 - \frac{\sigma_t}{2R_{bt}} \quad 0 \leq \sigma_t \leq 2R_{bt},$$

$$\sigma - \quad \sigma$$

$$\sigma_t - \quad \sigma$$

$$\sigma \quad \sigma_t \quad \sigma \quad \sigma_t \quad 3\%.$$

8.1.35

(8.7)

$$M \leq M_s + M_{sw}, \quad (8.63)$$

—

,

,

,

(0),

,

,

;

;

 s —

,

,

(0);

 sw —

,

,

(0).

 s

$$M_s = N_s \cdot z_s, \quad (8.64)$$

 N_s —

,

 $R_s A_s$,

10.3.21–10.3.28;

 z_s —

;

 $z_s = 0,9h_0$. sw

,

,

$$M_{sw} = 0,5 \cdot Q_{sw} \cdot C, \quad (8.65)$$

 Q_{sw} —

,

 $q_{sw} \cdot C$; q_{sw} —

(8.59),

 $1,0 h_0 \quad 2,0 h_0$.

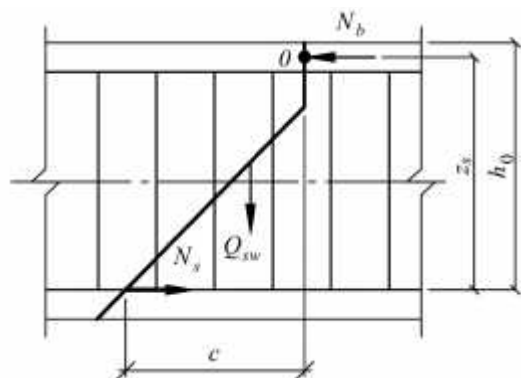
,

,

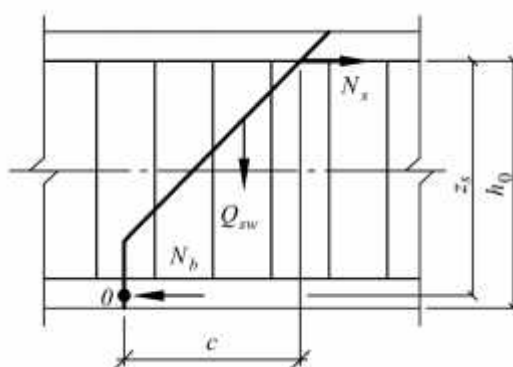
,

(8.63)

,

 $2,0 h_0$, sw — $0,5 q_{sw} \cdot h_0^2$.

8.7 —



8.1.36

8.1.37

$$\leq 0,1R_b \cdot b^2 \cdot h, \quad (8.66)$$

$$\begin{array}{c} \text{---} \\ b \quad h \text{---} \\ 8.1.38 \\ (\quad 8.8) \end{array}$$

$$T \leq T_{sw} + T_s, \quad (8.67)$$

60

s_w —

,

,

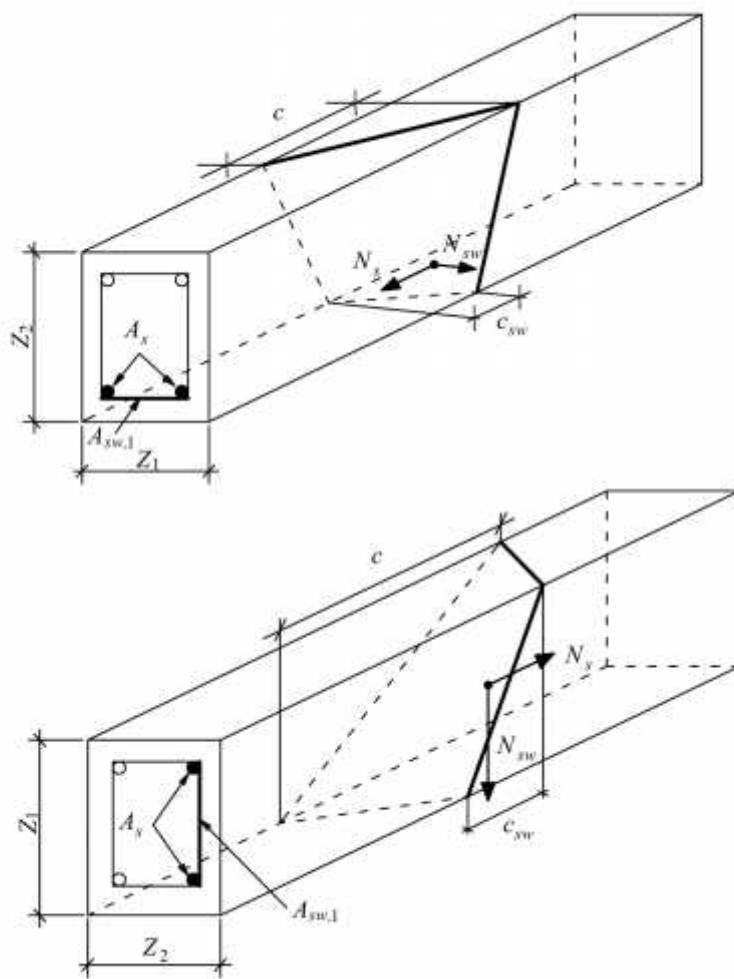
;

s —

,

,

.



8.8 —

(8.67),
 T_{sw}

,

$$T_{sw} = 0,9 N_{sw} \cdot Z_2, \quad (8.68)$$

s —

$$s = 0,9 N_s \frac{Z_1}{C} \cdot Z_2, \quad (8.69)$$

N_{sw} —

,

;

,

,

N_{sw}

$$N_{sw} = q_{sw,1} \cdot C_{sw}, \quad (8.70)$$

$$q_{sw,1} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw,1}}{s_w}, \quad (8.71)$$

$$\begin{aligned} A_{sw,1} &= \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{1}{\gamma} + \frac{1}{\delta} \right) \left(\frac{1}{\epsilon} + \frac{1}{\zeta} \right); \\ S_w &= \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{1}{\gamma} + \frac{1}{\delta} \right) \left(\frac{1}{\epsilon} + \frac{1}{\zeta} \right); \\ C_{sw} &= \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{1}{\gamma} + \frac{1}{\delta} \right) \left(\frac{1}{\epsilon} + \frac{1}{\zeta} \right); \end{aligned}$$

$$C_{sw} = \delta \cdot C, \quad (8.72)$$

$$\delta = \frac{Z_1}{2 \cdot Z_2 + Z_1} ; \quad (8.73)$$

$$\begin{aligned} C - & \\ N_s - & \end{aligned} \quad ; \quad \begin{aligned} & \\ & \end{aligned} \quad , \quad \begin{aligned} N_s = R_s \cdot A_{s,1}; \end{aligned} \quad (8.74)$$

$$\begin{aligned} & \text{с, } l = \\ & Z_1 - Z_2 = \\ & \frac{q_{sw,l} \cdot Z_1}{R_s \cdot A_{s,l}} \\ & \frac{q_{sw,l} \cdot Z_1}{R_s \cdot A_{s,l}} \\ & (\\ & \frac{q_{sw,l} \cdot Z_1}{R_s \cdot A_{s,l}} \end{aligned}$$

$$T_1 \leq T_{sw,1} + T_{s,1}, \quad (8.75)$$

$$1 - \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_x^\infty e^{-t^2} dt;$$

$_{sw,1} -$, , ,

$$T_{sw,1} = q_{sw,1} \cdot \delta \cdot Z_1 \cdot Z_2; \quad (8.76)$$

$_{s,1} -$, , ,

$$T_{s,1} = 0,5R_s \cdot A_{s,1} \cdot Z_2. \quad (8.77)$$

$$\frac{q_{sw,1} \cdot Z_1}{R_s \cdot A_{s,1}} .$$

, , .

, 10.3.

8.1.39

8.1.36.

8.1.40

$$T \leq T_0 \sqrt{1 - \left(\frac{M}{M_0} \right)^2} , \quad (8.78)$$

— ;
 $0 -$, ;
 — ;
 $0 -$, .

, , ,

. , .

$$(8.67) \quad \begin{matrix} 0 \\ (_{sw} + T_s) \end{matrix} \quad 8.1.37$$

.

0 8.1.9.

(8.75).

$= 1$

.

(8.75)

$(_{sw,1} + T_{s,1})$.

0
, .
, 10.3 8.1.38.
8.1.41

$$T \leq T_0(1 - \frac{Q}{Q_0}), \tag{8.79}$$
— ;
 $0 -$,
(8.66);
 $\frac{Q}{Q_0} -$;
 $Q_0 -$,
(8.55).
8.1.42
(8.79), :
— ;
 $0 -$, ;
 $\frac{Q}{Q_0} -$;
 $Q_0 -$, .
, ,
, .
, .
 Q
 0 8.1.38
(8.67) ($T_{sw} + T_s$)
. Q_0 8.1.33
(8.56).
, (8.75),
— (8.60).
 $= 1$ $Q = Q_1$
. (8.75) (
 $_{sw,1} + s,1$),
(8.60) ($\frac{Q_0}{Q_{b1} + Q_{sw,1}}$).

, 10.3.

8.1.43 ()

,
()

.

.

8.1.44, – 8.1.45.

8.1.44
(8.9)

$$N \leq \psi \cdot R_{b,loc} \cdot A_{b,loc}, \quad (8.80)$$

N – ;
 $A_{b,loc}$ – ();
 $R_{b,loc}$ –

; ψ – , 1,0 0,75

$R_{b,loc}$

$$R_{b,loc} = \varphi_b \cdot R_b, \quad (8.81)$$

φ_b – ,

$$\varphi_b = 0.8 \cdot \sqrt{\frac{A_{b,max}}{A_{b,loc}}}, \quad (8.82)$$

(8.82): 2,5 1,0.

b,max – ,
 b,loc b,max ;
 b,max b,loc (8.9).

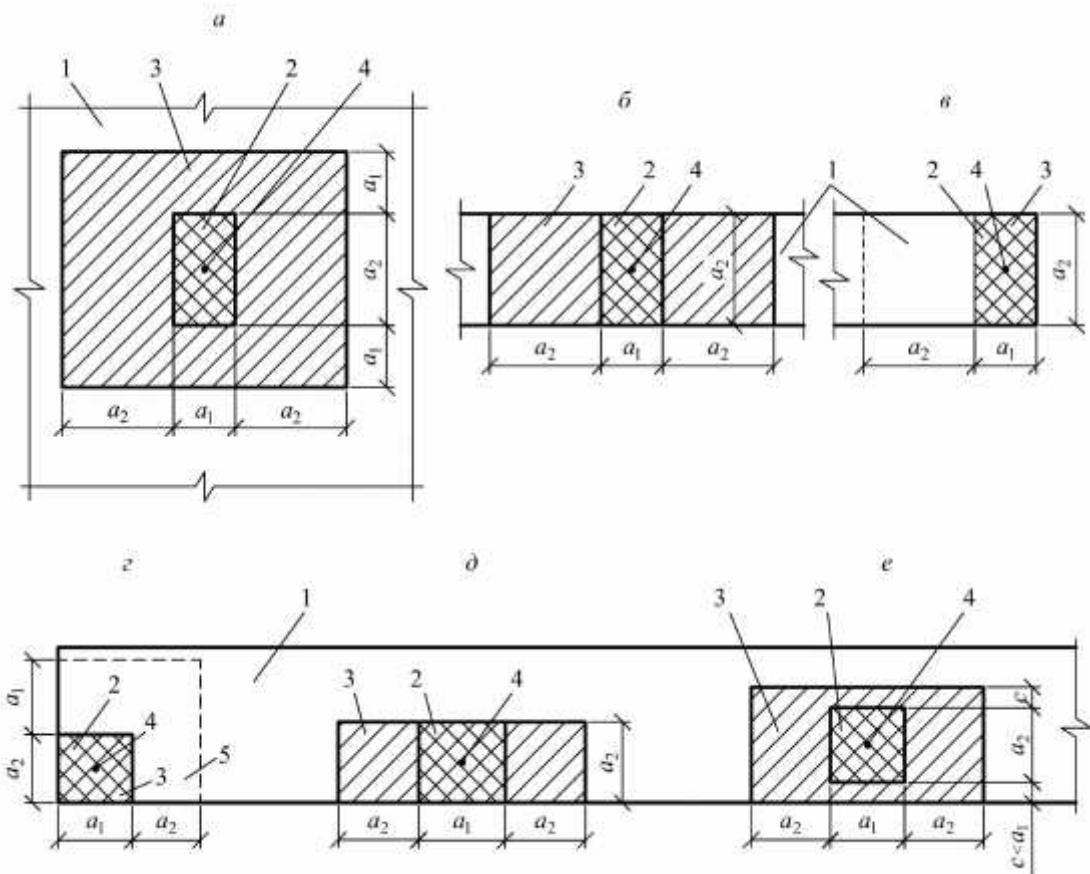
8.1.45

$$N \leq \psi \cdot R_{bs,loc} \cdot A_{b,loc}, \quad (8.83)$$

$R_{bs,loc}$ –

,

$$R_{bs,loc} = R_{b,loc} + 2 \cdot \varphi_{s,xy} \cdot R_{s,xy} \cdot \mu_{s,xy}. \quad (8.84)$$



— ; — ; — ; — ()
 1 — , — ; — ; — ; —
 , b_{max} ; 4 — b_{loc} b_{max} ; 5 — b_{loc} ; 3 —

8.9 —

$\varphi_{s,xy}$ — ,

$$\varphi_{s,xy} = \sqrt{\frac{A_{b,loc,ef}}{A_{b,loc}}}; \quad (8.85)$$

$A_{b,loc,ef}$ — , (8.85) b_{max} ;

$R_{s,xy}$ — ;

$\mu_{s,xy}$ — ,

$$\mu_{s,xy} = \frac{n_x \cdot A_{sx} \cdot l_x + n_y \cdot A_{sy} \cdot l_y}{A_{b,loc,ef} \cdot s}; \quad (8.86)$$

n_x, A_{sx}, l_x — , ,

n_y, A_{sy}, l_y — , Y;

s — .

$$R_{b,loc}, \quad b_{loc}, \psi \quad N \quad 8.1.44.$$

$$(\quad (8.83)),$$

$$(\quad (8.80)).$$

10.3.

8.1.46

()

(

)

,

—

.

,

$$\frac{h_0}{2}$$

,

(8.10).

 R_{bt}

,

$$h_0 \quad \frac{h_0}{3},$$

 $R_{sw}.$

,

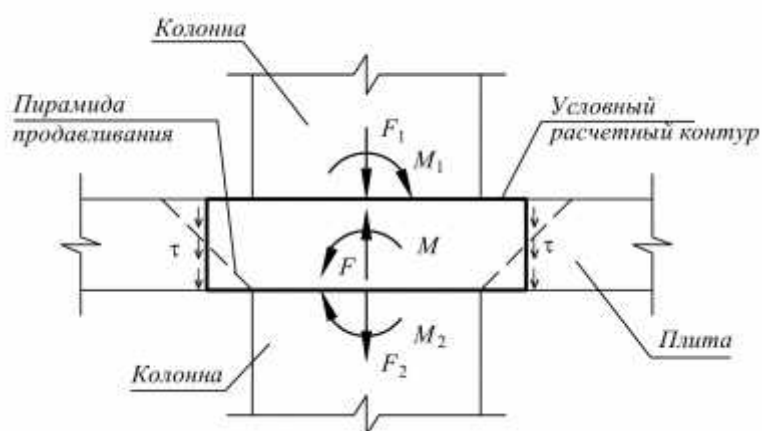
,

.

,

,

.



8.10 –

8.1.47,
8.1.48, — 8.1.49

8.1.50. — :

(8.11, ,), — :

(8.11, ,), , ,

6 h

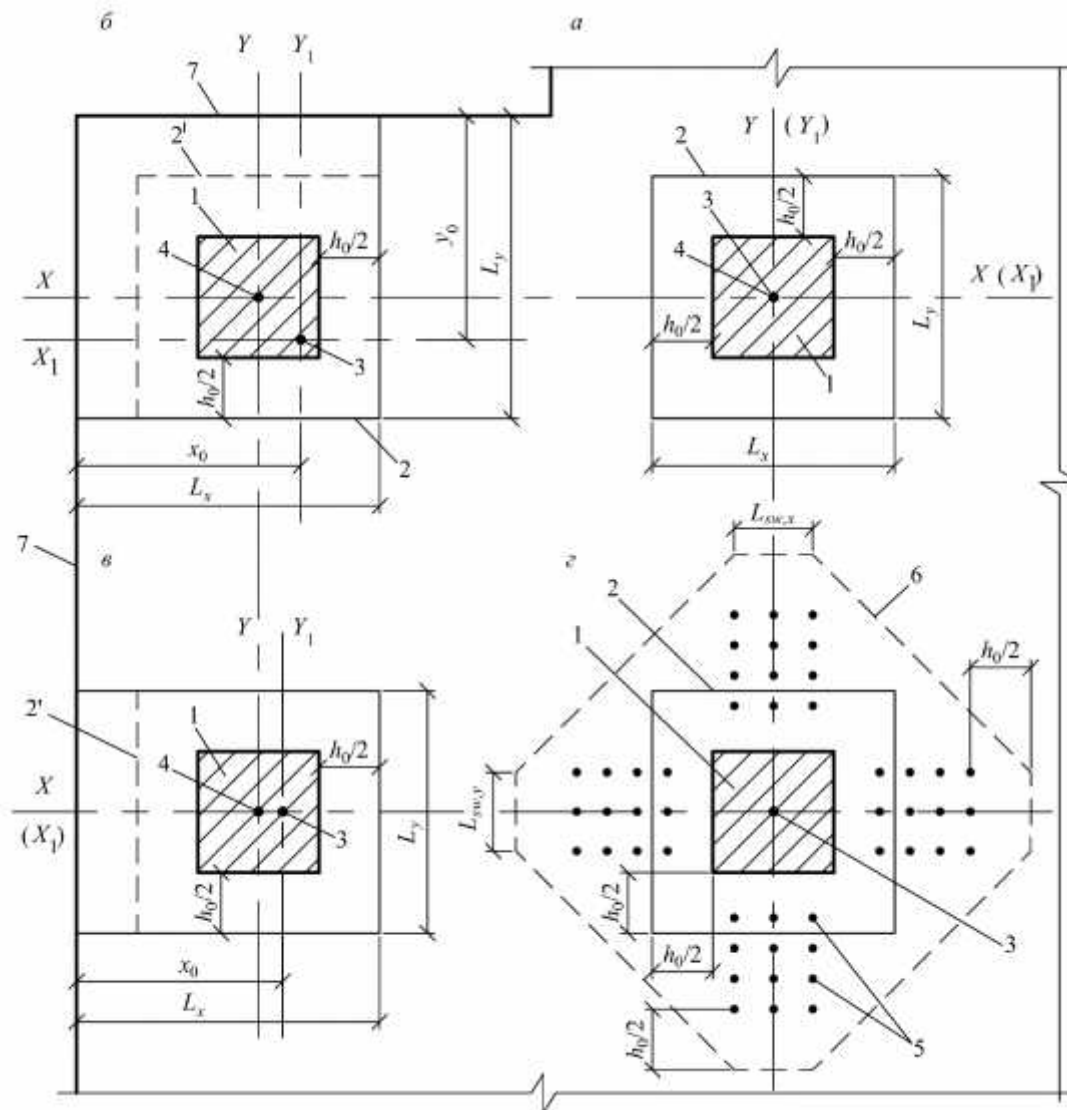
, ,

, ,

loc ,

— ,

ult F $F_{ult.}$



1 – ; 2 – ; 2' –
 ; 3 – (X Y); 5 –
 Y1); 4 – (X Y); 5 –
 ; 6 – ; 7 – ()

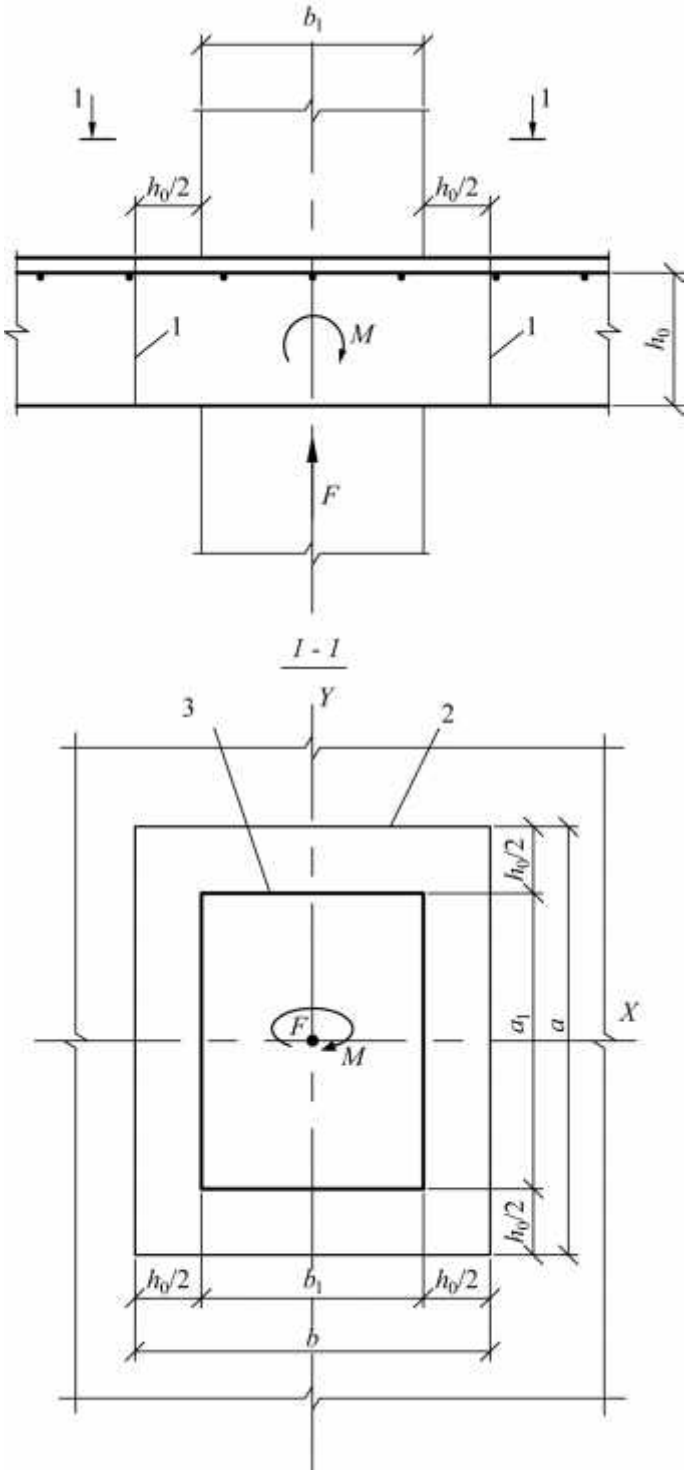
8.11 –

8.1.47

$$F \leq F_{b,ult}, \quad (8.87)$$

F – ;
 $F_{b,ult}$ – ,
 $F_{b,ult} = R_{bt} \cdot A_b, \quad (8.88)$

$b - 0,5 h_0$, F
 h_0 (8.12).



1 – ; 2 – ; 3 –

8.12 –

A_b

$$A_b = u \cdot h_0, \quad (8.89)$$

$$u - \quad ;$$

$$h_0 - \quad h_0 = 0,5(h_{0x} + h_{0y}),$$

$$h_{0x} \quad h_{0y} -$$

 $Y.$

8.1.48

$$(\quad 8.13)$$

$$F \leq F_{b,ult} + F_{sw,ult}, \quad (8.90)$$

$$F_{sw,ult} -$$

 $;$

$$F_{b,ult} -$$

$$F_{sw,ult},$$

8.1.47.

$$F_{sw,ult} = 0,8q_{sw} \cdot u, \quad (8.91)$$

$$q_{sw} -$$

$$0,5h_0$$

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{s_w}; \quad (8.92)$$

$$A_{sw} -$$

$$0,5h_0$$

$$s_w,$$

$$u -$$

$$8.1.47.$$

$$(\quad ,$$

$$)$$

$$u$$

$$(\quad 8.11, \quad). \quad L_{swx} \quad L_{swy}$$

$$F_{b,ult} + F_{sw,ult}$$

$$2F_{b,ult}.$$

$$F_{sw,ult}$$

$$0,25F_{b,ult}.$$

$$8.1.47,$$

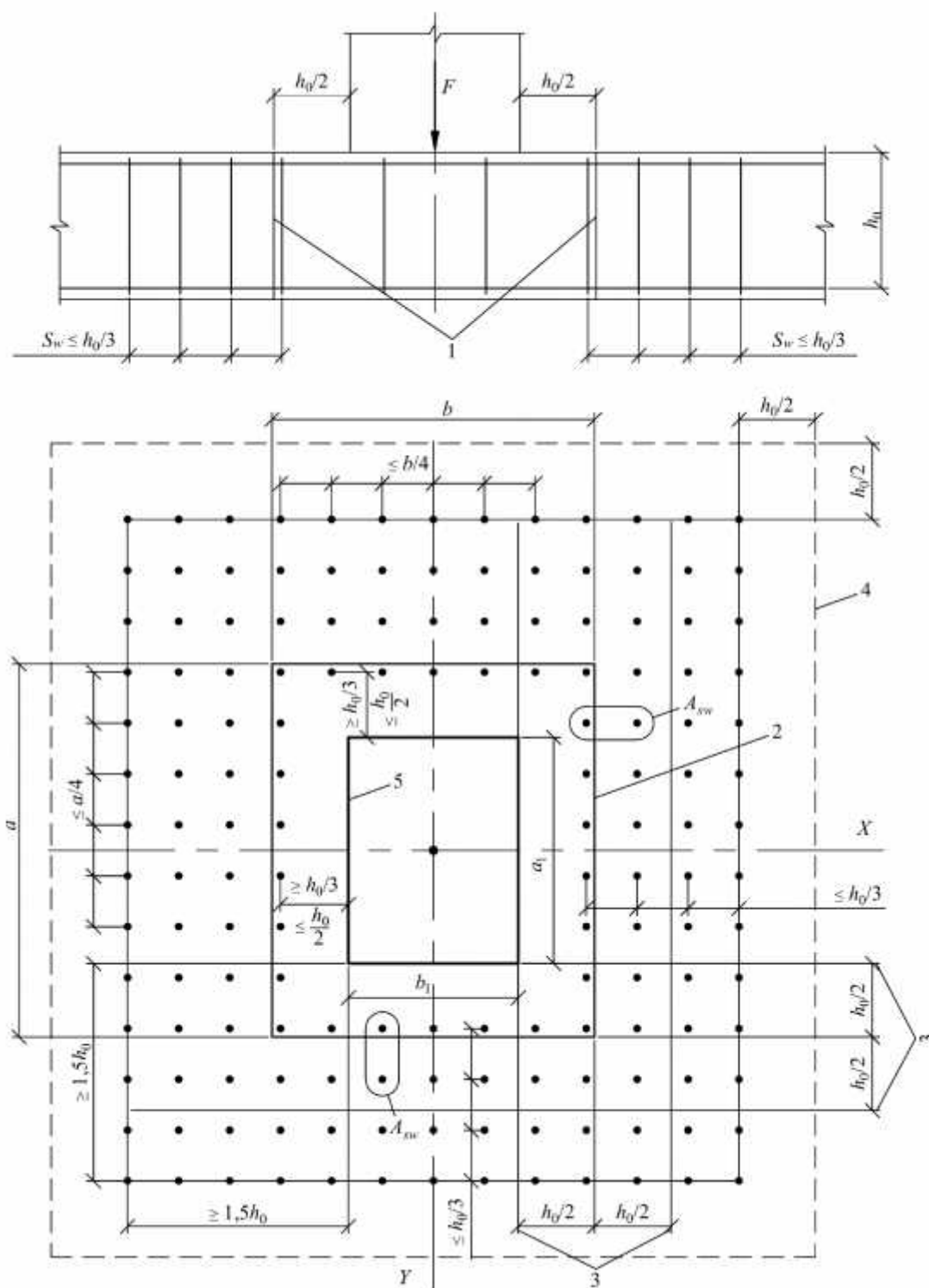
$$0,5h_0$$

$$(\quad 8.13).$$

$$(\quad 8.11, \quad).$$

$$10.3.$$

$$10.3$$



1 – ; 2 – ; 3 – ,
; 4 –
; 5 –

8.13 –

8.1.49

(8.12)

$$\frac{F}{F_{b,ult}} + \frac{M}{M_{b,ult}} \leq 1, \quad (8.93)$$

$$\frac{F}{F_{b,ult}} - \frac{M}{M_{b,ult}} \leq 1; \quad (8.1.46);$$

$$F_{b,ult} - M_{b,ult} \leq 1, \quad (8.1.47).$$

 M_{loc} $F_{b,ult}$

8.1.47.

 $M_{b,ult}$

$$M_{b,ult} = R_{bt} \cdot W_b \cdot h_0, \quad (8.94)$$

 $W_b -$

8.1.51.

$$\frac{F}{F_{b,ult}} + \frac{M_x}{M_{bx,ult}} + \frac{M_y}{M_{by,ult}} \leq 1, \quad (8.95)$$

 $F, M_x - M_y -$

$$Y, \quad (8.1.46),$$

;

 $F_{b,ult}, M_{bx,ult}, M_{by,ult} -$ $Y,$

$$\frac{F_{b,ult}}{M_{bx,ult}} + \frac{M_{by,ult}}{M_{by,ult}} \leq 1, \quad (8.1.47).$$

 $M_{bx,ult} - M_{by,ult}$ Y

8.1.50

$$\frac{F}{F_{b,ult} + F_{sw,ult}} + \frac{M_x}{M_{bx,ult} + M_{sw,x,ult}} + \frac{M_y}{M_{by,ult} + M_{sw,y,ult}} \leq 1, \quad (8.96)$$

$$F, M_x \quad M_y - \quad . \quad 8.1.49;$$

$$F_{b,ult}, M_{bx,ult} \quad M_{by,ult} -$$

Y,

;

$$F_{sw,ult}, M_{sw,x,ult} \quad M_{sw,y,ult} -$$

Y,

$$F_{b,ult}, M_{bx,ult}, \quad by,ult \quad F_{sw,ult} \quad 8.1.48 \quad 8.1.49.$$

$$M_{sw,x,ult} \quad M_{sw,y,ult},$$

,

Y

,

$$M_{sw,ult} = 0,8 \cdot q_{sw} \cdot W_{sw}, \quad (8.97)$$

$$q_{sw} \quad W_{sw} -$$

$$8.1.48 \quad 8.1.51.$$

$$F_{b,ult} + F_{sw,ult}, \quad M_{bx,ult} + M_{sw,x,ult}, \quad M_{by,ult} + M_{sw,y,ult} \quad (8.96)$$

$$2F_{b,ult}, 2M_{bx,ult}, 2M_{by,ult}$$

10.3.

10.3

,

,

8.1.51

$$W_{bx(y)}$$

X Y

$$W_{bx(y)} = \frac{I_{bx(y)}}{x(y)_{\max}}, \quad (8.98)$$

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

$$Y_1 \quad 1,$$

$$(\quad 8.11);$$

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

;

$$I_{bx(y)}$$

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

,

,

.

$$x(y)_0 = \frac{\sum L_i \cdot x_i(y_i)_0}{\sum L_i}, \quad (8.99)$$

$$L_i -$$

;

$$x_i(y_i)_0 -$$

.

$$W_{bx}$$

$$W_{by}.$$

$$Wb = \frac{\pi(D+h_0)^2}{4},$$

D –
8.1.52

$$W_{sw,x(y)},$$

$$\frac{h_0}{2}$$

(. 8.13),

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

, (

, ,

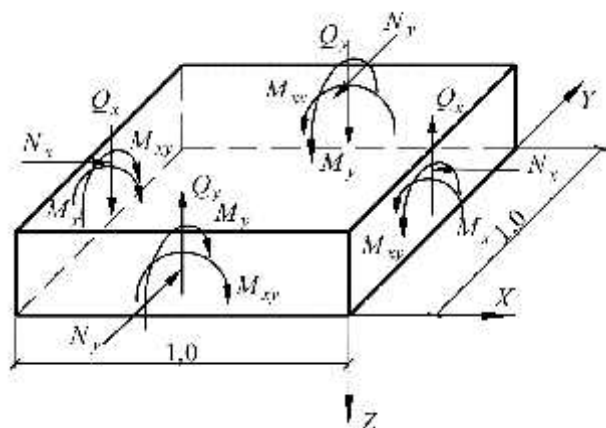
(8.11,).

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

8.1.53

, (8.14).

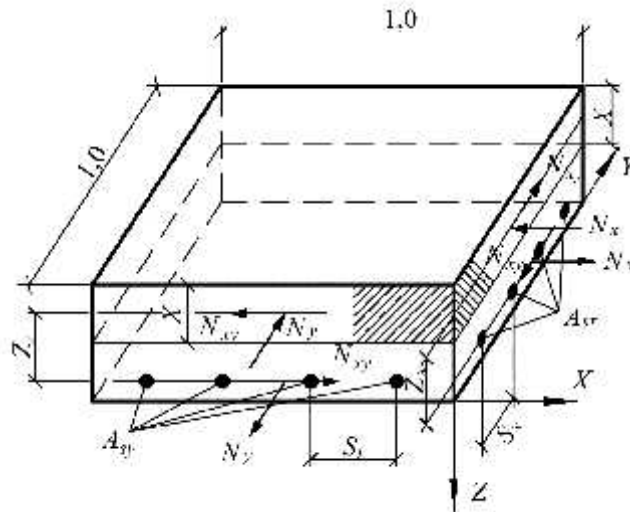
8.1.46–8.1.52.



8.14 –

,

(, 8.15).



8.15 –

(,)

, :

$$(M_{x,ult} - M_x) \cdot (M_{y,ult} - M_y) - M_{xy}^2 \geq 0; \quad (8.100)$$

$$M_{x,ult} \geq M_x; \quad (8.101)$$

$$M_{y,ult} \geq M_y; \quad (8.102)$$

$$M_{xy,ult} \geq M_{xy}, \quad (8.103)$$

M_x, M_y, M_{xy} –

;

$M_{x,ult}, M_{y,ult}, M_{xy,ult}$ –

,

$$\begin{matrix} M_{x,ult} & M_{y,ult} \\ X & Y, \\ X & Y, \end{matrix}$$

8.1.1.–8.1.13.

$M_{sxy,ult}$

:

$M_{bxy,ult}$

$$M_{bxy,ult} = 0,1 R_b b^2 h, \quad (8.104)$$

b h —

;

$$M_{sxy,ult} = 0,5R_s(A_{sx} + A_{sy})h_0, \quad (8.105)$$

A_{sx} A_{sy} —
 h_0 —

X Y ;

,

,

8.1.57.

8.1.55

:

$$\frac{Q_x}{Q_{x,ult}} + \frac{Q_y}{Q_{y,ult}} \leq 1, \quad (8.106)$$

Q_x Q_y —

,

;

$Q_{x,ult}$ $Q_{y,ult}$ —

,

.

:

$$Q_{ult} = Q_b + Q_{sw}, \quad (8.107)$$

Q_b Q_{sw} —

,

:

$$Q_b = 0,5R_{bt}bh_0; \quad (8.108)$$

$$Q_{sw} = q_{sw}h_0, \quad (8.109)$$

q_{sw} —

8.1.56

,

(8.59).

,

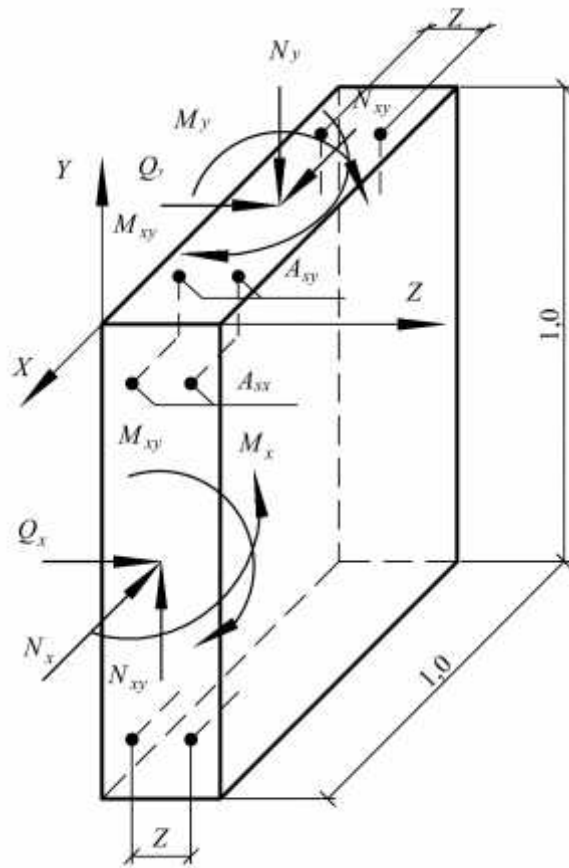
,

,

,

8.1.57

(8.16).



8.16 –

(,)

,

.

,

:

$$(N_{x,ult} - N_x)(N_{y,ult} - N_y) - N_{xy}^2 \geq 0; \quad (8.110)$$

$$N_{x,ult} \geq N_x; \quad (8.111)$$

$$N_{y,ult} \geq N_y; \quad (8.112)$$

$$N_{xy,ult} \geq N_{xy}; \quad (8.113)$$

 $N_x, N_y, N_{xy} -$

;

 $N_{x,ult}, N_{y,ult}, N_{xy,ult} -$

,

$$\begin{matrix} N_{x,ult} & N_{y,ult} \\ X & Y, \end{matrix}$$

,

8.1.14–8.1.19.

 X Y , $N_{bxy,ult}$ $N_{sxy,ult}$

:

$$N_{bxy,ult} = 0,3R_b A_b, \quad (8.114)$$

 A_b –

$$N_{sxy,ult} = 0,5R_s (A_{sx} + A_{sy}), \quad (8.115)$$

 A_{sx} A_{sy} – X Y

.

,

.

,

,

,

.

8.1.58

,

8.1.59

(

),

(

)

8.2.

8.2

8.2.1

:

;

;

8.2.2

(. 4.3),

8.2.3

 $\gamma_f > 1,0$ (

).

)

 $\gamma_f = 1,0$.

8.2.4

:

$$M > M_{crc}; \quad (8.116)$$

–

,

$$a_{crc} = \frac{N}{N_{crc}} \cdot a_{crc1}, \quad (8.121).$$

$$N > N_{crc}, \quad (8.117)$$

$$N_{crc} = \frac{N}{a_{crc}}, \quad (8.116) \quad (8.117),$$

8.2.6

$$a_{crc} \leq a_{crc,ult}. \quad (8.118),$$

 $a_{crc} =$

8.2.7, 8.2.15 – 8.2.17.

 $a_{crc,ult} =$ $a_{crc,ult}$

:

)

240... 600, 500:

0,3

–

;

0,4

–

;

800, 1000, 1200- 1400, 1400, 1500 (-19) 1500 (-7), 1600

12

:

0,2

–

;

0,3

–

;

1500, 1500 (-7), 1600

6 9

:

0,1

–

;

0,2

–

;

)

0,2 –

;

0,3 –

.

8.2.7

.

$$a_{crc} = a_{crc1}, \quad (8.119)$$

–

$$a_{crc} = a_{crc1} + a_{crc2} - a_{crc3}, \quad (8.120)$$

a_{crc1} –

;

a_{crc2} –

() ;

a_{crc3} –

.

,

8.2.8

crc

8.2.14.

,

,

,

8.2.10–8.2.12.

8.2.9

8.2.11,

(8.121)

$W_{pl}=W_{red}$.

(8.118)

(8.139)

,

8.2.10

.

:

;

(8.17);

,

$R_{bt,ser}$;

$\varepsilon_{bt,ult}$

(8.1.30);

$\varepsilon_{bt,ult} = 0,00015$;

8.2.11

.

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl} \pm N \cdot e_x,$$

(8.121)

W_{pl} –

,

8.2.10;

–

N (

)

,

(8.121)

«

»

,

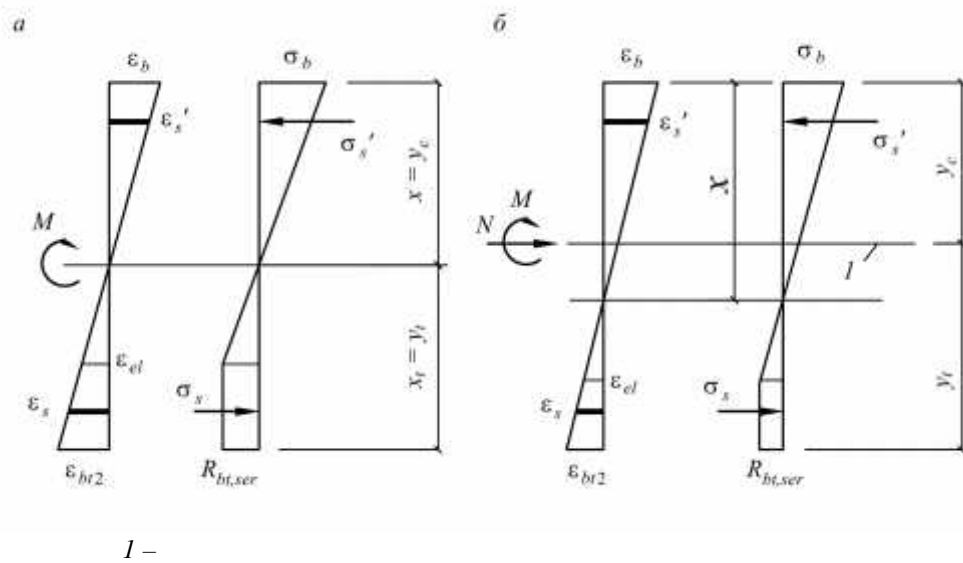
.

N ,

«

» –

.



8.17 –

, W_{pl}

$$W_{pl} = 1,3W_{red}, \quad (8.122)$$

W_{red} –

8.2.12

,

8.2.12.

$$W_{red} : \quad (8.123)$$

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_t};$$

$$e_x = \frac{W_{red}}{A_{red}}, \quad (8.124)$$

I_{red} –

$$I_{red} = I + I_s \cdot \alpha + I'_s \cdot \alpha; \quad (8.125)$$

I, I_s, I'_s –

;

A_{red} –

,

$$A_{red} = A + A_s \cdot \alpha + A'_s \cdot \alpha; \quad (8.126)$$

α –

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b};$$

$$A, A_s, A'_s - \quad ,$$

;

$$y_t -$$

$$y_t = \frac{S_{t,red}}{A_{red}},$$

$$S_{t,red} -$$

.

$$W_{red}$$

.

$$8.2.13 \quad N_{crc}$$

$$N_{crc} = A_{red} \cdot R_{bt,ser}. \quad (8.127)$$

$$8.2.14$$

$$6.1.24 \quad 8.1.20-8.1.30,$$

,

,

$$6.1.22.$$

.

$$M_{crc}$$

,

$$8.1.20-8.1.30,$$

$$\varepsilon_{bt,max}$$

,

$$\varepsilon_{bt,ult},$$

$$8.1.30.$$

,

$$8.2.15$$

$$a_{crc,i} \quad (i=1, 2, 3 - \quad . \quad 8.2.7)$$

$$a_{crc,i} = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \psi_s \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot l_s, \quad (8.128)$$

$$\sigma_s -$$

,

$$8.2.16;$$

$$l_s -$$

(

)

,

$$8.2.17;$$

$$\psi_s -$$

,

;

$$\psi_s = 1;$$

$$(8.118)$$

,

$$\psi_s$$

$$(8.138);$$

$$1 -$$

,

,

:

$$\begin{aligned}
 &1,0 - \qquad \qquad \qquad ; \\
 &1,4 - \qquad \qquad \qquad ; \\
 &2 - \qquad \qquad \qquad , \\
 &\qquad \qquad \qquad : \\
 &0,5 - \qquad \qquad \qquad ; \\
 &0,8 - \qquad \qquad \qquad ; \\
 &3 - \qquad \qquad \qquad , \qquad \qquad \qquad : \\
 &1,0 - \qquad \qquad \qquad ; \\
 &1,2 - \qquad \qquad \qquad . \\
 &8.2.16 \qquad \qquad \qquad \sigma_s
 \end{aligned}$$

$$\sigma_s = \frac{M(h_0 - y_c)}{I_{red}} \cdot \alpha_{s1}, \tag{8.129}$$

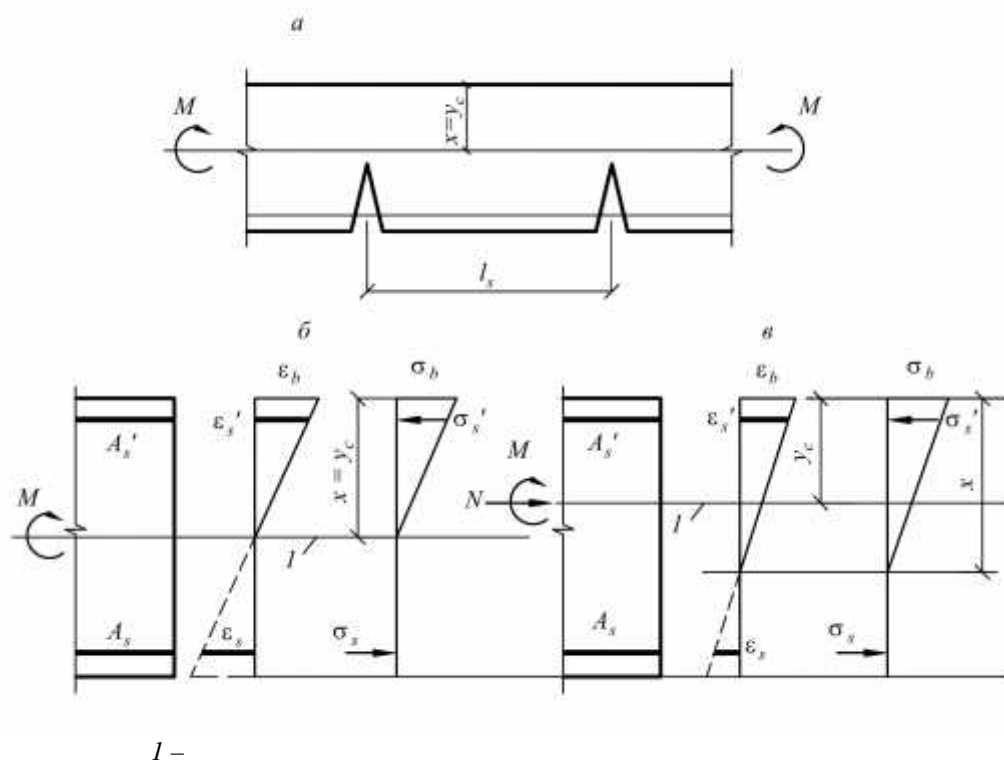
$$\begin{aligned}
 &I_{red}, y_c - \\
 &\qquad \qquad \qquad , \\
 &\qquad \qquad \qquad , \\
 &8.2.27, \\
 &\qquad \qquad \qquad \alpha_{s2} = \alpha_{s1} . \\
 &\qquad \qquad \qquad y_c = x \quad (\qquad \qquad 8.18), \qquad \qquad - \\
 &\qquad \qquad \qquad 8.2.28 \qquad \qquad \alpha_{s2} = \alpha_{s1} . \\
 &\qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad s1
 \end{aligned}$$

$$\alpha_{s1} = \frac{E_s}{E_{b,red}} \quad , \tag{8.130}$$

$$\begin{aligned}
 &E_{b,red} - \qquad \qquad \qquad , \\
 &E_{b,red} = \frac{R_{b,n}}{\varepsilon_{b1,red}} . \tag{8.131}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\qquad \qquad \qquad b1,red \qquad \qquad \qquad 0,0015. \\
 &\qquad \qquad \qquad \sigma_s \\
 &\sigma_s = \frac{M}{z_s \cdot A_s} , \tag{8.132}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &z_s - \\
 &\qquad \qquad \qquad .
 \end{aligned}$$



8.18 –

(,), ()

(

)

 z_s

$$z_s = h_0 - \frac{x}{3} \quad (8.133)$$

, ()

 z_s $0,8h_0$. M N σ_s

$$\sigma_s = \left[\frac{M(h_0 - y_c)}{I_{red}} \pm \frac{N}{A_{red}} \right] \cdot \alpha_{s1} \quad (8.134)$$

 A_{red}, y_c –

,

8.2.28,

 α_{s1} . σ_s

$$\sigma_s = \frac{N(e_s \pm z_s)}{A_s \cdot z_s}, \quad (8.135)$$

$s -$ N , $\frac{M}{N}$.
 ($(8.133),$)
 z_s
 $x_m -$,
 8.2.28, $\alpha_{s2} = \alpha_{s1}$.
 , (z_s)
 0,7h₀ .
 (8.134) (8.135) « » ,
 « » .
 σ_s $R_{s,ser.}$
 8.2.17 l_s

$$l_s = 0,5 \cdot \frac{A_{bt}}{A_s} \cdot d_s \quad (8.136)$$

$10 d_s$ 10 $40 d_s$ 40 .
 $bt -$;
 $s -$;
 $d_s -$.
 A_{bt} x_t ,
 8.2.8 – 8.2.14.

8.2.18 $2a$ A_{bt} $0,5h$.
 s

$$\psi_s = 1 - 0,8 \cdot \frac{\sigma_{s,crc}}{\sigma_s}, \quad (8.137)$$

$s,crc -$, 8.2.16,
 $M=M_{crc}$;
 $s -$, s

$$\psi_s = 1 - 0,8 \cdot \frac{M_{crc}}{M}, \quad (8.138)$$

M_{crc} (8.121).

8.2.19

，
：
(. 4.6)
；

8.2.20

20.13330

8.2.21

$$f \leq f_{ult}, \quad (8.139)$$

$f -$
 $f_{ult} -$;
;

(, .).

8.2.22

8.2.22 8.2.31.

，
(8.143).

8.2.23

，
：
)
, 8.2.24, 8.2.26;
)
8.2.24, 8.2.25 8.2.27.

[. . (8.116)]
，

8.2.32.

8.2.24

，
：

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r} \right)_1 + \left(\frac{1}{r} \right)_2; \quad (8.140)$$

8.2.26

 D

(8.143).

 I_{red} α .

$$I_{red} = I + I_s \cdot \alpha + I'_s \cdot \alpha , \quad (8.144)$$

 $I -$

;

 $I_s, I'_s -$

;

 $-$

,

$$\alpha = \frac{E_s}{E_{b1}} . \quad (8.145)$$

 I

.

 I_{red}

(8.143), (8.145)

:

$$E_{b1} = 0,85 \cdot E_b ; \quad (8.146)$$

$$E_{b1} = E_{b\tau} = \frac{E_b}{1 + \varphi_{b,cr}} , \quad (8.147)$$

 $b, cr -$

6.12.

8.2.27

:

;

;

;

 $s \cdot$ D

(8.143)

.

 E_{b1}

$$\begin{aligned}
& E_{b,red} \quad , \\
& R_{b,ser} \\
(& \hspace{10em}).
\end{aligned}
\tag{6.9}$$

$$\begin{aligned}
& I_{red} \\
& \hspace{10em} , \\
& \hspace{10em} s1 \\
& \hspace{10em} s2 \\
I_{red} = & I_b + I_s \cdot \alpha_{s2} + I'_s \cdot \alpha_{s1} \; ,
\end{aligned}
\tag{8.148}$$

$$\begin{aligned}
& I_b, \; I_s, \; I'_s - \\
& \hspace{10em} , \\
& \hspace{10em} . \\
& I_s \quad I'_s \hspace{10em} , \\
(& \hspace{10em} \alpha_{s1} \quad \alpha_{s2}) \\
& (\hspace{10em} 8.19); \\
& y_{cm} = x_m \; ,
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& x_m - \hspace{10em} , \\
& \hspace{10em} 8.2.28 \\
(& \hspace{10em} 8.19). \\
& I_b \quad y_{cm} \\
& \hspace{10em} .
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \hspace{10em} s1 \quad s2 \\
8.2.30. & \hspace{10em} (\\
& 8.2.28 \hspace{10em})
\end{aligned}$$

$$S_{b0} = \alpha_{s2} \cdot S_{s0} - \alpha_{s1} \cdot S'_{s0} \; ,
\tag{8.149}$$

$$\begin{aligned}
& S_{b0}, \; S_{s0} \quad S'_{s0} - \hspace{10em} , \\
& \hspace{10em} .
\end{aligned}$$

$$x_m = h_0 \left(\sqrt{(\mu_s \cdot \alpha_{s2})^2 + 2 \mu_s \cdot \alpha_{s2}} \; - \mu_s \cdot \alpha_{s2} \right) ,
\tag{8.150}$$

$$\mu_s = \frac{A_s}{b \cdot h_0} .$$

$$x_m = h_0 \left[\sqrt{\left(\mu_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s1} \right)^2 + 2 \left(\mu_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s1} \frac{a'}{h_o} \right)} - \left(\mu_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s1} \right) \right], \quad (8.151)$$

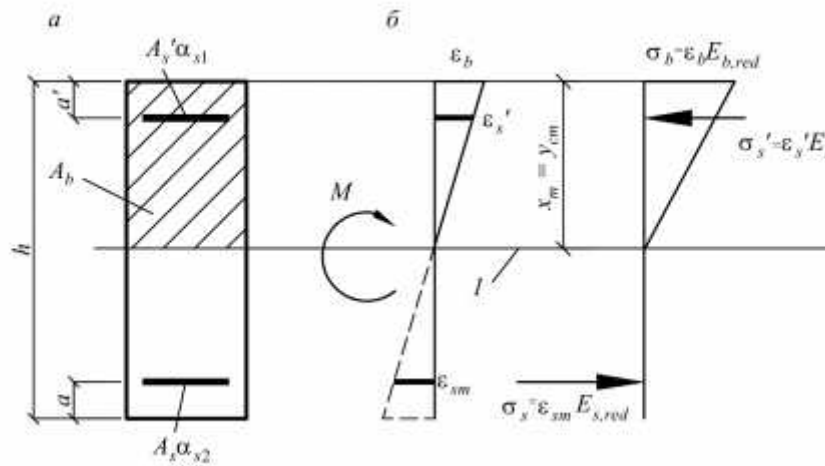
$$\mu'_s = \frac{A'_s}{bh_0}.$$

()

$$x_m = h_0 \left[\sqrt{\left(\mu_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s1} + \mu'_f \right)^2 + 2 \left(\mu_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s1} \frac{a'}{h_0} + \mu'_f \frac{h'_f}{2h_0} \right)} - \left(\mu_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s1} + \mu'_f \right) \right], \quad (8.152)$$

$$\mu'_f = \frac{A'_f}{bh_0}.$$

$$A'_f -$$



I –

8.19 –

()
()

()

$$y_N = \frac{I_{b0} + \alpha_{s2} I_{s0} + \alpha_{s1} I'_{s0}}{S_{b0} + \alpha_{s2} S_{s0} + \alpha_{s1} S'_{s0}}, \quad (8.153)$$

 $y_N -$ $N,$

()

$$e_0 = \frac{M}{N};$$

 $I_{b0}, I_{s0}, I'_{s0}, S_{b0}, S_{s0}, S'_{s0} -$

,

.

$$x_m = x_M \pm \frac{I_{red} \cdot N}{A_{red} \cdot M}, \quad (8.154)$$

x_M – ,
 (8.149)–(8.152);
 I_{red}, A_{red} – ,
 ().

(8.154) « » , « »

8.2.29

$$D = E_{s,red} A_s z (h_0 - x_m), \quad (8.155)$$

z – .
 ()
 z

$$z = h_0 - \frac{1}{3} x_m. \quad (8.156)$$

, ()
 z $0,8h_0$.

8.2.30
 :

$$\alpha_{s1} = \frac{E_s}{E_{b,red}}; \quad (8.157)$$

$$\alpha_{s2} = \frac{E_{s,red}}{E_{b,red}}, \quad (8.158)$$

$E_{b,red}$ – ,
 (6.9)

, $R_b = R_{b,ser}$;
 $E_{s,red}$ – ,

$$E_{s,red} = \frac{E_s}{\Psi_s}. \quad (8.159)$$

$$\begin{aligned}
 & \psi_s \qquad \qquad \qquad (8.138). \\
 & \psi_{s=1} \quad , \qquad \qquad \qquad , \; \alpha_{s2} = \alpha_{s1} . \qquad \qquad , \\
 (8.139) \qquad \qquad \qquad , \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \psi_s, \\
 & \qquad \qquad \qquad (8.138).
 \end{aligned}$$

8.2.31

$$\begin{aligned}
 & \qquad \qquad \qquad \left(\frac{1}{r}\right) \\
 & \qquad \qquad \qquad D \\
 & EI \qquad \qquad \qquad D, \\
 & \qquad \qquad \qquad , \qquad \qquad \qquad 8.2.25 \quad 8.2.29.
 \end{aligned}$$

$$8.2.24, \qquad \qquad \qquad D$$

$$\begin{aligned}
 & \qquad \qquad \qquad D \\
 & \qquad \qquad \qquad \psi_{s=1}.
 \end{aligned}$$

$$D, \quad . \quad . \quad , \qquad \qquad \qquad .$$

8.2.32

$$\begin{aligned}
 & \qquad \qquad \qquad (8.140), \\
 & \qquad \qquad \qquad (8.141). \\
 & \qquad \qquad \qquad , \qquad \qquad \qquad (8.140) \quad (8.141), \\
 & (8.26) - (8.30).
 \end{aligned}$$

$$, \qquad \qquad \qquad ,$$

$$\sigma_{sj} = \frac{E_{sj} \cdot \nu_{sj} \cdot \varepsilon_{sj}}{\psi_{sj}} \; , \qquad \qquad \qquad (8.160)$$

$$\psi_{sj} = 1 - \frac{1}{1 + 0,8 \frac{\varepsilon_{sj,crc}}{\varepsilon_{sj}}} \; . \qquad \qquad \qquad (8.161)$$

$$\begin{aligned}
 & \varepsilon_{sj,crc} - \\
 & \qquad \qquad \qquad ; \\
 & \varepsilon_{sj} - \qquad \qquad \qquad ,
 \end{aligned}$$

$$, \qquad \qquad \qquad .$$

—
 ,
 .
 (. .) ,
 (8.140) (8.141),
 8.1.26 – 8.1.28.

9

9.1

9.1.1 σ_{sp} $0,9R_{s,n}$
 $0,8R_{s,n}$

9.1.2

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

9.1.3 $\Delta\sigma_{sp1}$

:

$$600 - 1000 : \\ - \Delta\sigma_{sp1} = 0,1\sigma_{sp} - 20 ; \quad (9.1)$$

$$- \Delta\sigma_{sp1} = 0,03\sigma_{sp} ; \quad (9.2)$$

$$1200 - 1500, 1400, 1500, 1600 : \\ - \Delta\sigma_{sp1} = (0,22 \frac{\sigma_{sp}}{R_{s,n}} - 0,1) \cdot \sigma_{sp} ; \quad (9.3)$$

$$- \Delta\sigma_{sp1} = 0,05\sigma_{sp} . \quad (9.4)$$

σ_{sp} $\Delta\sigma_{sp1}$ $\Delta\sigma_{sp1} = 0$.

9.1.4

 $\Delta\sigma_{sp2}$ Δt° ,

$$\Delta\sigma_{sp2} = 1,25\Delta t \quad (9.5)$$

 $\Delta t = 65^\circ$.

9.1.5

() $\Delta\sigma_{sp3}$

$$\Delta\sigma_{sp3} = \frac{n-1}{2n} \cdot \frac{\Delta l}{l} E_s, \quad (9.6)$$

$n -$ (), ;
 $\Delta l -$,
 $l -$;

$$\Delta\sigma_{sp3} = 30$$

9.1.6

 $\Delta\sigma_{sp4}$

$$\Delta\sigma_{sp4} = \frac{\Delta l}{l} E_s, \quad (9.7)$$

$\Delta l -$;
 $l -$.
 $\Delta l = 2$.

9.1.7

 $\Delta\sigma_{sp4}$

(9.7),

 $\Delta l = 2$,

$$\Delta\sigma_{sp7} = (1 - \frac{1}{e^{\omega x + \delta \theta}}) \sigma_{sp},$$

e – ;
 ω, δ – , 9.1;
 x – , ;
 θ – , ;
 σ_{sp} – .

9.1

	ω	δ	
		,	
1 :	0,0030	0,35	0,40
,	0	0,55	0,65
,	0,0015	0,55	0,65
2	0	0,55	0,65

9.1.8

 $\Delta\sigma_{sp5}$

$$\Delta\sigma_{sp5} = \varepsilon_{b,sh} \cdot E_s, \quad (9.8)$$

$\varepsilon_{b,sh}$ – , :

0,0002 – 35 ;
 0,00025 – 40;
 0,0003 – 45 .

, ,

$$\Delta\sigma_{sp5} \quad (9.8)$$

, 0,85.

$\Delta\sigma_{sp5}$

(9.8)

, 0,75.

9.1.9

 $\Delta\sigma_{sp6}$

$$\Delta\sigma_{sp6} = \frac{0,8 \cdot \alpha \cdot \varphi_{b,cr} \cdot \sigma_{bpj}}{1 + \alpha \cdot \mu_{spj} \cdot \left(1 + \frac{y_{sj}^2 \cdot A_{red}}{I_{red}} \right) \cdot (1 + 0,8 \cdot \varphi_{b,cr})}, \quad (9.9)$$

$\varphi_{b,cr}$ – , 6.1.16;

$$\begin{aligned}
& \sigma_{bpj} - \quad j - \\
& \quad ; \\
& y_{sj} - \\
& \quad ; \\
& A_{red}, I_{red} - \\
& \mu_{spj} - \quad , \quad A_{spj}/A, \quad A \quad A_{spj} - \\
& \quad . \\
& \quad , \quad , \quad 0,85. \\
& (9.9) \quad , \quad . \\
& \quad \sigma_{bpj} \quad , \\
& \quad , \quad (\quad) \\
& \alpha = \frac{E_s}{E_b}, \quad 9.1.10. \\
& \sigma_{bpj} < 0 \quad \Delta\sigma_{sp6} = 0 \quad \Delta\sigma_{sp5} = 0. \\
& 9.1.10 \\
& (\quad 9.1.3 - 9.1.6) \\
& \Delta\sigma_{sp(1)} = \sum_i \Delta\sigma_{spi}, \quad (9.10) \\
& i - \quad . \\
& \quad : \\
& P_{(1)} = \sum_j (A_{spj} \cdot \sigma_{sp(1)j}) , \quad (9.11) \\
& A_{spj} \quad \sigma_{sp(1)j} - \quad j - \\
& \sigma_{sp(1)j} = \sigma_{spj} - \Delta\sigma_{sp(1)j} . \\
& \sigma_{spj} - \\
& \quad . \\
& (\quad 9.1.3 - 9.1.8) \\
& \Delta\sigma_{sp(2)} = \sum_i \Delta\sigma_{spi} . \quad (9.12)
\end{aligned}$$

$$P_{(2)} = \sum_j (A_{spj} \cdot \sigma_{sp(2)j}) , \quad (9.13)$$

$$\sigma_{sp(2)j} = \sigma_{spj} - \Delta\sigma_{sp(2)j}.$$

$$\Delta\sigma_{sp(2)j}$$

(,), 100 .

,
.

$$\Delta\sigma_{spj6} \frac{\sigma_{bs}}{\sigma_{bp}}, \quad \Delta\sigma_{spj6} - ,$$

$$; \sigma_{bs} \quad \sigma_{bp} -$$

$$9.1.11 \quad \sigma_{bp}$$

$$P_{(1)}, ,$$

:

$$- 0,9R_{bp},$$

$$- 0,7R_{bp}.$$

$$\sigma_{bp}$$

$$\sigma_{bp} = \frac{P_{(1)}}{A_{red}} \pm \frac{P_{(1)} \cdot e_{op} \cdot y}{I_{red}} \pm \frac{M \cdot y}{I_{red}} , \quad (9.14)$$

$$P_{(1)} - ;$$

$$M - ,$$

$$();$$

$$y - ;$$

$$e_{op} - P_{(1)}$$

;

$$9.1.12$$

$$l_p = \frac{\sigma_{sp} \cdot A_s}{R_{bond} \cdot u_s} , \quad (9.15)$$

$$10 d_s \quad 200 , \quad 300 .$$

$$(9.15):$$

σ_{sp} – ;

R_{bond} – ,
10.3.24;

A_s, u_s – .

9.2

9.2.1

,

9.2.2

,

9.2.13 – 9.2.15.

,

9.2.7 – 9.2.12.

9.2.3

,

,

15 %

9.2.4

9.2.10 – 9.2.12.

9.2.5

(()) 8.1.

9.2.6

9.1.9, σ_{spj} (P_j)

j -

γ_{sp} .

γ_{sp} :

0,9 – ;
1,1 – .

9.2.7

8.1

9.2.8 – 9.2.9.

8.1

A_s

A'_s

, .

R_s ,

1,1 R_s

ξ ξ_R (9.2.8).

9.2.8

$\varepsilon_{s,el}$

ξ_R

:

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s + 400 - \sigma_{sp}}{E_s}; \quad (9.16)$$

σ_{sp} –

$\gamma_{sp} = 0,9$;

400 – .

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s}{E_s}.$$

9.2.9

,

,

R_{sc}

σ_{sc} ,

:

$500 - \sigma'_{sp}$ –

$\gamma_{b1} = 0,9$ (. 6.1.12);

$400 - \sigma'_{sp}$ – $\gamma_{b1} = 1,0$.

σ'_{sp} – .

σ'_{sp}

$\gamma_{sp} = 1,1$.

σ_{sc}

R_{sc} .

9.2.10

,

$$N_p = (\sigma'_{sp} - 330)A'_{sp} + \sigma_{sp} \cdot A_{sp}, \quad (9.17)$$

A'_{sp} A_{sp} –

,

()

;

$$\sigma'_{sp} = \sigma_{sp} -$$

$$\gamma_{sp}=1,1$$

$$A'_{sp} = A_{sp} \cdot$$

9.2.11

$$N_p \cdot e_p \leq R_b \cdot b \cdot x(h_0 - 0,5x) + R_{sc} \cdot A'_s (h_0 - a') , \quad (9.18)$$

$$e_p =$$

$$N_p$$

$$\left(\frac{M}{N_p} \right),$$

$$\left(\frac{M}{N_p} \right) \quad (9.1),$$

$$e_p = e_{op} + 0,5h - a \pm \frac{M}{N_p}, \quad (9.19)$$

$$e_{op} =$$

$$N_p$$

$$;$$

$$R_b =$$

$$,$$

$$(6.8)$$

$$,$$

$$R_{bp};$$

$$R_{sc} =$$

$$,$$

$$330 ;$$

$$A'_s =$$

$$,$$

$$.$$

$$\xi_R,$$

$$(8.1)$$

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s}{E_s}, \quad R_s =$$

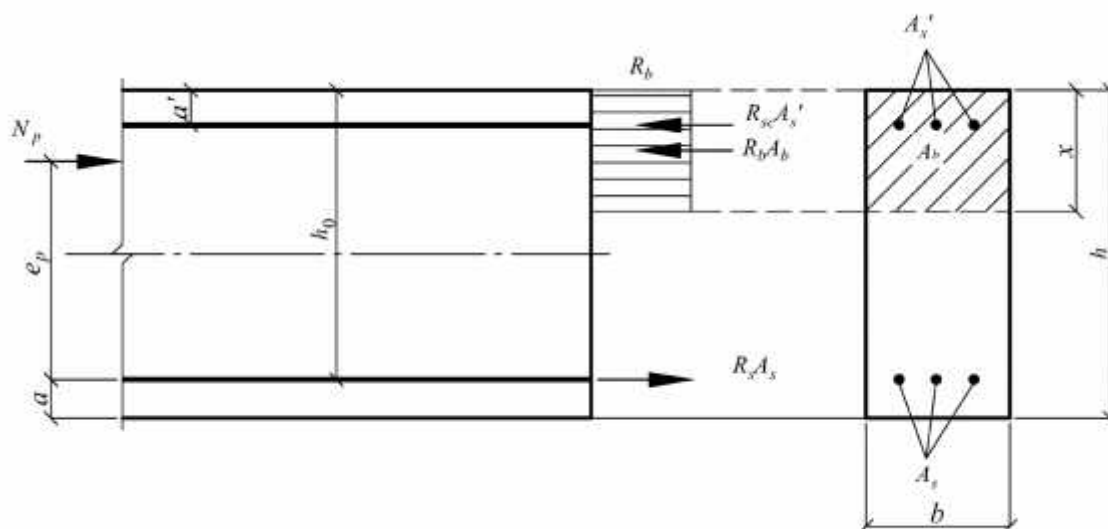
$$A_s, \quad \varepsilon_{b,ult} = 0,003:$$

$$\xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R \quad (9.1)$$

$$x = \frac{N_p + R_s A_s - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b}, \quad (9.20)$$

$$\xi = \frac{x}{h_0} > \xi_R \quad (x = \dots \quad 9.1)$$

$$x = \frac{N_p + R_s A_s \cdot \frac{1 + \xi_R}{1 - \xi_R} - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b + \frac{2 R_s A_s}{h_0 (1 + \xi_R)}}. \quad (9.21)$$



9.1 –

9.2.12

:
) (8.2,), . .

$$N_p \leq R_b \cdot b'f h_f' - R_s A_s + R_{sc} A_s' , \quad (9.22)$$

$$b_f' \quad 9.2.11; \quad (8.2,), . . \quad (9.22)$$

$$N_p \cdot e_p = R_b \cdot b \cdot x (h_0 - 0,5x) + R_b (b_f' - b) \cdot h_f' (h_0 - 0,5h_f') + R_{sc} A_s' (h_0 - a') , \quad (9.23)$$

$$e_p = e_{op} + z_s \pm \frac{M}{N_p} ; e_{op} - . 9.2.11;$$

$$z_s - ($$

$$) \quad \xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R \quad (\xi_R - . 9.2.11)$$

$$x = \frac{N_p + R_s A_s - R_{sc} A_s' - R_b (b_f' - b) h_f'}{R_b \cdot b} ; \quad (9.24)$$

$$) \quad \xi = \frac{x}{h_0} > \xi_R$$

$$x = \frac{N_p + R_s A_s \cdot \frac{1 + \xi_R}{1 - \xi_R} - R_{sc} A'_s - R_b (b'_f - b) h'_f}{R_b \cdot b + \frac{2 R_s A_s}{h_0 (1 - \xi_R)}} . \quad (9.25)$$

9.2.13

9.2.14

:

$$M_x = \sum_i \sigma_{bi} \cdot A_{bi} \cdot Z_{bxi} + \sum_j \sigma_{sj} \cdot A_{sj} \cdot Z_{sxj} + \sum_i \sigma_{si} \cdot A_{si} \cdot Z_{sxi} ; \quad (9.26)$$

$$M_y = \sum_i \sigma_{bi} \cdot A_{bi} \cdot Z_{byi} + \sum_j \sigma_{sj} \cdot A_{sj} \cdot Z_{syj} + \sum_i \sigma_{si} \cdot A_{si} \cdot Z_{syi} ; \quad (9.27)$$

$$N = \sum_i \sigma_{bi} \cdot A_{bi} + \sum_j \sigma_{sj} \cdot A_{sj} + \sum_i \sigma_{si} \cdot A_{si} ; \quad (9.28)$$

,

$$\varepsilon_{bi} = \varepsilon_0 + \frac{1}{r_x} \cdot Z_{bxi} + \frac{1}{r_y} \cdot Z_{byi} ; \quad (9.29)$$

$$\varepsilon_{sj} = \varepsilon_0 + \frac{1}{r_x} \cdot Z_{sxj} + \frac{1}{r_y} \cdot Z_{syj} ; \quad (9.30)$$

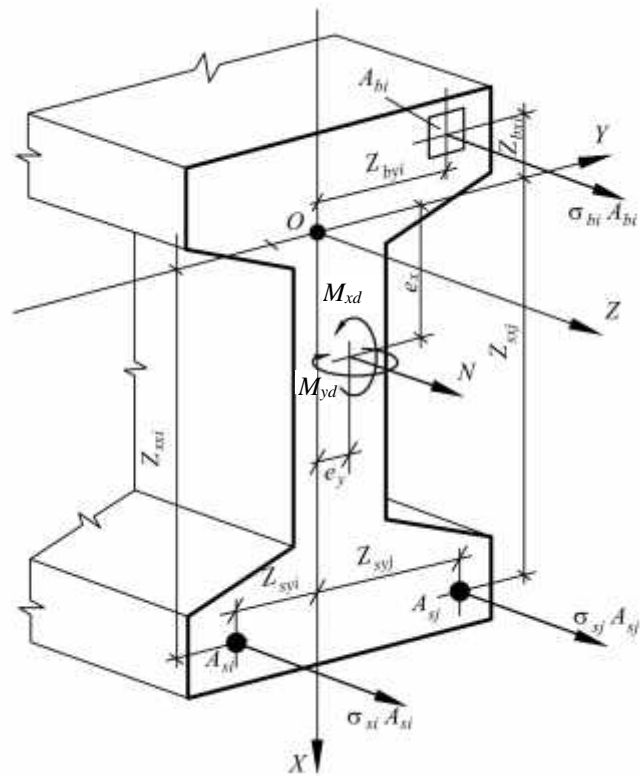
$$\varepsilon_{si} = \varepsilon_0 + \frac{1}{r_x} \cdot Z_{sxi} + \frac{1}{r_y} \cdot Z_{syi} ; \quad (9.31)$$

:

$$\sigma_{bi} = E_b \cdot v_{bi} \cdot \varepsilon_{bi} ; \quad (9.32)$$

$$\sigma_{sj} = E_{sj} \cdot v_{sj} \cdot \varepsilon_{sj} ; \quad (9.33)$$

$$\sigma_{si} = E_{si} \cdot v_{si} (\varepsilon_{si} + \varepsilon_{spi}) . \quad (9.34)$$



9.2 –

(9.26) – (9.34) :

 $A_{si}, Z_{sxi}, Z_{syi}, \sigma_{si} -$

,

 $i-$

;

 $\epsilon_{si} -$ $i-$

;

 $\epsilon_{spi} -$

,

;

 $si -$ $i-$

;

 $V_{si} -$ $i-$

,

– 8.1.23.

 $V_{bi} \quad V_{sj}$

8.1.23,

 $V_{si} -$

$$v_{si} = \frac{\sigma_{si}}{E_{si} \cdot (\epsilon_{si} + \epsilon_{spi})} \cdot \quad (9.35)$$

9.2.15

,

8.1.24.

9.3

- 9.3.1 :
;
;
.
- 9.3.2 ,
.
,
(
. . .),
,
.
- 9.3.3 $\gamma_f > 1,0$ (
(
 $\gamma_f = 1,0$.
)
- 9.3.4 M N_p ,
 P .
- 9.3.5 , 8.2
9.3.6 – 9.3.10.
,
- 9.3.6 crc 9.3.10.
(
,
)
9.3.7.
- 9.3.7 9.3.8.
(8.118) (8.139) , (9.36) $W_{pl} = W_{red}$.
.
- 9.3.8

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl} \pm P \cdot e_p, \quad (9.36)$$

$W_{pl} -$

8.2.10;

$$e_p = e_o + r - P$$

,

;

$$e_{op} - r -$$

;

,

$$r = \frac{W_{red}}{A_{red}}. \quad (9.37)$$

(9.36)

«

»

,

$P \cdot e$

M

;

« » -

$$W_{red} \cdot A_{red}$$

8.2.

,

,

W_{pl}

(8.122).

9.3.9

N_{crc}

(8.131) 8.2.

9.3.10

6.1.24, 9.2.13 – 9.2.15,

,

6.1.22.

.

M_{crc}

9.2.13 – 9.2.15,

$V_{bt,max}$

,

$V_{bt,ult}$,

8.1.30.

,

9.3.11

(8.128),

σ_s

$$\sigma_s = \left[\frac{M_p(h_0 - y_c)}{I_{red}} - \frac{N_p}{A_{red}} \right] \cdot \alpha_{s1}, \quad (9.38)$$

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

,

,

8.2.27,

$$\begin{aligned} \alpha_{s2} &= \alpha_{s1}; \\ N_p &- \\ M_p &- \end{aligned} \tag{9.3.4);}$$

$$\begin{aligned} & , \\ M_p &= M \pm N_p \cdot e_{op} \, , \tag{9.39} \\ e_{op} &- \qquad \qquad \qquad N_p \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{«} \qquad \text{»} \tag{9.39} \\ M & \quad N_p \cdot e_{op} \, , \quad \text{«} \qquad \text{»} - \, . \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \sigma_s \\ \sigma_s &= \frac{M - N_p \cdot (z - e_{sp})}{z \cdot A_s} \, , \tag{9.40} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z &- \, , \\ & , \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{sp} &- \qquad \qquad \qquad N_p. \\ & (\end{aligned}$$

$$z \, = h_0 - \frac{x_N}{3} \, . \tag{9.41}$$

$$\begin{aligned} x_N &- \, , \qquad \qquad \qquad 8.2.28 \\ & N_p. \\ & , \qquad \qquad \qquad (\qquad \qquad \qquad) \\ & \qquad \qquad \qquad z \qquad \qquad \qquad 0,7h_0. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \sigma_s, \tag{9.38), (9.40),} \\ (R_{s,ser} - \sigma_{sp}). \end{aligned}$$

9.3.12

8.2.19 – 8.2.32

9.3.13 – 9.3.15.

9.3.13

8.2.24,

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1, \left(\frac{1}{r}\right)_2 \quad \left(\frac{1}{r}\right)_3 \tag{8.140), (8.141)}$$

9.3.14

.

9.3.14

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

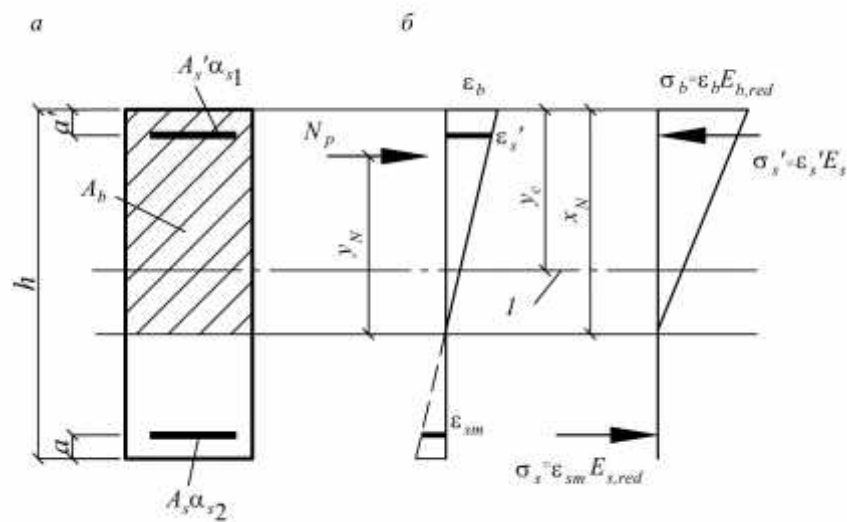
$$\frac{1}{r} = \frac{M - N_p \cdot e_{op}}{D}, \quad (9.42)$$

N_p —
 e_{op} —

D —

8.2

(9.3).



l —

9.3 —

()

-

()

9.3.15

$$\frac{1}{r} = \frac{M - N_p \cdot z_p}{E_{s,red} \cdot A_s \cdot z(h_0 - x_N)}, \quad (9.43)$$

z_p —

;

z —

;

$$x_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i.$$

$$\mu_s = 1 + \frac{N_p}{M_p} \cdot z.$$

$$z_p = z,$$

$$0,3h_0.$$

$$9.3.16 \qquad \qquad \qquad (8.140),$$

$$\begin{aligned} & \qquad \qquad \qquad - \qquad \qquad \qquad (8.141). \\ & \qquad \qquad \qquad (8.140) \qquad (8.141), \\ (9.26) - (9.34) & \qquad \qquad \qquad 9.2.13. \end{aligned}$$

$$\sigma_{si} = \left(\frac{E_{si} \cdot \varepsilon_{si}}{\Psi_{si}} + E_{si} \cdot \varepsilon_{spi} \right) \cdot v_{si}, \tag{9.44}$$

$$\sigma_{sj} = \frac{E_{sj} \cdot \varepsilon_{sj}}{\Psi_{sj}}, \tag{9.45}$$

$$\Psi_{si(j)} = \frac{1}{1 + 0,8 \cdot \frac{\varepsilon_{si(j),crc}}{\varepsilon_{si(j)}}}. \tag{9.46}$$

$$\varepsilon_{si(j),crc} = \dots;$$

$$\varepsilon_{si(j)} = \dots,$$

$$\dots;$$

$$\varepsilon_{spi} = \dots.$$

$$\dots -$$

$$\dots$$

10

10.1

10.1.1

·
;
;
;
;

·

10.2

10.2.1

·
;
10.3;
;
(13015).

10.2.2

·
 $\frac{l_0}{i}$

200 –

120 –

90 –

10.2.3

–
·
·

10.3

10.3.1

·
;
;
;
(
);
·

10.3.2

), (, , , (,
 . .), (.
(
,
) 10.1.
, 10.1, 5 .
5 .
10 . 7,5
20 ,
() – 25 .
25 .

10.1

..		, ,
1		20
2	()	25
3	()	30
4	(),	40

10.3.3

(. 9.1.11) 20 –
3 d 40 –
.

,
(
) ,

. 10.3.20.

10.3.4

,
, 40
– () ,
() .

， 20 。

10.3.5

，
25 — ，
30 — ，
50 — ，
(
。
()。 —

$$d_{s,red} = \sqrt{\sum_i^n d_{si}^2}, \quad d_{si} -$$

，
， $n -$ 。

10.3.6

，
()
0,1 % —
 $\frac{l_0}{i} \leq 17$ ($\frac{l_0}{h} \leq 5$);
0,25 % —
 $\frac{l_0}{h} \geq 25$);

$$\mu_s = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100 \%$$

$$\frac{l_0}{h} \leq 5);$$

$$\frac{l_0}{i} \geq 87 \quad ($$

μ_s

10.3.7

：
；
；

，
，
；
μ_s 0,025 %.
10.3.8
，
，
，
：
：
200 – $h \leq 150$ ；
1,5 h 400 – $h > 150$ ；
：
400 – ；
500 – .
2 t 400 (t –), –
400 .
10.3.9 150
150
10.3.10
1/2
1 1/3 1
10.3.11
，
.
10.3.12 ()
0,25
6 .
6 .
10.3.13
，
0,5 h₀ 300 .
300
() 150 ,

,
 .
 300 , 150 ,
 ,
 0,75 h_0 500 .
 10.3.14 ,
 15 d 500 (d –
).
 ,
 1,5 % ,
 10 d 300 .
 10.3.15 ()
 , ()
 400 – 400 .
 10.3.16 ,
 () .
 10.3.17 ,
 300 , $1/3h_0$
 $\frac{h_0}{3}$, $\frac{h_0}{2}$.
 () 1,5 h_0 .
 $1/2h_0$.
 ,
 .
 , 1/4 ,
 .
 10.3.18 () $A_{b,\max}$
 (8.1.43).
 (8.9).
 :
 –
 ;
 –
 .
 10.3.19 ,
 ,

A_s — u_s —

R_{bond} —

$$R_{bond} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot R_{bt}, \quad (10.2)$$

R_{bt} —

η_1 —

1,5 —

2,0 —

2,5 —

1,7 —

1500

3

1500

6

1,8 —

4

2,2 —

2,4 —

7

9

9

2,5 —

η_2 —

$\eta_2 = 1,0$ —

$\eta_2 = 0,9$ —

$d_s \leq 32$;

36 40 ;

$\eta_2 = 1,0$

10.3.25

$$l_{an} = \alpha \cdot l_{0,an} \cdot \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}}, \quad (10.3)$$

$l_{0,an}$ —

$A_{s,cal}, A_{s,ef}$ —

(10.1);

α —

()

$$\alpha=1,0, \quad -\alpha=0,75; \quad \alpha=1,0.$$

200 , $0,3 \cdot l_0$, n .

$$5 d_s - 10.3.26 \quad , \quad 10 d_s \quad N_s$$

$$N_s = R_s \cdot A_s \frac{l_s}{l_{an}} \leq R_s \cdot A_s, \quad (10.4)$$

$$l_{an} - \quad , \quad 10.3.25,$$

$$\frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}} = 1;$$

 $l_s -$

10.3.27

$$Q \leq Q_{bl} \quad (8.1.31-8.1.35) \quad 5 d_s.$$

10.3.25.

10.3.28

10.3.29

$$)$$
$$\begin{pmatrix} \cdot \\ \vdots \\ \cdot \end{pmatrix}; \quad (\cdot, \cdot, \cdot);$$

;

(

10.3.30 .). (40 .

10.3.22.

()

l_l ,

$$l_l = \alpha \cdot l_{0,an} \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}}, \quad (10.5)$$

$l_{0,an} -$, (10.1);
 $A_{s,cal}, A_{s,ef} -$. 10.3.25;

– 0,9.

1,2,
:

50 %,

() – 25 %;

$4 d_s$;

)

$2 d_s$

30 .

(

1,3 l_l .

100 %,

2,0.

50 %

25 %

(

.)

30 %.

$$0,4\alpha \cdot l_{0,an} \text{ ,}$$

20 d_s 250 .
10.3.31

14098.
10.3.32

(, . .) (,)
).
.
.

10.3.33 (,)
 ,

.
 d
 d_s :

$$\begin{aligned} d &= 2,5 d_s & d_s < 20 & \text{ ;} \\ d &= 4 d_s & d_s \geq 20 & \text{ ;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= 5 d_s & d_s < 20 & \text{ ;} \\ d &= 8 d_s & d_s \geq 20 & \text{ .} \end{aligned}$$

10.4

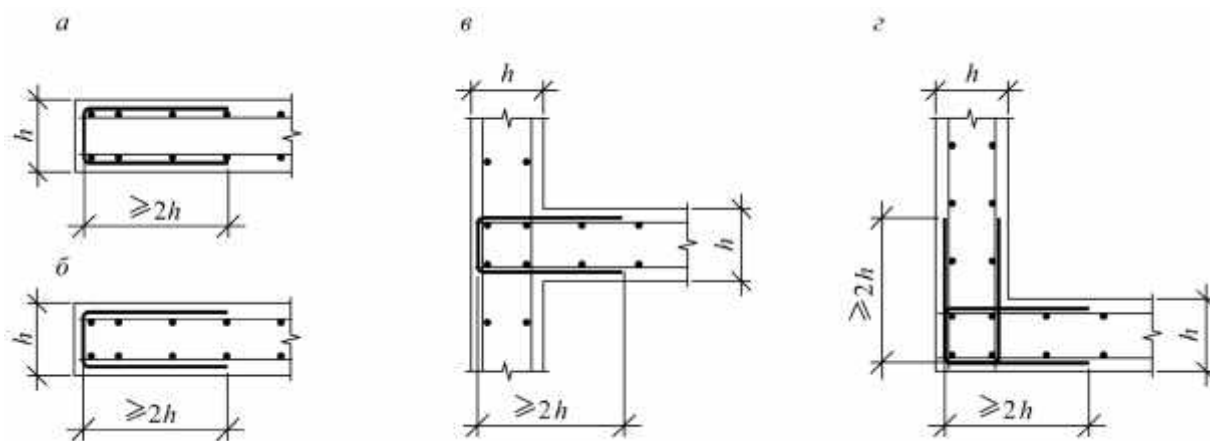
10.4.1 (, , 10.2 10.3 ,)

10.4.2 , . , , , , .

10.4.3 , , , , ,

10.4.4

10.4.5

**10.1 –**

10.4.6

10.4.7

10.4.8

10.4.9

10.4.10
()

:

;

,

,

.

.

(),

,

,

,

,

,

,

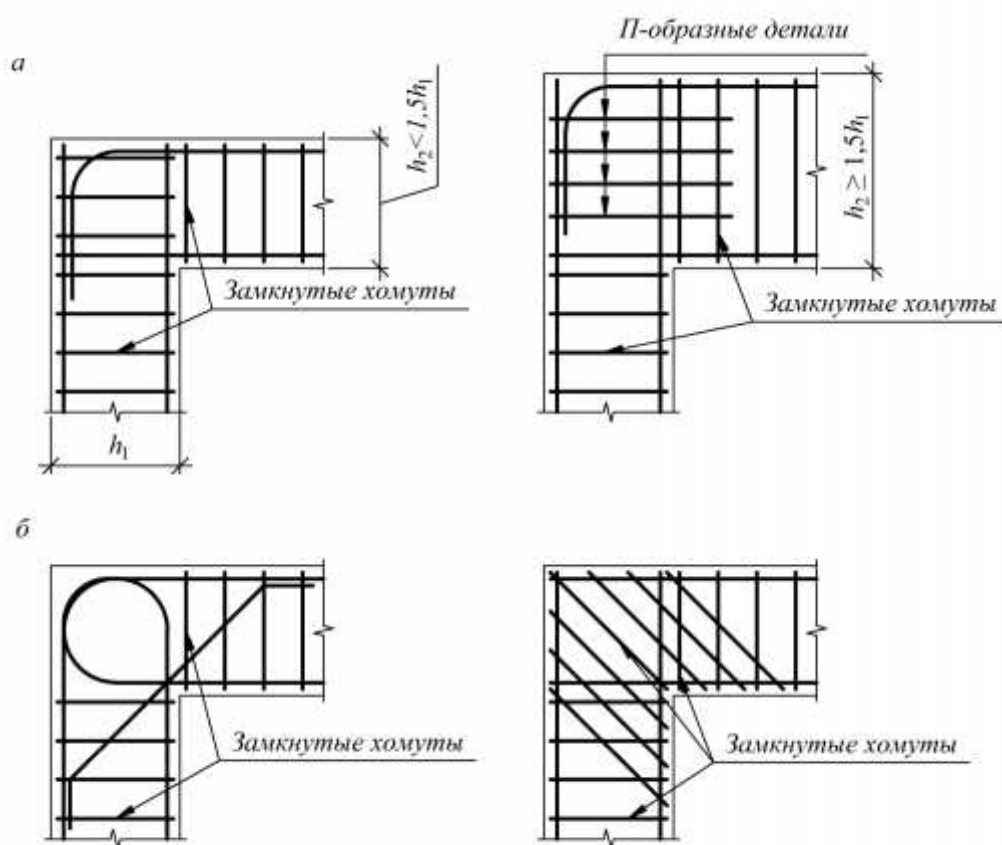
.

10.4.11

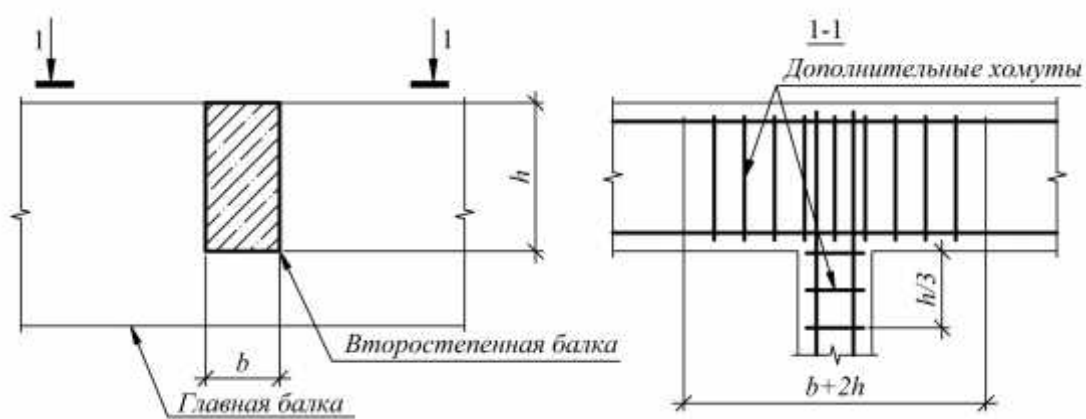
10.2.

-

.



10.2 –



10.3 –

10.4.12

$$b+2h, \quad b-h - \frac{h}{3}.$$

，
.

11，

11.1

11.1.1
，，6
.

.

，27006, 26633.
(，，，
).

，
(7473, 10181).

，
8736, 24211). (，30515, 23732, 8267,
(
.).

，.

11.1.2

(70.13330).
，
.
—
- ()

11.1.3

，
，
.
.

11.1.4

2

,

$$(70.13330).$$

,

.

;

•

,

•

,

.

11.1.5

().

—

•

,

,

.

•

—

2

2

•

11.2

11.2.1

2

;

•

;

•

2

,

,

•

11.2.2

•

2

.

11.2.3

2

70.13330.

11.2.4

 (\quad, \quad)

—

(14098, 10922).

.

,

.

,

70.13330.

11.2.5

,

.

11.2.6

,

.

,

.

11.2.7

()

.

,

.

11.2.8

,

.

.

11.3

11.3.1

()

:

,

,

,

,

.

(52085, 52086, 25781).

,

,

,

,

,

.

,

,

.

,

.

.

.

11.4

11.4.1

，
11.1, 11.2 11.3.

13015.

11.4.2

·
，
·
，
(
—
)，
(
).
(
).

11.4.3

(
)，
·
，
·

11.4.4

，
，
，
·
，
·

11.4.5

·
，
，
，
，
，
·
，
，
·
(
—
)，
·
(
70.13330).

11.4.6

，
·
，
·
，
(
，
)

. .).

,

12.

11.5

11.5.1

(,

, ,

)

(48.1330, 13015).

(,)

11.5.2

,

,

.

11.5.3

,

10180, 28570

(22690, 17624).

,

,

,

(,)

(53213, 22690, 17624).

(,

)

.

.

.

,

,

(53231).

11.5.4 , 10060.0, 12730.5,
 12730.1, 12730.0, 27005.
 11.5.5 ()
 .
 70.13330,
 10922, 23858.
 11.5.6 ,
 ()
 8829
 , .
 (, , ,
), , , ,
 , , ,
 , .
 11.5.7
 (70.13330).
 130.13330 13015.

12

12.1

, ,
 .

12.2

: , , ,
 , , , ,
 , , , .

12.3

12.3.1

, -
 ,
 .

12.4

12.4.1

12.4.2

50 %
)

50 %

12.4.3

12.4.4

13

13.1

13.2

13.3

(
 $N=2 \cdot 10^6$,

(),

()

	—	;	
	—		;
N	—	;	
Q	—	;	
T	—	.	
$R_{b,n}$	—	;	
$R_b, R_{b,ser}$	—		;
			;
$R_{bt,n}$	—		;
$R_{bt}, R_{bt,ser}$	—		;
			;
$R_{b,loc}$	—	;	
R_{bp}	—	;	
R_{bond}	—		;
$R_s, R_{s,ser}$	—		;
			;
R_{sw}	—		;
R_{sc}	—		
		;	
E_b	—		;
$E_{b,red}$	—		;
E_s	—	;	
$E_{s,red}$	—	,	
		;	
$\varepsilon_{bo}, \varepsilon_{bto}$	—		;
			;
ε_{so}	—	,	R_s ;
$\varepsilon_{b,sh}$	—	;	
$\varphi_{b,cr}$	—	;	
α	—		E_s
	$E_b.$		
S	—	:	
)		
	—	;	
)		—

\quad) ;
 \quad :
 \quad —
 \quad ;
 \quad —
 $S\%$ — ;
 \quad :
 \quad) — ;
 \quad) —
 \quad ;
 \quad) —
 \quad .
 b — ;
 b_f, b'_f — ;
 h — , ;
 h_f, h'_f — ;
 a, a' — S
 $S\%$;
 h_0, h'_0 — , $h - a \quad h - a'$;
 x — ;
 ξ — , $\frac{x}{h_0}$;
 s_w — , ;
 e_0 — N ;
 e, e' — , 7.1.7 8.1.7;
 $S \quad S\%$;
 y_n — ;
 l — ;
 l_{an} — ;

()

.1

$$\frac{Q_{an,j}}{Q_{an,j,0}} + \frac{N_{an,j}}{N_{an,j,0}} \leq 1, \quad (.1)$$

$N_{an,j}$ –

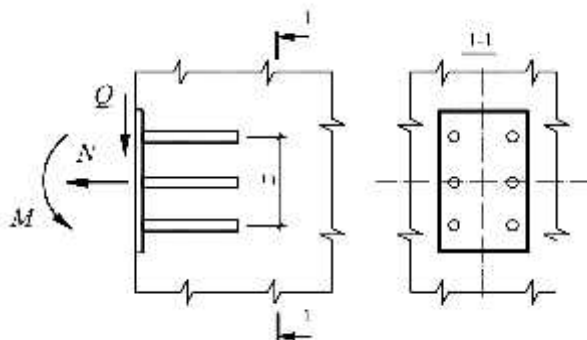
$$N_{an,j} = \frac{M}{z} + \frac{N}{n_{an}}; \quad (.2)$$

$Q_{an,j}$ –

$$Q_{an,j} = \frac{Q - 0,3N'_{an}}{n_{an}}; \quad (.3)$$

N'_{an} –

$$N'_{an} = \frac{M}{z} - \frac{N}{n_{an}}. \quad (.4)$$



.1 – ,

$Q_{an,j,0}$ –

$$Q_{an,j,0} = \gamma_{s,sh} \cdot A_{an,j} \cdot \sqrt{R_b \cdot R_s}, \quad (.5)$$

$\gamma_{s,sh}$ – , 1,65;

$N_{an,j,0}$ — , ,

$$N_{an,j,0} = R_s \cdot A_{an,j}. \quad (.6)$$

(.1)–(.6):
 N, Q — , ,
 ; ,
 ;
 n_{an} — ;
 Q ;
 Q_{an} ;
 z — ;
 $A_{an,j}$ — ;

(2) (4) N ,
 (. .1), — ,
 . N_{an} , (.3)
 $N_{\text{un}} = N$.
 N'_{an} ()
 .2 , 15
 30° , $Q > N$,
 N —)

$$A_{an,inc} = \frac{Q - 0,3N'_{an}}{R_s}, \quad (.7)$$

$A_{an,inc}$ — ;
 N_{un} — . 8.1.1.
 (.1) Q_{an} , 0,1 ,
 (.3).
 .3 ,

16.13330.

$$t \geq 0,25 d_{an} \frac{R_s}{R_{sq}}, \tag{.8}$$

$d_{an} -$, ;
 $R_{sq} -$, 16.13330.
 ,
 (.8)

.

.

$$(\quad)$$

,
 .
 () ,
 () .
 .
 ,
 8.2.26, 8.2.27.
 .8
 ,
 .9
 ,
 .
 ,
 .
 1,5.
 1,2.
 .10
 - (,
 ,)
 ,
 (,
).
 .11
 .12
 ,

.13
.
.14
.
.15
.
.16
, ()
.17
,
,
.18
,
,
—
.19
,
.20
—
,
.21
—
,
,
,
.22
,
,
.23
,
.24
,
,
.25
.
.26
,

.27
I
-

,

.

,

54257

.

()

.1

:

$$\begin{aligned}\varepsilon_m &= \sigma_m / (E_m v_m), \\ d\varepsilon_m &= d\sigma_m / (E_m v_m^k),\end{aligned}\quad (.1)$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_m, \sigma_m, E_m &- \quad , \quad , \\ &(d - \quad); \\ m &- \quad (\quad m = b, bt; \quad m = s); \\ v_m &- \quad ,\end{aligned}$$

$$v_m = \hat{v}_m \pm (v_0 - \hat{v}_m) \sqrt{1 - \omega_1 \eta - \omega_2 \eta^2}, \quad (.2)$$

$$\begin{aligned}\hat{v}_m &- \quad (\quad \sigma_m = \hat{\sigma}_m); \\ v_0 &- \quad (\\ &); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\omega_1, \omega_2 &- \quad , \quad , \\ \omega_2 &= 1 - \omega_1; \\ \eta &- \quad ,\end{aligned}$$

$$\eta = (\sigma_m - \sigma_{m,el}) / (\hat{\sigma}_m - \sigma_{m,el}), \quad (.3)$$

$$(\sigma_m - \sigma_{m,el}) \geq 0;$$

$$\begin{aligned}\sigma_{m,el} &- \quad , \quad ; \\ v_m^k &- \quad ,\end{aligned}$$

$$\frac{1}{v_m^k} = \frac{1}{v_m} \pm \frac{\sigma_m (v_0 - \hat{v}_m) (\omega_1 + 2\omega_2 \eta)}{2v_m^2 (\hat{\sigma}_m - \sigma_{m,el}) \sqrt{1 - \omega_1 \eta - \omega_2 \eta^2}}. \quad (.4)$$

(.2) (.4)

$$\eta \geq 0,85 \quad ($$

.2).

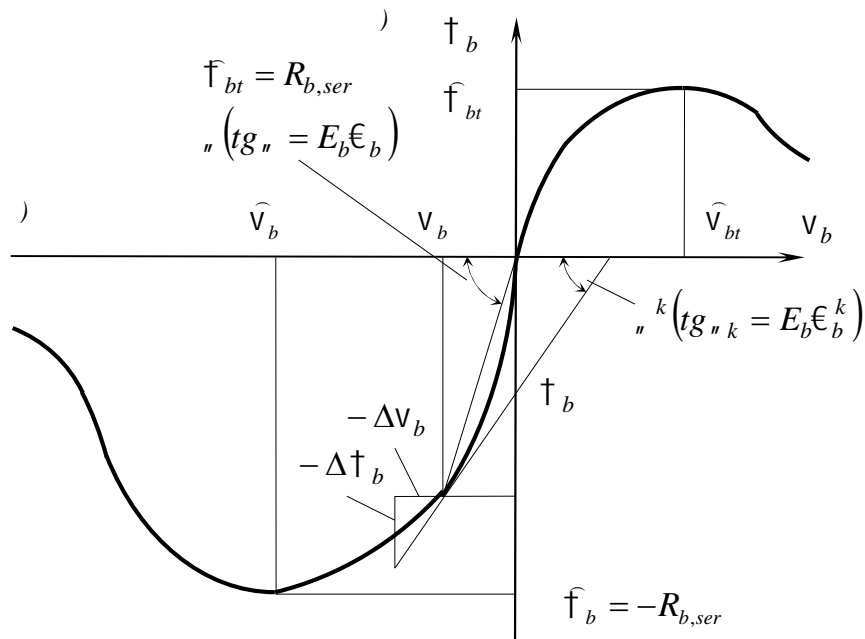
.2

$$\begin{aligned} & (\quad .1) \quad (\quad .1) - (\quad .4), \\ & : \end{aligned}$$

$$\widehat{\sigma}_b = -R_{b,ser}; \sigma_{b,el} = 0; \widehat{v}_b = \widehat{\sigma}_b / (\widehat{\varepsilon}_b E_b); \eta = \sigma_b / \widehat{\sigma}_b, \quad (.5)$$

$$v_0 = 1; \omega_1 = 2 - 2,5\widehat{v}_b, \quad (.6)$$

$$v_0 = 2,05\widehat{v}_b; \omega_1 = 1,95\widehat{v}_b - 0,138, \quad (.7)$$



.1 -

$$\widehat{\varepsilon}_b = -\frac{B}{E_b} \lambda \frac{1 + 0,75\lambda B / 60 + 0,2\lambda / B}{0,12 + B / 60 + 0,2 / B}, \quad (.8)$$

$$\lambda = 1; \quad D, (\lambda / 3) \lambda = D / 2400; \quad \lambda = 0,25 + 0,35B.$$

$$(.1) - (.3),$$

:

$$\begin{aligned} \widehat{\sigma}_{bt} &= R_{bt,ser} \tilde{\gamma}_{btg}; \sigma_{bt,el} = 0; \eta = \sigma_{bt} / \widehat{\sigma}_{bt} \\ \widehat{v}_{bt} &= \left(0,6 + 0,15 R_{btm} / R_{0tm} \right) / \tilde{\gamma}_{btq} ; \\ \tilde{\gamma}_{btq} &= , \\ &; \end{aligned} \quad (.9)$$

$$\begin{aligned} \tilde{\gamma}_{btq} &= \left(\tilde{\gamma}_h + 0,007 \right), 0,9 \leq \tilde{\gamma}_h = 2 - \sqrt[5]{h/h} , \\ h &= 30 - , \\ h &- , \\ R_{0tm} &= 2,5 . \\ v_0, \quad \omega_1, \quad \omega_2 & \quad (.6), (.7) \quad \widehat{v}_b \\ \widehat{v}_{bt} &. \end{aligned} \quad (.10)$$

()

.1 (.1)

$$\left(\begin{array}{l} r_1/r_2 = 0,5 \\ , \\ \end{array} \right),$$

$$\xi_{cir} = \frac{N + R_s A_{s,tot}}{R_b A + (R_{sc} + 1,7 R_s) A_{s,tot}}; \quad (.1)$$

) $0,15 < \xi_{cir} < 0,6 -$

$$M \leq \left(R_b A r_m + R_{sc} A_{s,tot} r_s \right) \frac{\sin \pi \xi_{cir}}{\pi} + R_s A_{s,tot} r_s (1 - 1,7 \xi_{cir}) (0,2 + 1,3 \xi_{cir}); \quad (.2)$$

) $\xi_{cir} = 0,15 -$

$$M \leq \left(R_b A r_m + R_{sc} A_{s,tot} r_s \right) \frac{\sin \pi \xi_{cir}}{\pi} + 0,295 R_s A_{s,tot} r_s; \quad (.3)$$

$$\xi_{cir1} = \frac{N + 0,75 R_s A_{s,tot}}{R_b A + R_{sc} A_{s,tot}};$$

) $\xi_{cir} = 0,6 -$

$$M \leq \left(R_b A r_m + R_{sc} A_{s,tot} r_s \right) \frac{\sin \pi \xi_{cir2}}{\pi}, \quad (.4)$$

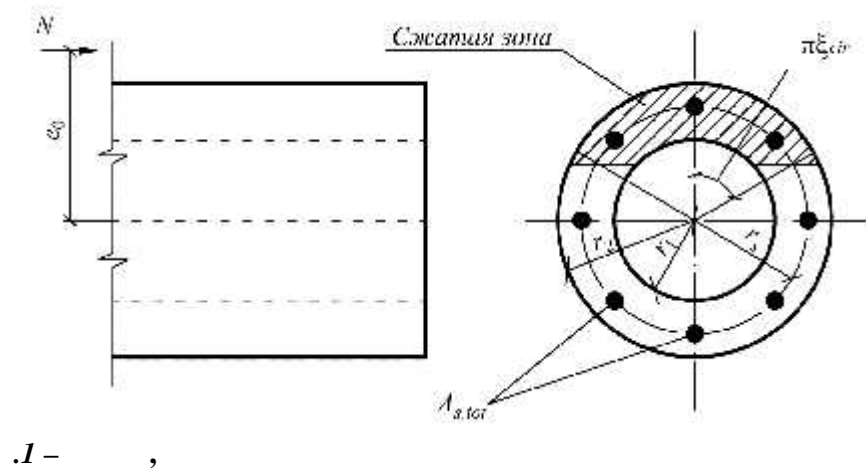
$$\xi_{cir2} = \frac{N}{R_b A + R_{sc} A_{s,tot}}. \quad (.5)$$

(.1) – (.5):

$$A_{s,tot} = \frac{r_1 + r_2}{2};$$

$$r_m = \frac{r_1 + r_2}{2};$$

$$r_s = \frac{r_1 + r_2}{2};$$



2 (.2) ,
(
400
) ,

$$M \leq \frac{2}{3} R_b A r_m \frac{\sin^3 \pi \xi_{cir}}{\pi} + R_s A_{s,tot} \left(\frac{\sin \pi \xi_{cir}}{\pi} + \varphi \right) r_s, \quad (.6)$$

r_m r_s — .1;
 cir — ,

:

$$N \leq 0,77 R_b A + 0,645 R_s A_{s,tot}, \quad (.7)$$

$$\xi_{cir} = \frac{N + R_b A \frac{\sin 2\pi \xi_{cir}}{2\pi}}{R_b A + R_s A_{s,tot}}; \quad (.8)$$

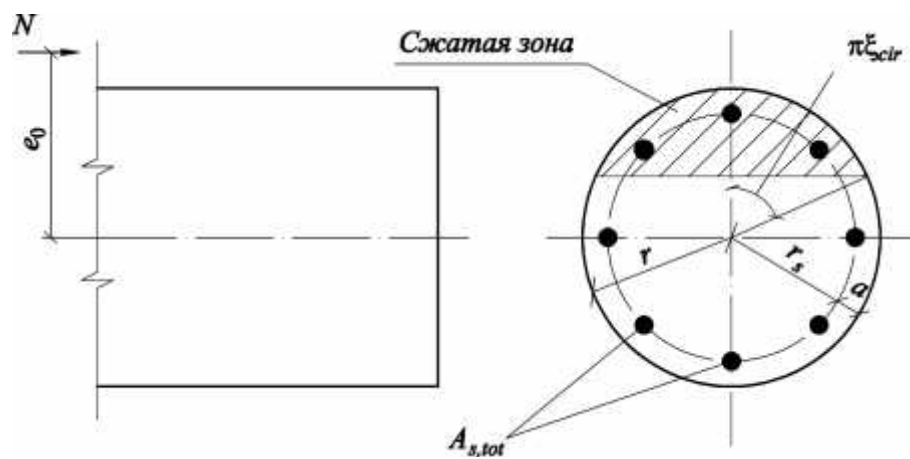
(.7) —

$$\xi_{cir} = \frac{N + R_s A_{s,tot} + R_b A \frac{\sin 2\pi \xi_{cir}}{2\pi}}{R_b A + 2,55 R_s A_{s,tot}}; \quad (.9)$$

— ,
:

$$\begin{aligned} (.7) &= 1,6(1 - 1,55 \text{ }_{cir}) \text{ }_{cir}, & 1,0; \\ (.7) &= 0; \end{aligned}$$

$A_{s,tot}$ — ;
 r_s — ,



.2 – ,

()

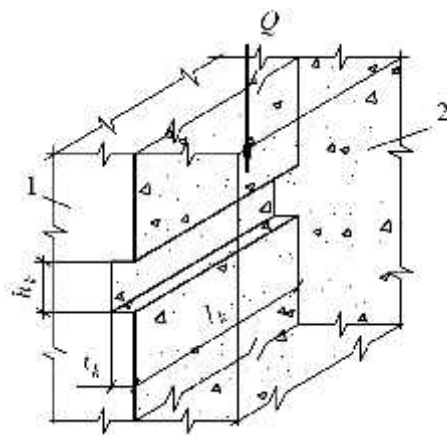
.1

:

$$t_k \geq \frac{Q}{R_b l_k n_k}; \quad (.1)$$

$$h_k \geq \frac{Q}{2R_{bt} l_k n_k}; \quad (.2)$$

Q – , ;
 t_k, h_k, l_k – , ;
 n_k – , .



1 – ; 2 –

.1 – ,

 N

$$h_k = \frac{Q - 0,7N}{2R_{bt} l_k n_k}, \quad (.3)$$

(.2),

.

, , Q

(.1) – (.3)

 R_b R_{bt}

(.1).

()

$$.1 \quad l_1 \leq 0,9 h_0 \quad (.1)$$

$$Q \leq 0,8 R_b b l_{sup} \sin^2 \theta (1 + 5 \alpha \mu_w), \quad (.1)$$

$$3,5 R_{bt} b h_0 \quad 2,5 R_{bt} b h_0.$$

(.1):

 $l_{sup} -$ $\theta -$

$$\mu_w = \frac{A_{sw}}{b s_w} -$$

 $s_w -$ 45° $R_{b,loc} .$

,

 l_{sup}

(.1)

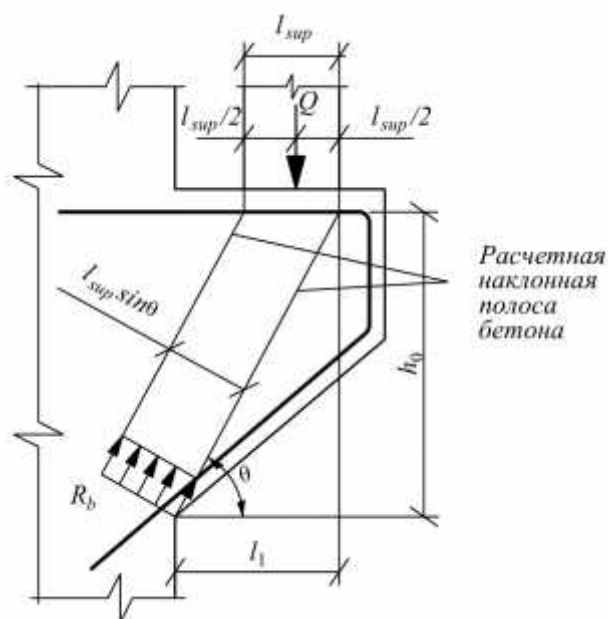
 $l_1,$ $/Q \geq 0,3$ $l_{sup}/l_1 \geq 2/3$ ($Q -$

,

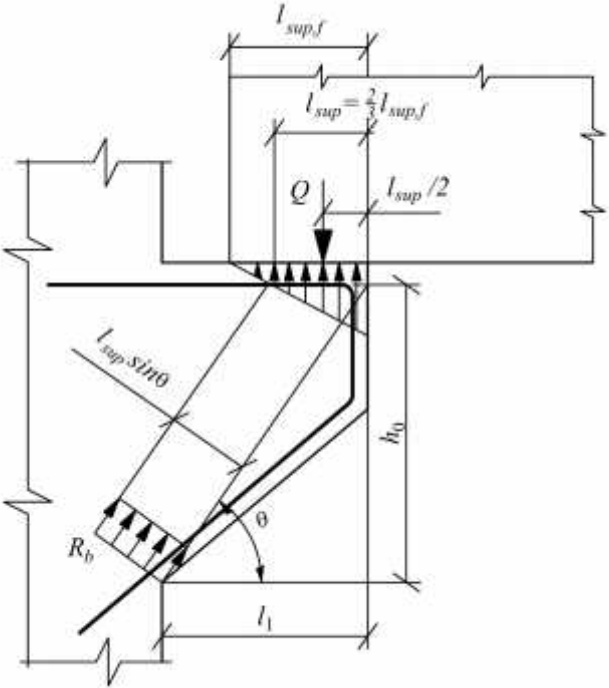
,

).

(.1)

 $5R_{th}bh_0.$  $.1 -$

2/3



.2 –

.2

$$Q \frac{l_1}{h_0} \leq R_s A_s, \tag{.2}$$

$l_1, h_0 \varnothing$. .1.

$$Q \frac{l_1}{h_0} - N_s \leq R_s A_s, \tag{.3}$$

$l_1, h_0 -$;
 $N_s -$, :

$$N_s = \frac{M + Ql_{\text{sup}} / 2}{h_{0b}} \quad (.4)$$

$$1,4 k_f l_w R_{wf} + 0,3 Q (k_f l_w - ; R_f -$$

$$16.13330, \quad 42 R_{wf} = 180 ; 0,3 - ,$$

$$), \quad R_{sw} \quad_{sw} (R_{sw} \quad_{sw} -).$$

(.3) (.4):

$M, Q -$

;

(.4) « »;

$l_{\text{sup}} -$

$h_{0b} -$

.

()

-

.1 - , , , . ,

.2 - () (). ,

: (, - ; (, - , - .

.3 , , , , , .

.4. – .8. .4
$$N_j \leq \gamma_{bt,j} \cdot R_{bt} \cdot A_{b,j} , \tag{.1}$$
 $\gamma_{bt,j} -$, 0,25,

$$N_j \leq R_s \cdot A_{s,j} . \tag{.2}$$

.5
$$Q_j \leq \gamma_{b,sh,j} \cdot R_{bt} \cdot A_{b,j} , \tag{.3}$$
 $\gamma_{b,sh} -$, 0,5, 1,0;

:

$$Q_j \leq \gamma_{b,sh,j} \cdot R_{bt} \cdot A_{b,j} \cdot (1 + \gamma_{sb,sh,j} R_{s,j} \cdot \mu_{s,j}), \quad (.4)$$

$$\gamma_{b,sh,lim} \cdot R_{bt} \cdot A_{b,j},$$

$$\gamma_{b,sh,j} - , \quad (.3);$$

$$\gamma_{sb,sh,j} - , \quad 1,0 \left(\frac{1}{/ 2} \right);$$

$$\gamma_{b,sh,lim} - , \quad 2,0.$$

.6

$$\frac{Q_j}{Q_{j,0}} + \frac{N_j}{N_{j,0}} \leq 1, \quad (.5)$$

$$N_{j,0} \quad (.1) \quad (.2),$$

$$Q_{j,0} - \quad (.3) \quad (.4).$$

.7

$$N_j \leq R_b \cdot A_{b,j}. \quad (.6)$$

$$N_j \leq R_b \cdot A_{b,j} + R_{sc} \cdot A_{s,j}. \quad (.7)$$

.8

:

$$0 \leq \frac{N_j}{N_{j,0}} \leq 0,4$$

$$Q_j \leq Q_{b,j,0} + \gamma_{jw} \cdot N_j, \quad (.8)$$

$$0,4 < \frac{N_j}{N_{j,0}} < 0,6$$

$$Q_j \leq Q_{b,j,lim}; \quad (.9)$$

$$0,6 \leq \frac{N_j}{N_{j,0}} \leq 1$$

$$Q_j \leq Q_{b,j,0} + \gamma_{jw} (N_{j,0} - N_j), \quad (.10)$$

$$N_{j,0}$$

$$(.6) \quad (.7),$$

$$Q_{b,j,0} -$$

$$(.3) \quad (.4),$$

$$\gamma_{jw}$$

$$1,0,$$

,

-

.

()

.1

8.1.20 – 8.1.30

.2 – .4.

.2

 $D_{ij} (i, j = 1, 2, 3)$

(8.39) – (8.41)

:

$$D_{11} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{bxi}^2 \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{sxj}^2 \cdot E_{sj} \cdot v_{sj} + \sum_k A_{bk} \cdot Z_{bxk}^2 \cdot E_b \cdot v_{bk} ; \quad (.1)$$

$$D_{22} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{byi}^2 \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{syj}^2 \cdot E_{sj} \cdot v_{sj} + \sum_k A_{bk} \cdot Z_{byk}^2 \cdot E_b \cdot v_{bk} ; \quad (.2)$$

$$D_{12} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{bxi} \cdot Z_{byi} \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{sxj} \cdot Z_{syj} \cdot E_{sj} \cdot v_{sj} + \sum_k A_{bk} \cdot Z_{bxk} \cdot Z_{byk} \cdot E_b \cdot v_{bk} ; \quad (.3)$$

$$D_{13} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{bxi} \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{sxj} \cdot E_{sj} \cdot v_{sj} + \sum_k A_{bk} \cdot Z_{bxk} \cdot E_b \cdot v_{bk} ; \quad (.4)$$

$$D_{23} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{byi} \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{sy} \cdot E_{sj} \cdot v_{sj} + \sum_k A_{bk} \cdot Z_{byk} \cdot E_b \cdot v_{bk} ; \quad (.5)$$

$$D_{33} = \sum_i A_{bi} \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot E_{sj} \cdot v_{sj} + \sum_k A_{bk} \cdot E_b \cdot v_{bk} , \quad (.6)$$

:

$$A_{bk}, Z_{bxk}, Z_{byk} - \quad , \quad k- \quad ;$$

$$\epsilon_{bk} - \quad k- \quad ;$$

– . 8.1.23.

$$(.1) - (.6) \quad A_{bi} = 0.$$

.3

 v_{bk}

.

$$v_{bk} \quad , \quad (6.5) - (6.9),$$

$$R_b, \epsilon_{b0} \quad \epsilon_{b2}$$

$$R_{b,red}, \epsilon_{b0,red} \quad \epsilon_{b2,red}$$

$$R_{b,red} = R_b + \varphi \cdot \mu_{xy} \cdot R_{s,xy} \quad (.7)$$

$$\epsilon_{b0,red} = \epsilon_{b0} + 0,02 \cdot \alpha_{red} \quad (.8)$$

$$\varepsilon_{b2,red} = \varepsilon_{b2} \cdot \frac{\varepsilon_{bo,red}}{\varepsilon_{b0}}, \quad (.9)$$

$$R_{s,xy} = \mu_{s,xy} \cdot s; \quad (.10)$$

$$\mu_{s,xy} = \frac{n_x \cdot A_{sx} \cdot l_x + n_y \cdot A_{sy} \cdot l_y}{A_{ef} \cdot s},$$

$$\begin{aligned} n_x, A_{sx}, l_x - & \quad , \\ (& \quad) \quad ; \\ n_y, A_{sy}, l_y - & \quad , \quad ; \end{aligned}$$

$$\varphi = \frac{1}{0,23 + \alpha_{red}} \quad (.11)$$

$$\alpha_{red} = \frac{\mu_{xy} \cdot R_{s,xy}}{R_b + 10} \quad (.12)$$

$$R_{s,xy} \quad R_b - \quad .$$

.4

$$V_{bk} \quad , \quad (.2) - (.8),$$

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_b \quad \hat{\varepsilon}_b \\ R_{b,red} \quad \varepsilon_{b0,red} , \quad v_0 \end{aligned}$$

$$v_0 = \frac{R_b}{R_{b,red}}. \quad (.13)$$