

21.13330.2012

21.13330.2012

2.01.09-91

2012

I

21.13330.2012

27 2002 . 184- 3 « 19 », 2008 . 858 « - ».

1 - - , - - -

« « »

2 465 « »

3 ,

4 () 29 2011 . 624 1 2013 .

5 () . 21.13330.2010 « 2.01.09-91 »

() « » , « » - « » .

- ' ()

1	.....	1
2	.....	1
3	.....	3
4	.....	6
5	.....	9
5.1	.....	9
5.2	.....	13
5.3	.....	15
5.4	.....	16
5.5	.....	18
6	.....	22
6.1	.....	22
6.2	.....	25
6.3	.....	27
6.4	.....	28
	.....	28
	.....	31
( )	.....	37
( )	.....	39
( )	.....	41
( )	.....	49
( )	.....	51
( )	.....	54
( )	.....	56
( )	.....	59
( )	.....	67
	.....	72

·
«
»
· · · · (- · · · · · , · · · · · ;
· · · · · , - · · · · · - · · · · · ;
· · · · · , · · · · · · · · · · · , · · · · · ,
· · · · · ,
· · · · · , · · · · · (· · · · · · · · · ·)
· · · · · (· · · · ·) (· · · · ·)
· · · · · (· · · · ·).
«
»
· · · · · (- · · · · ·
· · · · · , · · · · · · · · · · · , - · · · · ·
· · · · · - · · · · · ;
· · · · · , · · · · · , · · · · ·), · · · · · (· · · · ·
· · · · ·).

Buildings and structures on undermined territories and slumping soils

2013-01-01

1

2

:			
14.13330.2011 «	II-7-81 *		»
15.13330.2010 «	II-22-81		»
16.13330.2011 «	II-23-81*	»	
18.13330.2011 «	II-89-80*		
»			
20.13330.2011 «	2.01.07-85*	»	
22.13330.2011 «	2.02.01-83*		»
23.13330.2011 «	2.02.02-85		»
24.13330.2011 «	2.02.03-85	»	
28.13330.2010 «	2.03.11-85		
»			
30.13330.2010 «	2.04.01-85*		
»			
31.13330.2010 «	2.04.02-84*		
»			
32.13330.2010 «	2.04.03-83		»
45.13330.2010 «	3.02.01-87		
»			
47.13330.2010 «	11-02-96		
»			
48.13330.2011 «	12-01-2004	»	
63.13330.2010 «	52-01-2003		»
70.13330.2011 «	3.03.01-87		»
71.13330.2011 «	3.04.01-87		»
91.13330.2011 «	II-94-80	»	
102.13330.2011 «	2.06.09-84	»	

21.13330.2012

103.13330.2011 « 2.06.14-85
»
104.13330.2011 « 2.06.15-85
»
116.13330.2011 « 22-02-2003 ,
»
115.13330.2011 « 22-01-95 . »
123.13330.2011 « 34-02-99 , »
»
22-01-95
23-01-99*
2.1.7.1287-03 -

2.1.7.1322-03

54257–2010 .

53778–2010 .

5180–84 .

12248–96 .

12536–79 .
()
19912–2001 .

20276–99 .

20522–96 .

22733–2002 .

23061–90 .

23161–78 .

23740–79 .

24143–80 .

24846–81 .

25100–95 .
30416–96 .
30672–99 .

1

3

3.1 (mine opening):

3.2 (soil):

3.3 (horizontal displacement), u_{st} :

3.4 (vertical deformations of land surface):

3.5 (admissible structure base deformations):

3.6 (ultimate structure base deformations/limit state of fitness):

3.7 (virtual deformations and subsidence):

3.8 (expected deformations and subsidence):

3.9 (additional settlement of the underlying stratum), s_{ul} :

21.13330.2012

- 3.10 (working face): ,
() ,
;
3.11 (trenchless method):
;
3.12 (area of undermining influence): ,
;
3.13 (base rigidity index), :
,
;
3.14 (curvature of subsidence
trough):
;
3.15 (surface subsidence trough):
,
;
3.16 (inclination of subsidence trough
intervals):
;
3.17 (initial slumping moisture), w_{sl} :
,
;
3.18 (initial slumping pressure), p_{sl} :
,
;
3.19 (lining): ,
;
3.20 (undermined buildings):
,
;
3.21 (surface subsidence):
;
3.22 (structure base): ,
;
3.23 (relative slumping ability), sl :
;
3.24 () (horizontal tensile or compressive
strain): ()
,
();
3.25 (subsurface
structure): ,
;

3.26 (underworking):

3.27 (undermining area):

3.28 (mining damage):

3.29 (slumping soil):

3.30 (slumping stratum), H_{st} :

3.31 (land movement):

3.32 (skewing):

3.33 (twisting):

3.34 (level of the base compression variability), E, st :

3.35 (level of the base compression variability), E, st :

3.36 (tunnel):

3.37 (bench):

3.38

(relative curvature radius), R :

;
3.39

(inby rib):

4

4.1

4.2

4.3

4.4

4.5

I II

(54257)

4.6

4.7

4.8

:

4.9

II

ssl,g 20

(6.1.3)

« » (),

() ;

4.10

II

6: $s_{sl,g}$;

s/L , / ;

i , / ;

R , .

4.11 I ()

S_u E

) E,sl sl ;

) $S_{u,sl}$;

) S_u E, E s_{sl} 22.13330,

E,sl, E_{sl} 6.1

4.12 I II

22.13330.

4.13 I II 54257,

4.14 ;

- ; ,
;
;
, , ;
, .
4.15 , , : ,
, , ;
, ;
, ;
, ;
:

4.16
22.13330, 53778

5

5.1

5.1.1

, ,
:
(,)
;
- ,
;

() ; , ; ; - , ; , ;

5.1.2

(,). - - , . (,)

η, ; i, / ; (,) ρ, 1/ , R=1/ρ, ; ξ, ; ε, / , .

η(x), ξ(x) i(x), ρ(x), ε(x) (x) ,

$$i(x) = (\eta(x + \Delta x) - \eta(x)) / \Delta x;$$

$$\rho(x) = \left| \frac{i(x + \Delta x) - i(x)}{\Delta x} \right|;$$

$$\varepsilon(x) = (\xi(x + \Delta x) - \xi(x)) / \Delta x.$$

. ,
 , :
 $s, 1/$;
 $\gamma, /$.
 (,)
 $h,$,
 .
 ,
 $v, /(\cdot)$.
 5.1.3

()
))
 ,
 5.1.4
 , (,
 . .)
 ,
 (.) .

(.) .
 5.1.5

5.1.

5.1

	$\varepsilon, /$	$i, /$	$R,$
I	$12 \geq \varepsilon > 8$	$20 \geq i > 10$	$1 \leq R < 3$
II	$8 \geq \varepsilon > 5$	$10 \geq i > 7$	$3 \leq R < 7$
III	$5 \geq \varepsilon > 3$	$7 \geq i > 5$	$7 \leq R < 12$
IV	$3 \geq \varepsilon > 0$	$5 \geq i > 0$	$12 \leq R < 20$

5.2.

5.2

	I	II	III	IV
$h,$	$25 \geq h > 15$	$15 \geq h > 10$	$10 \geq h > 5$	$5 \geq h > 0$

5.1.6.

()

n

5.3.

5.3

	n		
η	n_η	1,2 (0,9)	1,1 (0,9)
ξ	n_ξ	1,2 (0,9)	1,1 (0,9)
i	n_i	1,4 (0,8)	1,2 (0,8)
ε	n_ε	1,4 (0,8)	1,2 (0,8)
ρ	n_ρ	1,8 (0,6)	1,4 (0,6)
h	n_h	1,4 (0,8)	1,2 (0,8)
s	n_s	1,8	1,4
γ	n_γ	1,4	1,2
$n < 1$			

5.1.7

m ,

5.4.

5.4

	m			
		() h/l		
		0,5	0,5 1	. 1
ε	m_ε	1,0	0,8	0,7
i	m_i	1,0	0,8	0,7
ρ	m_ρ	1,0	0,7	0,5
s	m_s	1,0	0,7	0,5
γ	m	1,0	0,8	0,7
1	()	l		
2	()	l		
3	()	$l < 15$		$m_i = 1,5$.
4			60	
$m_i = 0,5$.				

5.1.8

$\eta(x), \xi(x),$

$l,$

$i, \rho, \varepsilon,$

R (),

$$R = n \dots m \dots (x_1^2 - x_2^2) / 2R$$

$$i = n_i m_i i (x_2 - x_1),$$

$x_1, x_2 (x_1 < x_2) -$
, $n, m -$

5.3 5.4;

() ,

$l = n < m < x.$

5.1.9

5.2

5.2.1

)
) ;
) ;
) ,

5.2.2

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

21.13330.2012

) ;
) ;
) ;
 , 1:5000, - 1:10 000.
 1:25 000.

5.2.3

5.2.4

5.2.5

5.5.

5.5

1		IV, III
2		IV, III
3	-	IV, III, II
4	()	IV, III
5		IV
6	:	IV, III, II
7	5 9	IV, III
8		IV, III
		IV, III, II, I

5.2.6

5.2.7

,
,

5.2.8

,
,

5.3

5.3.1

,
,

()

5.3.2

(

)

)

)

)

)

)

)

5.3.3

5.3.4

()

5.3.5

5.3.6

104.13330,

5.4

5.4.1

5.4.2

5.4.3

5.5.14.

5.4.4

(5.4.5)

5.4.6

5.4.7

5.4.8

5.5.14.

5.5

5.5.1

54257

) - ;

) - , .

5.5.2

(5.5.3 – 5.5.5).

5.5.3

) ρ, i; ε,

) ε, ρ,

i;

) (h) ε i. ()

() -

5.5.4

5.5.5

(),

5.1.8.

5.5.6

: (5.1) - (5.2):

$$X = \sqrt{X_1^2 + X_2^2}; \tag{5.1}$$

$$X = \sqrt{X_1^2 + X_2^2 + X_3^2}, \tag{5.2}$$

1, 2, 3 -)

5.5.7

... , ...
 ... , ...
 ... :
 ... , ...
 ... -
 ...
 ... « » -
 ...

5.5.8

... (...)
) - ;)
) - ,
) ;
 () .
 , () , 5.5.9.

5.5.9

... -D,
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...

$$\left. \begin{array}{l} 0,5p_n \leq p \leq 1,5R; \\ p > 1,5R \\ \tau \leq 0,5\tau_{\max} \end{array} \right\} \begin{array}{l} F \leq 0,2F_p; \\ \\ F \leq 0,2F_\tau \end{array} \quad (5.3)$$

21.13330.2012

(5.3):

p_n – , ;
 R – , ;
 τ_{max} – 22.13330; ,
 F – 22.13330; ,
 F_p, F_τ – , ;

(5.3)

5.5.10

)
 (5.5.11 5.6);
)
)

5.5.11

5.6.

5.6

	, / ²	
	0,5	0,20
,	1,0	0,30
,	1,0	0,40
	0,4	0,15
- 5 1 .		

5.5.12

5.5.13 : $\varepsilon \leq 1$ / , $R \geq 20$, $i \leq 3$ / $h \leq 1$

5.5.14 :

$$a_d \geq m \varepsilon n \varepsilon L_0; \tag{5.4}$$

$$a_u \geq m \varepsilon n \varepsilon L_0 + \theta H; \tag{5.5}$$

L_0 - ()

(5.1);

θ -

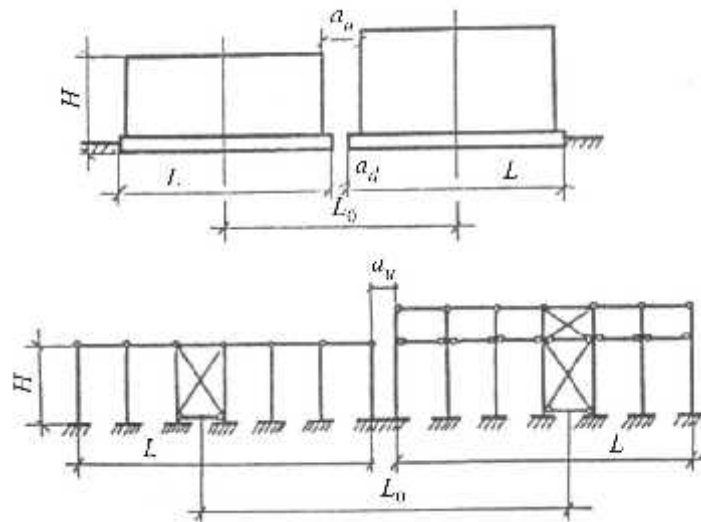
$$= \frac{m n L_0}{R}, \tag{5.6}$$

R -

$$= \frac{n_h h}{L'}, \tag{5.7}$$

L' -

L'



5.1 -

5.5.15

5.5.16

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

6

6.1

6.1.1

() :
 p_{sl} , (w_{sl}) . 6.1.2;^{sl}
) , 6.1.3;
) ,
 6.1.4, 6.1.5.

6.1.2

23161

:
 sl ,
 ,
 p_{min} ,
 () ,
 z_g
 p_{max} ,
 z_g
 . . (z_p), . . $p_{max} = z_{gi} + z_p$.

$sl = 0,01$;

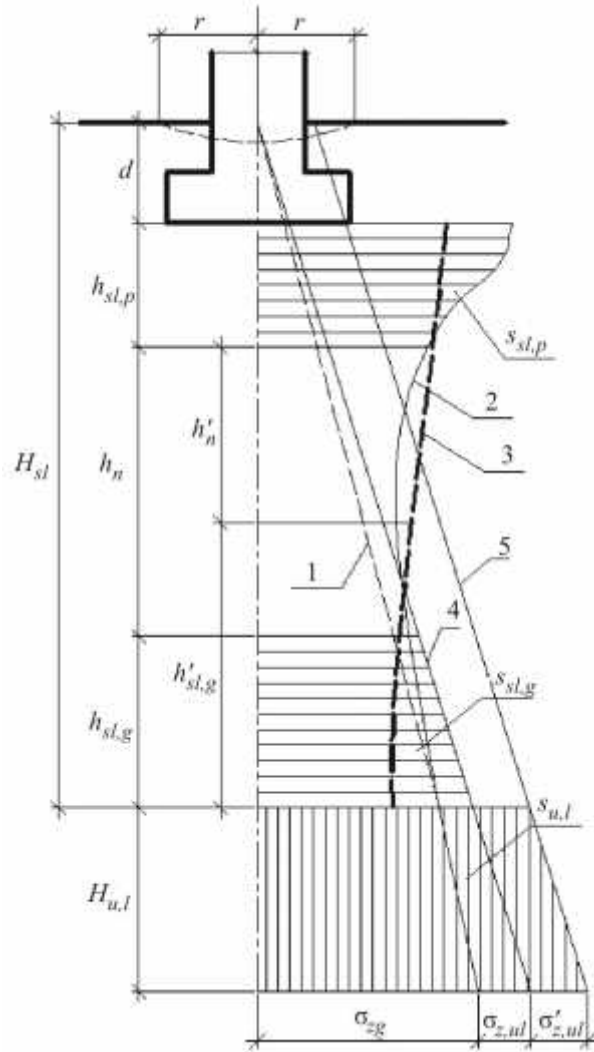
(z_g $z_g + z_p$),
 p_{sl} ,
 $sl = 0,01$;
 $w_{sl} -$,
 z_g $z_g + z_p$
 ($sl = 0,01$).

() ,
 6.1.3 :
 I ,
 II 5 ;
 II , 5 ;
 (H_{sl})
 , $sl < 0,01$;

6.1.4 H_{sl} , I $s_{sl,g}$
 : E_{sl} ;
 , \bar{s} ; \bar{E}_{sl}
 s_{max} ;
 $s/L = (s + s_{sl,p}) / L$;

1 E_{max} E_{sl}
 min_{sl}
 2 \bar{E}_{sl}
 : $\bar{E}_{sl} = (E_{max} + E_{min,sl}) / 2$.
 3 \bar{s}
 s_i $s_{sl,i}$ A_i . . . $\bar{s} = \sum (s_i + s_{sl,i}) A_i / \sum A_i$.

6.1.5 II ,
 (s_{sl} 6.1 6.2):
 $s_{sl,g}$; $s_{sl,p}$;
 u_{sl} ;
 i_{sl} ;
 $s_{u,l}$ H_{sl} ; $H_{u,l}$;



d – ; $s_{sl,p}$ – ; $h_{sl,p}$ – () ;
 $h'_{sl,g}$ – , ; $h_{sl,g}$ – ; h_n – ; h'_n – ;
 1 – ; u,l – $s_{u,l}$;
 2 – z_p – ;
 3 – z_{ul} – , ; 4 – s_{sl} ; 5 – z'_{ul} – ;
 1 – ; r – ;
 $s_{sl,g}$

6.1 –

;

,

,

,

:

(

,

.) - $S_{u,s}$;

,

- $S_{u,f}$.

6.2.2

,

,

II

H_{sl}

,

I

,

,

,

I II

II

6.2.3

,

6.2.4

,

H_{sl}

$S_{sl,g}$

,

I

1,5

II

;

3-

II

6.2.5

II

,

$0,2H_{sl}$

,

,

,

II I
 , 6.2.1, 6.3.1, .
 ,
 ,
 .
) (.),
 (6.3.1,),
 6.2.1, 6.3.1,) 6.3.1, ; II I II (.

(6.4.1 – 6.4.23).

6.4

6.4.1
) (6.3.1,),
 , 6.2.1
 - () ;
 ; II
 (. 6.3.1,)

6.4.2

III () , II
 $s_{ul} < 10$. $s_{sl,g} < 30$,
 6.4.1,

6.4.6

I

1,2

6.4.6

$$a_d = \frac{\varepsilon_u (2rL - L^2 - 0,5r^2)}{L}, \quad (6.1)$$

$$L/2 < r < L$$

$$a_d = \frac{\varepsilon_u r^2}{2L}, \quad (6.2)$$

$$a_n = 2a_d + \frac{2s_{sl,g} H \gamma_u}{r}, \quad (6.3)$$

u — ;
 L — ;
 r — ;
 $s_{sl,g}$ — ;
 u — ;
 $u = (r/L)^2$;
 $r < L$;
 $u = 1$;
 $r = L$.

$10 a_d = 10$;
 $30 a_d = 30$;
 $30 > 10 a_d$

6.4.7

II

0,5

(6.3).

6.4.8

6.4.5 6.4.6.

6.4.9

II

0,25 $s_{sl,g}$ -

s_u -

-0,2 .

6.4.10

II

0,5 $s_{sl,g}$

0,5 s_u

0,25 u_s -

(6.4.3)

6.4.11

II

6.3.1

6.4.12

II

6.4.13

54257

6.4.14

(6.4.15 - 6.4.17),

6.4.15

,

)

)

6.4.16

(, ,),

,

0,01.

,

6.2

(.5).

6.4.17

,

(6.2),

6.4.18

;

(6.3, 6.4).

6.4.19

I

$$h_{sl,p} \quad (6.1)$$

$$a_0 \quad (6.3)$$

$h_{sl,p}$

$h_{sl,p}$

$$(6.3)$$

6.4.20

II

(6.2, 6.3):

$$L < 2r$$

u_{sl}

u_{sl}

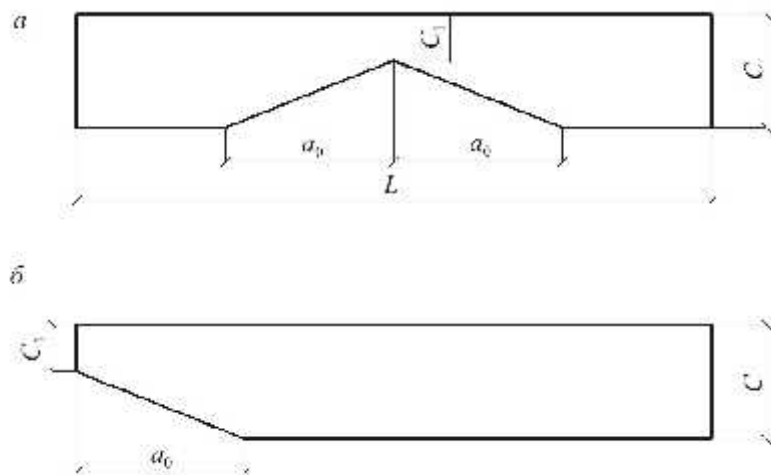
$$L < 2r + b_0$$

u_{sl}

u_{sl}

$s_{sl,g} = 20$

III



6.3 -

I

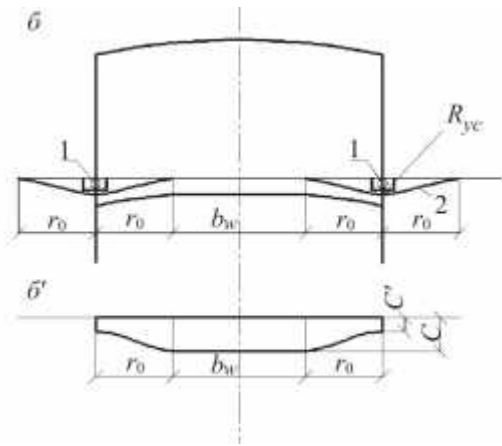
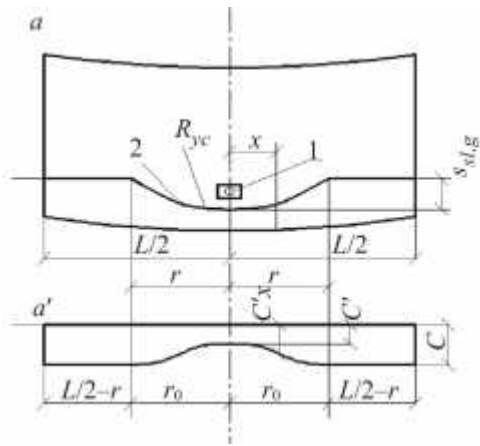
21.13330.2012

6.4.21

, () ,

6.4.22

, ;



() ; ' - ; 2 - ; I -

6.4 -

II

6.4.23

, ;

– ,
– G,

6.4.24

)

$$s_{sl}/L \quad .)$$

$$s_{sl,g} > 0,3$$

(

:
 $s_{sl,g}$,

)

$$(\quad)$$

(6.4)

(6.5):

$$X = \sqrt{X_1^2 + X_2^2}; \quad (6.4)$$

$$X = \sqrt{X_1^2 + X_2^2 + X_3^2}, \quad (6.5)$$

X_1, X_2, X_3 –

(

6.4.25

«

» –

6.4.26

$p > 1,5R$

0,2 ;

$$0,5p_n \quad p \quad 1,5R; \quad (6.6)$$

21.13330.2012

0,5 max > 0,5 max 0,2 ,

(6.6)

p_n -

R -

22.13330;

max -

22.13330;

-

P ;

-

(6.6)

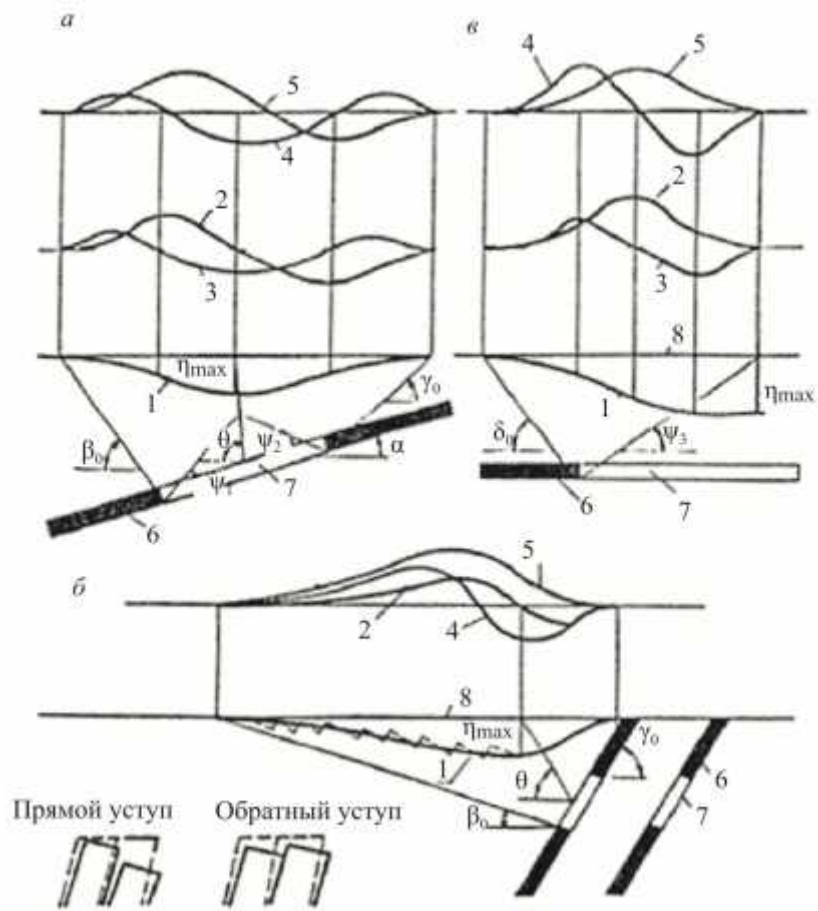
6.4.27

)
)
)

6.4.28

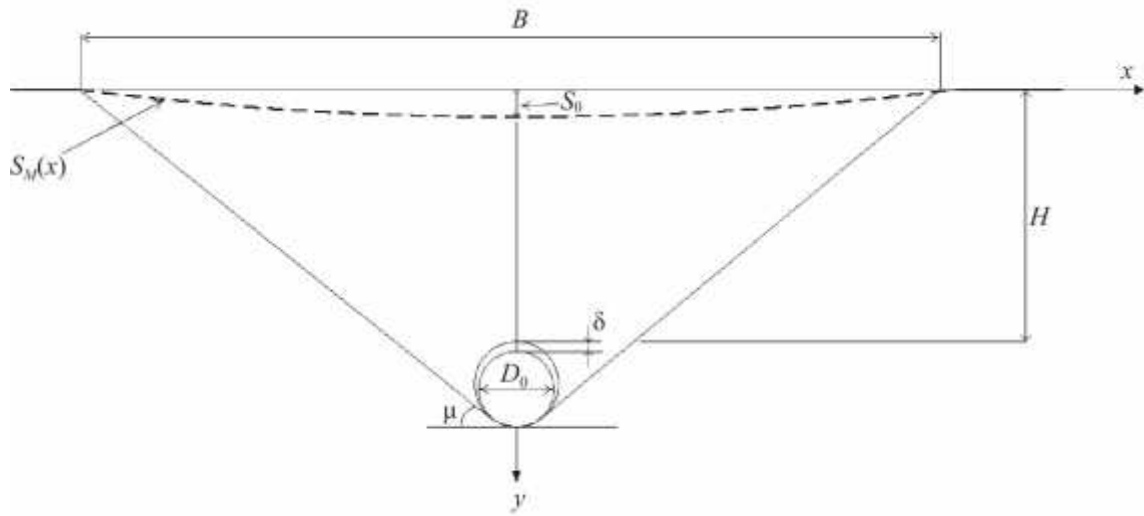
III

()



— ;
 — ; 1 — ; 2 — ; 3 — ; 4 — ;
 7 — ; 8 — ; 5 — ; 6 — ;
 η_{max} — ; $\beta_0, \gamma_0, \delta_0$ — ;
 ψ_1, ψ_2, ψ_3 — ; θ — ; α — ;

.1 —



S_0 – (, , « »); – , ...
 H – (, D_0 – ; μ –)

.2 –

, « ».

$$S_M(x) = S_0 \exp(-x^2/a^2).$$

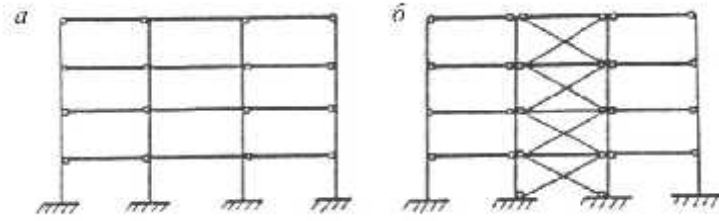
« » ()

()

.1
:
) ; ,
) ; , ;
) ; , , ;
.
:
, ;
.2
) ; ;
) ; ;
;
) ; ;
) ; ;
) ; () ;
) ; ;
) ; ;
) ; () ; ;
) ; ;
) ; , , .
.3
:
) ; ;
) ; , ;
) ; ;
) ; ;
) ; ;
) ; ;

()

.1 , , , ,
 . ,
 - I, I II
 .2 , - ,
 .3 , -
 .4 (.1
).

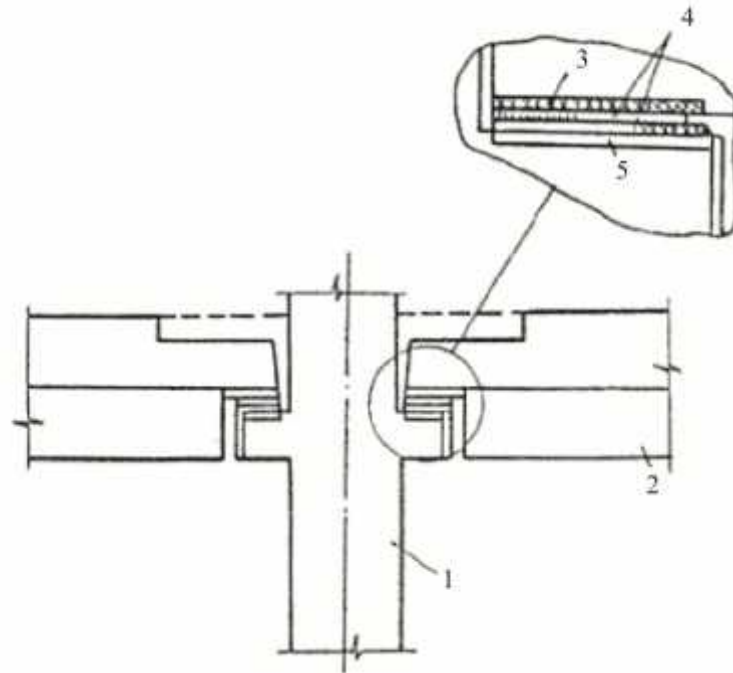


- ; -

I -

.5 , ,

.6 - (.2).



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

.2 -

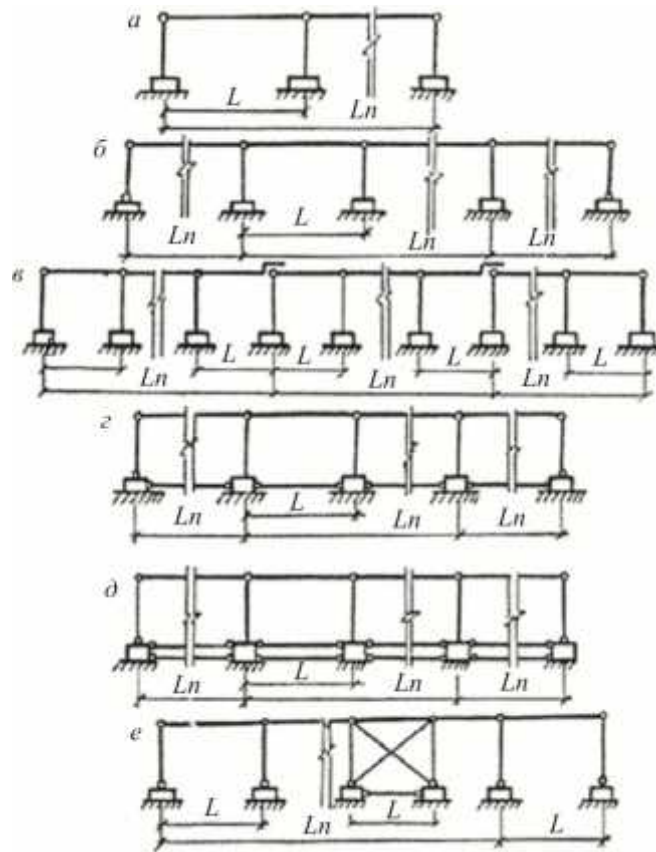
.7

.8

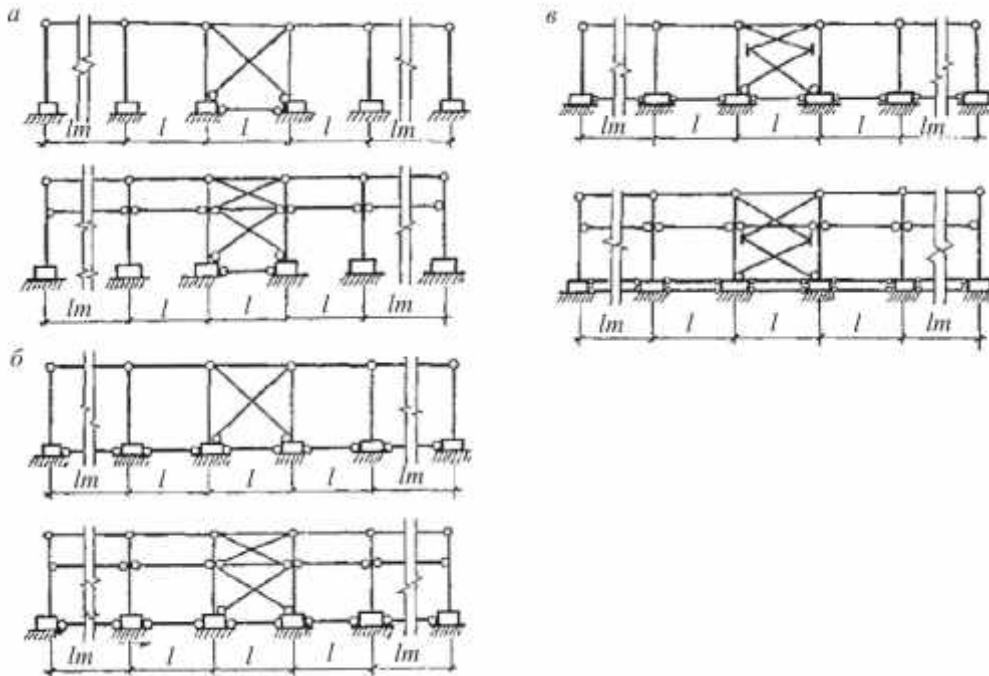
.9

.10

,
,
, 10 %
(.3, .4) .1
,
, 6 12 .
6 12-18
IV, III IV .
:
,
, 22.13330;
,
, .2



.3 -



.4 -

()

IV; IV ; III	3,	-		-
II; I; IV	3,		-	-
II; I; IV	3,	-	-	-
I; IV; III	3,	-	-	-
II ; I	3,		-	,
II; I; IV	3,	-	-	-
IV; IV ; III	4,	-		-
II; I; IV	4,			

.1

I; II ; III	4,	-		- , -
II	-			I

.2

		0,002 h	0,004 h
0,15 ² , 0,1	0,15 ²	0,004 h	0,006 h
		0,010 h	0,020 h
	- h		.

.11

,
,
,
,
-
-
I, I -III .
-
.
,
,
,
.

.12

.3

).

()

(.

(. .4 .).

- .

(, .

,) .

- ,

(. .4 .).

,

.

,

().

,

.13

.

-

.14 (, ,

. .).

, ,

.15

.

.16 (-) . . ,

,

() ,

.17 () .

()

(),

.18 1 .

,

,

.

Δh

$$\Delta h = \frac{\Delta_n l}{H_n},$$

Δ_n — ;
 l — ;
 n — .
 .19

· , , 50
 .20 (, .)
 (5.4), 6 . L_0

, .).
 .21 ().

.22 - -

.23 , .

.24 .

21.13330.2012

.25

:

»

,

$$i = 4 \cdot 10^{-3};$$

$$i = 6 \cdot 10^{-3}.$$

.

.

()

.1

:
(, .);
, - , ,
.2 , ,

,

,

,

,

,

,

.3

,

,

,

,

,

,

,

,

,

,

,

,

,

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

()

0,6

1,8

100.

.4

.5

.6
:
;

100.

.7
7x7
1,2 - 1,5 .
1 4 - 6 ,

.8
12 .

.9
-
-

.10
1,5

()

.1

.2

.3

.4

I - III

.5

.6

.7

.8

.9

.10

I, I II, II (5.1, 5.2)

30.13330, 31.13330, 32.13330.

.11 , , , , . , , . , , . ; - - ; - - ;

.12 . , , , , . , , . , , . ;

.13 . , , , , . , , . , , . ; , , , , . ; , , , , . ; , , , , . ; , , , , . ; , , , , . ;

.14 . , , , () , , . -

.15 . , , , . , , . . ()

.16 . , , , . , , . () , , . , , .

()

.1

);

(

).

(),

1

).

2

.2

()

(),

1,9 .

.3

()

.4

():

;

(),

();

.5 ; , ()

.6 - () ; ;

.7 (), () ; ≤ 25 . > 25

.8 22.13330.

()

		- -			
1	- -			- -	
2	- -		,	II-IV II -IV III-IV III -IV	: ; - ; ;

-		-			
-					
3	-	,	,	I, I	: ; - ; ; ó I I I I
4		,	,		

-		- -			
-					
		,	,		:
5		4- ,			-
		1-	3, 2		

()

I

.1

$$s_{sl} = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{sl,i} h_i k_{sl,i}, \quad (.1)$$

$s_{sl,i}$ — i - , 23161;

h_i — i - , ;

$k_{sl,i}$ — , .2; $h_{sl,p}$ $h_{sl,g}$,

n — , 5.1).

(.1):

$s_{sl,i}$ 0,01, $s_{sl,i} < 0,01$;

$h_{sl,p}$ $h_{sl,g}$

$z + \frac{2}{s_{sl,g}}$

200 $k_{sl,i}$,

(.1), b 12 ;

b 3 :

$$k_{sl,i} = 0,5 + \frac{1,5(p - p_{sl,i})}{p_0}, \quad (.2)$$

p — , ; $s_{sl,i}$ — i - , ,

0 — i , 100 . $s_{sl,i} = 0,01$;

$k_{sl,i} = 1$.
.3

$h_{sl,p}$

$s_{sl,i}$ (w_{sl} w w_{sat})

$$\varepsilon'_{sl} = 0,01 \frac{w_{sat} - w}{w_{sat} - w_{sl}} + \varepsilon_{sl} \frac{w - w_{sl}}{w_{sat} - w_{sl}}, \quad (.3)$$

$w -$ (
 $);$
 $w_{sat} -$, $;$
 $w_{sl} -$;
 $sl -$
 .4 $h_{sl,p}$
 (. 6.1)

$z, min > sl.$
 .5 $a_0,$, (. 6.3), $s_{sl,p}$
 $h_{sl,p}$

$$a_0 = h_{sat} m_{\beta} \text{tg} \beta, \quad (.4)$$

$h_{sat} -$, , $h_{sl,p};$
 $m -$, ()

$$m = 1;$$

$m = 0,7,$, $m = 1,4;$
 () $m = 1,7 \div 2.$

$50^{\circ};$ $35^{\circ};$

1,5 1,3.

.6

$$C = \frac{p}{s}, \quad (.5)$$

$h_{sl,p};$

$$C_I = \frac{p}{s + s_{sl,p}}, \quad (.6)$$

$);$ $h_{sl,p}$
 $;$

:

$$C' = \frac{P}{s'} , \tag{.7}$$

:

$$C'_I = \frac{P}{s'_I} , \tag{.8}$$

)

$h_{sl,p}$ h_{com} :

:

$$C''_I = \frac{P}{s''_I} , \tag{.9}$$

,

:

$$C''_I = \frac{P}{s''_I + s'_{sl,p}} , \tag{.10}$$

)

$$- r_1 ,$$

$$C_x = \frac{P}{s_x + s_{sl,p,x}} , \tag{.11}$$

I -

, , / ;
 $C' C'_I -$, $h_{sl,p}$,
 $C'' C''_I -$, $h_{sl,p}$,
 - , ;
 $s -$, , 22.13330;
 $s_{sl,p} -$, ,
 $s' s'_I -$, , $h_{sl,p}$ (.1);
 $s'' s''_I -$; , ,
 $s'_{sl,p} -$; , ,
 $s_x s_{sl,p,x} -$, , a ,
 x .

I III
 II
 .7
 , II I II ,
 I II ,
 $s_{sl,g}$, B_w H_{sl}
 $s'_{sl,g}$
 B_w H_{sl} ,
 $k_{sl,i} = 1$,
 (.1),
 $s_{sl,g}$ $k_{sl,i}$
 (.3).

$$s'_{sl,g} = s_{sl,g} \sqrt{\frac{\left(2 - \frac{B_w}{H_{sl}}\right) B_w}{H_{sl}}} \quad (.12)$$

.8
 ($s_{sl,g}(x)$) (. 6.2 6.4)

$$s_{sl,g}(x) = 0,5 s_{sl,g} \left(1 + \frac{\cos \pi}{r}\right), \quad (.13)$$

x - , , ($w < H_{sl}$)
 ($w = H_{sl}$) ,
 $s_{sl,g}(x)$ (0 x r);

r - , ,
 $r = H'_{sl} (0,5 + m_{\beta} \text{tg} \beta)$, (.14)

H'_{sl} - , ,
 ; (.4).
 .9 s_{sl}/L
) :

$$\frac{\Delta s_{sl,g}}{L} = (s_{sl,g1} - s_{sl,g2}) \cdot \frac{m_q}{L}, \quad (.15)$$

)

$$\frac{\Delta s'_{sl,g}}{L} = (s'_{sl,g1} - s'_{sl,g2}) \cdot \frac{m_q}{l}, \quad (.16)$$

$s_{sl,g1} - s_{sl,g2} -$

$m_q -$

$$m_q = (r/L)^2 \quad L > r, \quad (.17)$$

$$\frac{m_q}{L} = 1 - \frac{r}{L};$$

$s'_{sl,g1} - s'_{sl,g2} -$

$$\frac{l}{m_q} -$$

.10

$$Y_{sl} = i_{sl} H_c = (s_{sl,g1} - s_{sl,g2}) H_c, \quad (.18)$$

$H_c -$

.11

$s_{sl,g2} -$

$H_c -$

.12

$$R_{yc} = \frac{r^2}{s_{sl,g}} (4 + m_n), \quad (.19)$$

$r - s_{sl,g} -$

$$\frac{m_n}{.13} -$$

.7,

$$r, \quad (. \quad 6.2 \quad 6.4),$$

$$u_{sl} = 0,5\varepsilon_u r_0 \left(1 + \cos \frac{2\pi x}{r_0} \right), \quad (.20)$$

$$\varepsilon_u = 0,66 \left(\frac{s_{sl,g}}{r_0} - 0,005 \right), \quad (.21)$$

$r_0 = 6.2 \dots 6.4$, $r_0 = 0,5r$; $(.13)$.
 $s_{u,l}$ $(Sr > 0,9)$
 22.13330.
 $s_{u,l}$

$$s_{u,l} = 0,8 \left(\sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zyi} h_{adi}}{E_{oi}} - \sum_{i=1}^n \frac{\sigma'_{zyi} h'_{adi}}{E_{wi}} \right) + 0,8 \sum_{i=1}^n \frac{\sigma'_{zadi} h_{adi}}{E_{wi}}, \quad (.22)$$

σ_{zyi} σ'_{zyi} i - $H_{u,l}$;
 h_{adi} i - $H_{u,l}$;
 σ'_{zadi} i - $H_{u,l}$ (\dots 1);
 E_{wi} E_{oi} i - $H_{u,l}$.

1 $(.22)$ (\dots) ;
 \dots ; (\dots) ;
 \dots ;

2 $H_{u,l}$;
 22.13330,
 $E_{u,l}$ 20 \dots

.15 II C
 $h_{sl,p}$;

) 6.3.1, :

$$C = \frac{p}{s + s_{u,l}}, \quad (.23)$$

$$C_{II} = \frac{P}{s'_{II} + s'_{u,l}} ; \tag{.24}$$

)

:

$$C_{II,p} = \frac{P}{s_p + s_{u,l}} , \tag{.25}$$

$$C'_{II,p} = \frac{P}{s'_{p'} + s'_{u,l,p}} ; \tag{.26}$$

)

II III

:

$$C_{II,e} = \frac{P}{s_e + s_{u,l}} , \tag{.27}$$

$$C_{II,w} = \frac{P}{s_w + s_{sl,g} + s_{u,l}} , \tag{.28}$$

)

– r, II,

$$C_{II,x} = \frac{P}{s_x + s_{sl,g,x} + s_{u,l}} , \tag{.29}$$

C, s, s_{sl},

s_{u,l}

1

(s+s_{sl}+s_{u,l}) – II 0,5s_u 22.13330, III ,

(s+s_{sl} +s_{u,l})< s_u.

2

I II , s_{u,l} ,

)

:

1,5

E 15

2

E 25 ;

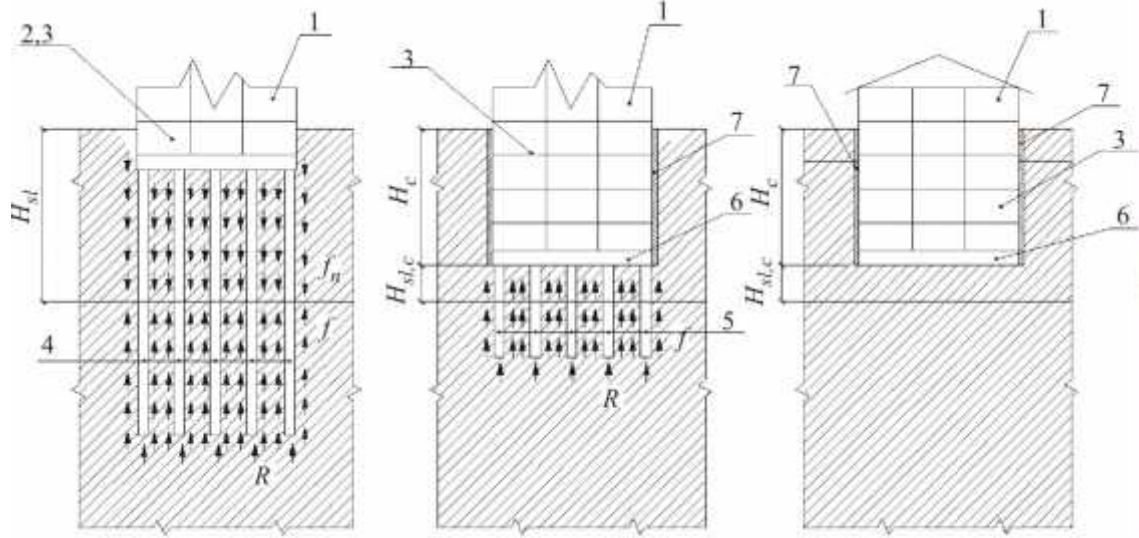
21.13330.2012

) $p_{u,l} = 1,5$ $p_{u,l} = 20$ $p > 2$ $p_{u,l} = 30$
:
;
;
 $0,5H_{sl}$
 $s_{u,l}(s_{sl,g} + s_{u,l}) = 30$ $s_{sl,g}$ r $C_{II,x}$
4 $C_{II,x}$ G u $(.13)$ $(s_{sl,g} + s_{u,l}) = 30$ $6.4).$

()

.1

() (c .



- () ; -
 (« »); 1 - ; 2 - ; 3 - ;
 4 - ; 5 - ; 6 - (); 7 - ;
 fn - ; f - ; R -

.I -

.II

H_{st} ,

(. .1):

$S_{sl,g}$

;

$S_{u,l}$

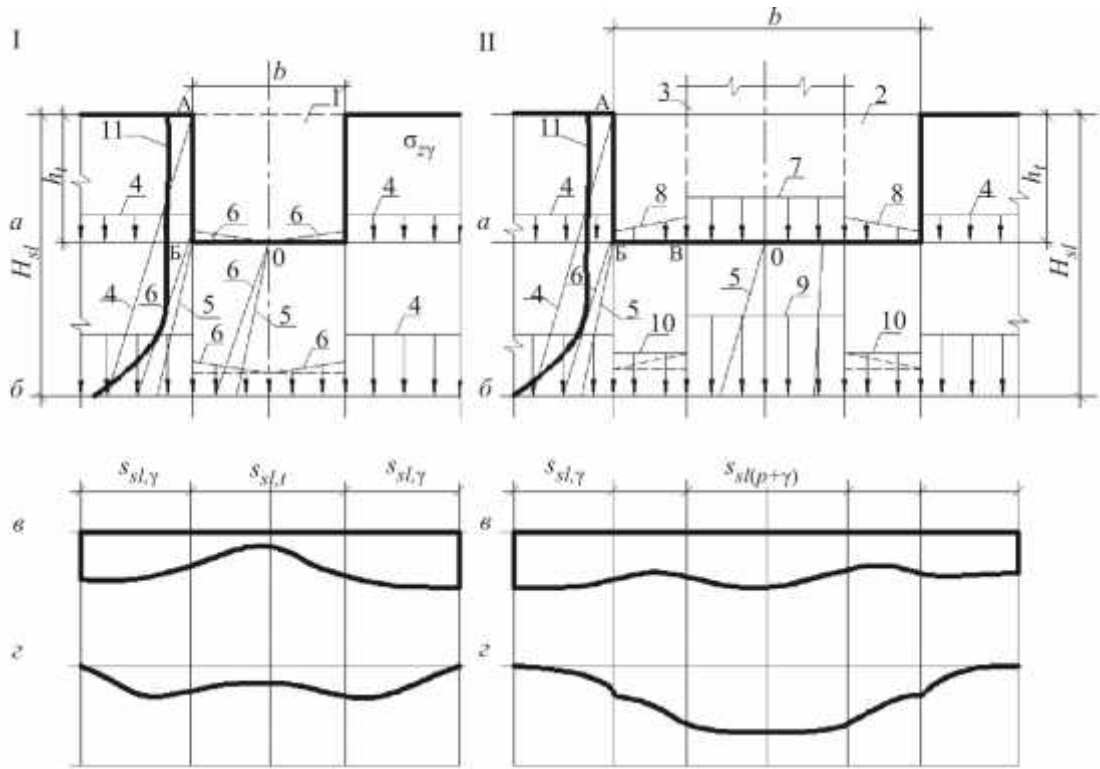
sl,g ;

.II

.I

(. .2).

.I



H_{sl} ; h_i — ; — ;
 $1 -$; $2, 3 -$ () ;
 $4 -$ 1 ; $5 -$, $z_{g,l}$
 $2; 6 -$ z_g ; $7, 8 -$ $z_{p,l}$
 $h_i; 9, 10 -$ $z_g + z_p$;
 $11 -$ p_{sl} ;
 $2 -$; **I** —
 $;$ **II** —
 2 (2):
 $p_z = z ($ — ,
 $H_{sl},$
 p_z ,
 $sl,c = 0,01,$
 $S_{sl,g},$ p_z ;
 $H_{sl},$;
 $S_{u,l}$ $H_{sl},$.
 $S_{sl,g},$
 $3,$ $S_{u,l}$,
 14 .

.3) I II :
 (- , -) 1 sl
 ,
 sl,c 0,01;
) II I
 s_{sl,g}
 s_{sl} 5 ; H_{sl}
 .4 , II I

$$d_c = \frac{\gamma_c \sigma_{zg} - p_{sl}}{\gamma_w} , \quad (.1)$$

- , =1,1
 1:3 =1,2 ;
 z_g - , z_g = w d;
 w - , / 3;
 d - , , « »
 p_{sl} - , . . (w d) - p_{sl} max; d.
 - (.1) ;
 , () ;

.5 , d'c , ,

$$d_{cp} = \gamma_c \frac{(\sigma_{zg} + \sigma_{zp} + \sigma_{zn}) - p_{sl}}{\gamma_w} , \quad (.2)$$

, w, p_{sl} - , (.1);
 z - , ;
 zn -
 (.2) d_c ,

.6 d_c d_{cp} .
 (. .2):

$$(z_{p+}^{sl,g}, z_n).$$

$$z_g \quad p_{sl}; \quad z_g + z_p + z_n - p_{sl}.$$

()

$$z_g \quad \langle 0 \rangle, \quad d \quad d_c$$

.7

$$z_q, p_{sl}, (z_g + z_p + z_n).$$

4-5

9, 22.13330.

.8

$S_{u,l}$

$H_{sl},$

$S_{sl,g},$

22.13330.

I

z

$sl,g;$

p_{sl}

$$(\dots z + sl,g p_{sl})$$

$$(z + sl,g p_{sl})$$

$h_{sl,p}$

.9

II

$$1 - 2$$

$$(\dots);$$

sl,e

$S_{u,l}.$

.10

II

$H_{sl},$

P_n

0,2 H_{sl}

$S_{sl,g},$

$S_{sl,g}$

$sl,c.$

.11

P_n

3-4

- [1] 27 2002 . 184- «
 - »
 - [2] 21 1992 . 2395-1 « »
 - [3]
 - [4] 27 2010 . 240- «
 - »
 - [5] 30 2009 . 384- «
 - »
 - [6] 21 1997 . 116- «
 - »
 - [7] 22 2008 . 123- «
 - »
 - [8] 07-113-96 ,
 - [9] 34-106-98 ,
 - [10] 11-102-97 -
 - [11] 11-104-97 -
 - [12] 11-105-97 -
- (I-III, V).

21.13330.2012

2.01.09-91

« »

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

60×84¹/₈.

/12.

« »
., .18