

,

«

»

• •

622. 833.5
33.1
70

« _____ » (_____ 6 27 2012 .

:

. . . -

» (. _____);

. . . -

» (. _____).

70

[_____]: _____ / _____ . - _____ :
2012. - 126 . - _____ .

ISBN _____

622. 833.5
33.1

© _____
© _____ « _____ », 2012

ISBN _____

		5
1.	,	
	.....	6
1.1.	.....	6
1.1.1.	-	6
1.1.2.		
	.....	16
1.2.	« « ».....	17
1.3.	-	
	« « ».....	17
2.		
	.....	21
2.1.		
	.....	21
2.2.		
	.....	33
2.3.		
	.....	41
3.		
	.....	50
3.1.		
	.....	51
3.1.1.		
	.....	55
3.1.2.		
	l_8	62
3.2.		
	.....	64

3.3.	.....	68
4.	.....	74
4.1.	.....	75
4.2.	.....	88
4.2.1.	,	92
4.3.	.....	102
4.3.1.	(.....).....	104
4.4.	.....	109
5.	.....	112
5.1.	l_8 « « ».....	112
5.2.	-	115 118 119

(600-800)

l_8

30 .

5 . , - 1,8 . , -
 4,5 . 440 .
 75 , 96 % -
 10 : (445 .), (272 .), (200 .
), (130 .), (100 .), (90 .), -
 (50 .), (50 .), (29 .) (25
 .). 65 %

, -
 ,
 , [1].
 (2010 .)

[2]. .1.1 [3].

, -
 . , -
 , -
 .
 5%.
 [3].

				- , %
	111338	135305	246643	25,1
	49088	107922	157010	15,9
	62200	52300	114500	11,6
	47300	43100	90400	9,2
	72733	2000	74733	7,6
	24000	43000	67000	6,8
	55333	0	55333	5,6
	16388	17968	34356	3,5
	31000	3000	34000	3,5
	12113	2196	14309	1,4
	0	11950	11950	1,2
	4509	4114	8623	0,9
	6368	381	6749	0,7

[2].

[2]: ; ; ;

12

2005-2010 . . [2]

	2005-2010 . .	
	’ %	’ ,%
1.	-33,5	-4,1
2.		
3.	-31,3	3,8
4.	-49,8	-6,9
5.	-92,5	-25,8
6.	79,0	5,8
	-64,4	-10,3
.1.2 [2]		

1.1.2.

« — ,

» [5].

- 33,873 . ,

3,9 %

BP [4].

15,351 ,

18,522 - (). ,

462 . -

- 237,295 (27,6 %).

- 157,01 (18,2 %), - (114,5

, 13,3 %). , 7 %

(60,6), (40,699 , 4,7 %). -

- 33,6 3,9 % .

, 2010 .

38,1 , 0,8 % , 2009 .,

1 % 2010 .

2010 . 36,4

, 4,2 % , 2009 . -

7,5 %, 20,2 ;

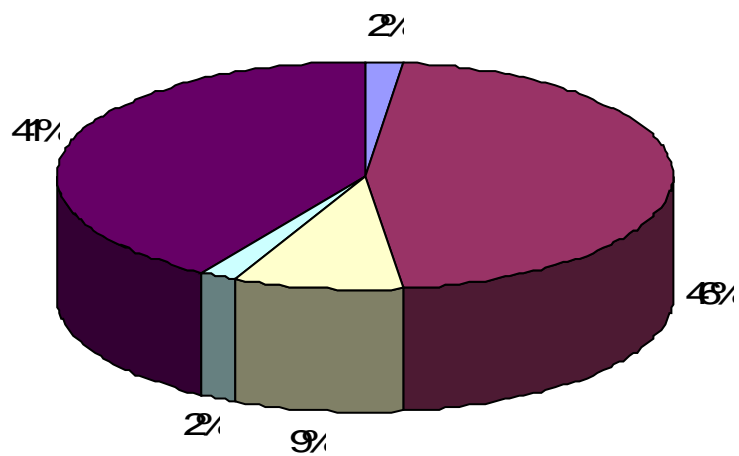
- 10,2%, 2,9 . [4]

-

-

. 1.2 [5].

-



. 1.2.

[6].

-

- ;

- ;

- .

- :

- ;

- ;

-

- 65 %;

- 2 %

- ;

- 2-

3 %.

-

- 2011

-

8,9 %, 6,693 . , 2010 – 81,859

-

-

3,7%, 881 . , – 24,859 . ,

11,4%, 5,813 . – 57,001 . [7].

- . 1.3.

-

-

-

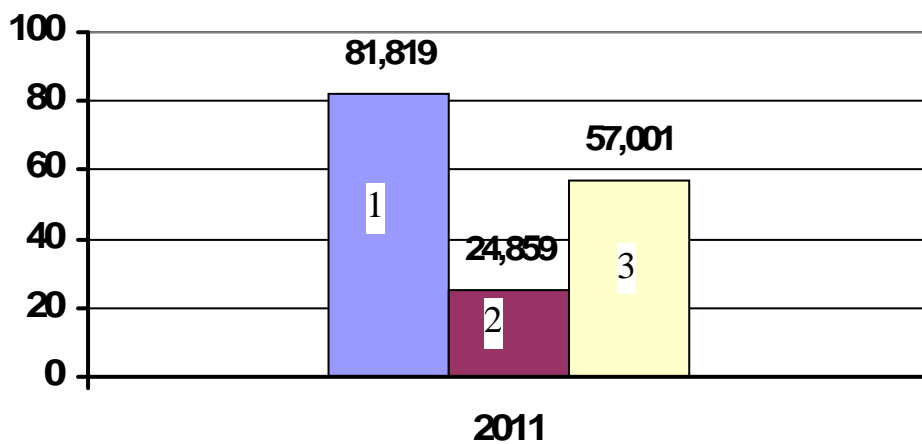
-

-

-

-

-



. 1.3.

2011 : 1 – () ; 2 – ;
3 –

1.2.

« « »

« « » -

70

70 , . ,

2,15-2,75 . , -

634 . 1,5 . -

2015 -

50% -

4%

« ».

1.3.

-

« « »

« « » 1968 -

- .

« »

. -

« »,

« » « -

- , - -

- , 10^{-13} . -

[8].

, -

. -

.

,

, -

.

, -

, ,

, (=260) -

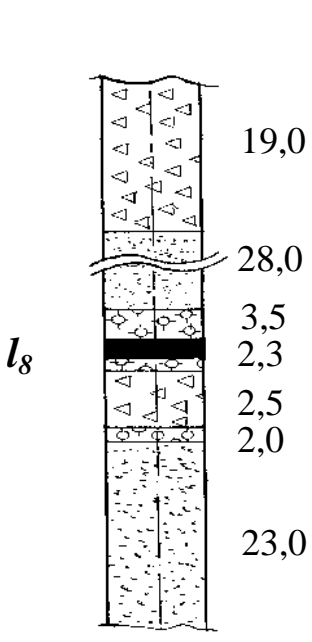
, .

.

l_8 -

. « « ».

l_8 , , 2,24 ,
 - 11⁰ ,
 , - .
 , . -
 - .
 550 .
 ,
 - , .
 , -
 - , 0,1-3,5 . -
 , -
 . -
 (30) . 1.6 -



l_8 . 1.6. -
 l_8 « « »

. « « »

.

,

()

,

() .

,

,

,

.

,

.

:

,

« «

»,

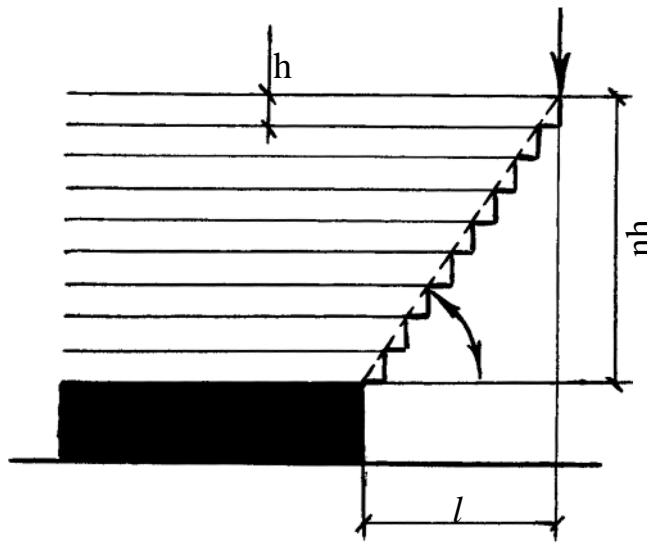
.

;

;

.

. . . [14], . . . [15], . . . [16],
 . . . [17, 18], . . . [19], . . . [20], . . . -
 [21].
 [22]
 ,
 .
 . . . [11]
 . [12].
 , -
 , -
 [22]. . -
 , , 15 -
 . , , -
 . , -
 , -
 . -
 10 50 , -
 100 [22-25]. -
 . -
 . . . -
 , -
 [22]. -
 1867 . . -
 . , -
 , -
 . (,) -
 . , -



. 2.1.

...

...

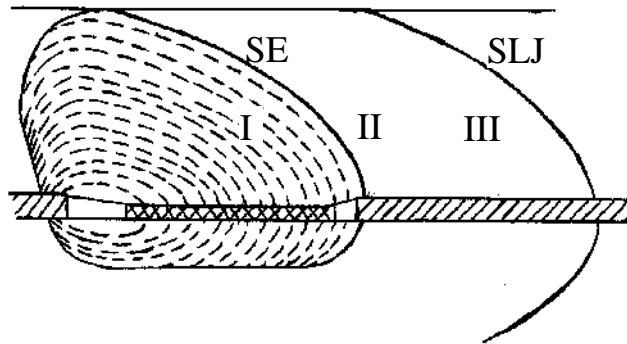
[22]. . .

...

«

»

(. 2.2).



. 2.2.

I –

; II –

III –

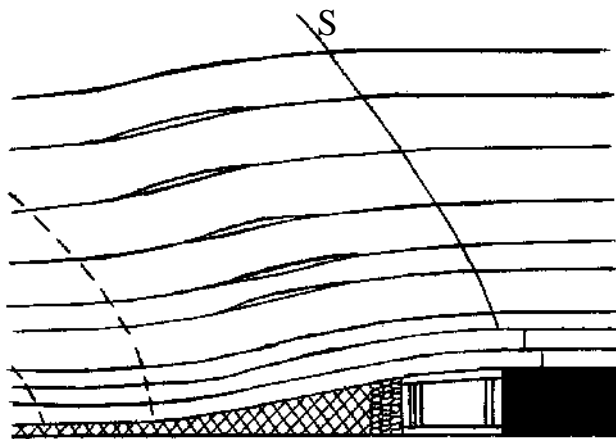
I , II
 () III ,

« »

II

. 2.3 [22].

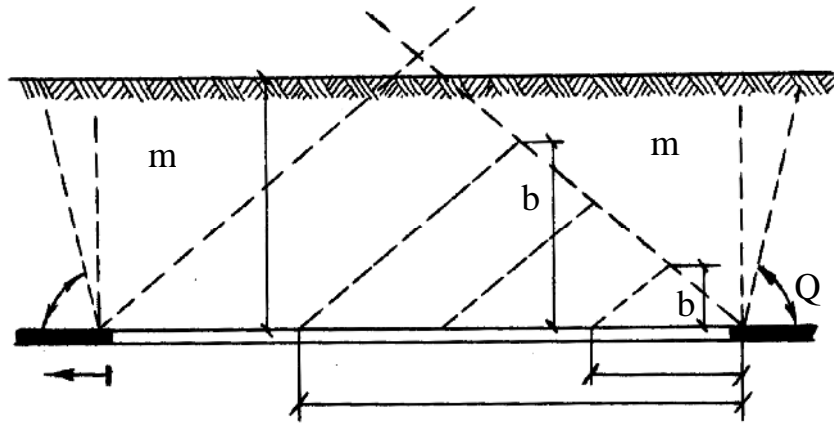
(. 2.3)



. 2.3.

[20]

. 2.4.



. 2.4.

[20]

. 2.4

b

$$b = 0,5a \cdot \operatorname{tg} \beta,$$

(2.1)

[20],

L , l

$$h = L \cdot \operatorname{tgi} \quad (2.5),$$

P_q

$$P_q = P_0(h-l) = \frac{\gamma H}{h_{\max}}(h-l). \quad (2.3)$$

[20]

$h, h_{\max} \quad l$

[21] 1957

[21, 22]:

: I –

, II –

III –

;

. 2.6.

S (. 2.6), [21] : U_0^*

(

); U_0

U_0^* U_0

[26].

. . .

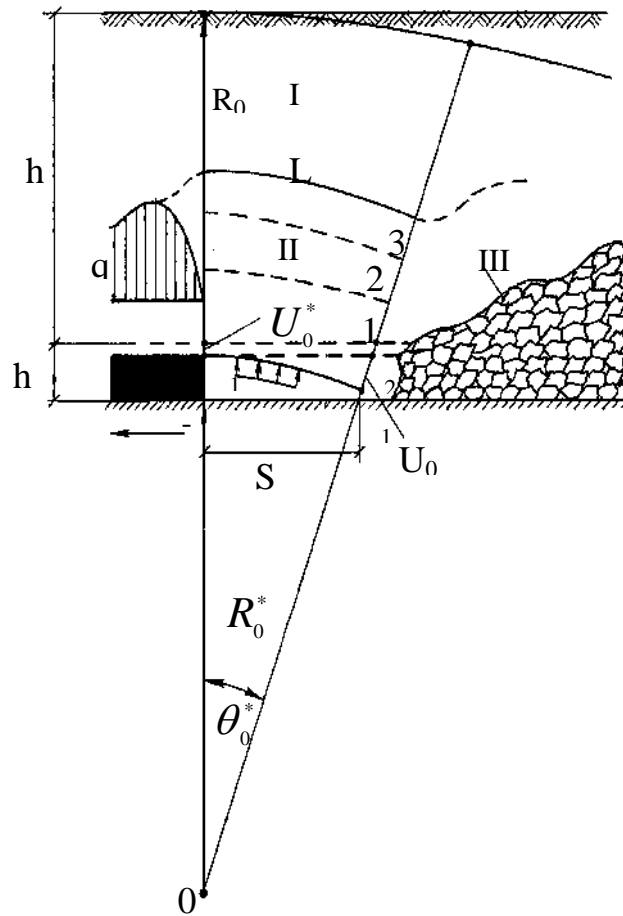
, . . .

$- R_0$

$- R_0^*$

. 2.6).

II



. 2.6.

I – ; II – ; III –

I, L. ; $r=0$ $R=R_0$ $r=$ $R=R_0^*$,
 $L \sigma_r = \sigma_r$, $r-$
 [21].

[22].

[16].

[22]:

[22]

,

,

-

,

-

-

,

,

-

,

.

,

-

,

-

-

.

-

-

...

[27],

..

[28], ..

[29] .

2.2.

-

.

-

.

,

-

.

-

,

,

-

[22].

550

90-146 .

,

-

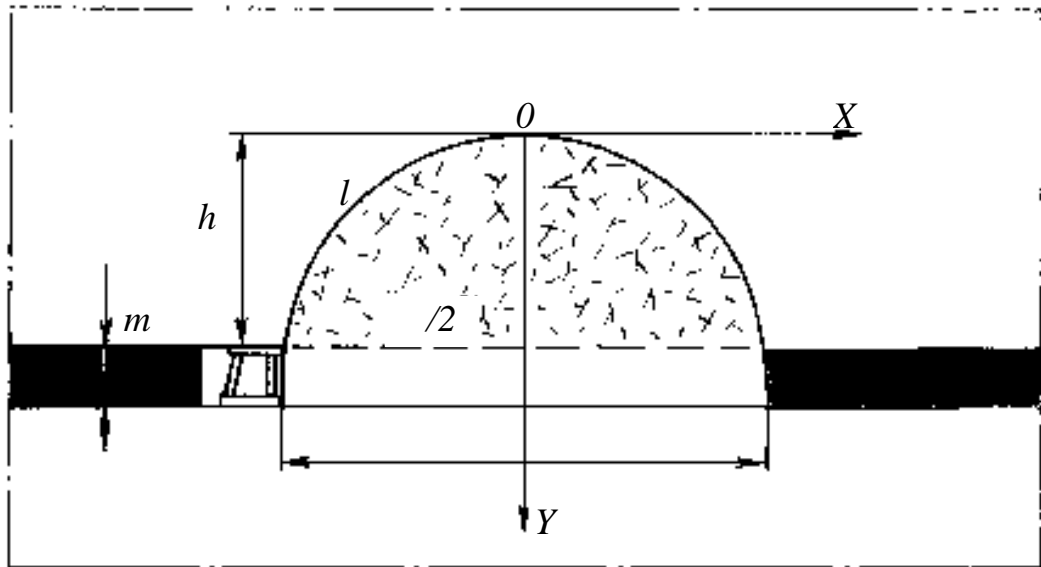
(. . 2.7).

-

() .

-

.



. 2.7.

R

$$R = 2lR_p^k \times 1, \quad (2.4)$$

$l -$
 $R_p^k -$

$$x^2 = 2py. \quad (2.5)$$

$$= h, \quad = l/2. \quad h -$$

:

$$l = \int_0^x \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx. \tag{2.6}$$

:

$$l = \frac{1}{p} \int_0^x \sqrt{x^2 - p^2} dx = \frac{x}{2p} \sqrt{x^2 + p^2} + \frac{p}{2} \ln \frac{x + \sqrt{x^2 + p^2}}{p}. \tag{2.7}$$

$$= \frac{1}{2}, \quad = h \tag{2.5}$$

$$p = \frac{a^2}{8h}, \tag{2.8}$$

(2.7)

$$x^2 = \frac{2}{4} \cdot \frac{y}{h}. \tag{2.9}$$

(2.8)

(2.7),

$$= = \frac{1}{2},$$

$$2l \quad h$$

$$2l = \frac{1}{2} \sqrt{16h^2 + 2} + \frac{l}{8} \ln \sqrt{16h^2 + 2 + \frac{4}{h}}. \tag{2.10}$$

:

$$S = \frac{4}{3} h \gamma, \quad (2.11)$$

(2.7):

$$S = \frac{2}{3} a h \gamma. \quad (2.12)$$

,

$$Q = \frac{2}{3} h \gamma, \quad (2.13)$$

$$Z = \frac{R}{Q} \quad (2.4), (2.10) \quad (2.13)$$

$$Z = \frac{3}{4} \cdot \frac{R}{\gamma} \left(\frac{\sqrt{16h^2 + 2}}{2h} + \frac{1}{4h} \ln \frac{\sqrt{16h^2 + 2} + 2 + \frac{4}{h}}{h} \right). \quad (2.14)$$

,

,

$$\dots h = \sqrt{2}, \quad (2.14)$$

$$Z = \frac{3}{4} \times \frac{R_p}{\gamma} [2\sqrt{5} + \ln(\sqrt{5} + 2)]. \quad (2.15)$$

$$R_p^k \quad [22]$$

$$: = \frac{R_p}{R_c} .$$

[30]

$$0,1. \quad R_p = 0,1R_c .$$

$$(2.15) \quad R_p = 0,1R ,$$

:

$$Z = \frac{R}{2\gamma} . \quad (2.16)$$

$R ,$

R

$k .$

k

[22]:

$$k_c = \left[1 - \sqrt{0,5\eta} \exp(-0,25\eta) \right] \frac{\eta_0^2 + 1}{\eta^2 + 1} , \quad (2.17)$$

$$: \eta = \sqrt{\frac{l + l_0}{l} (\eta_0^2 + 1)} - 1, \quad l -$$

, $l_0 -$

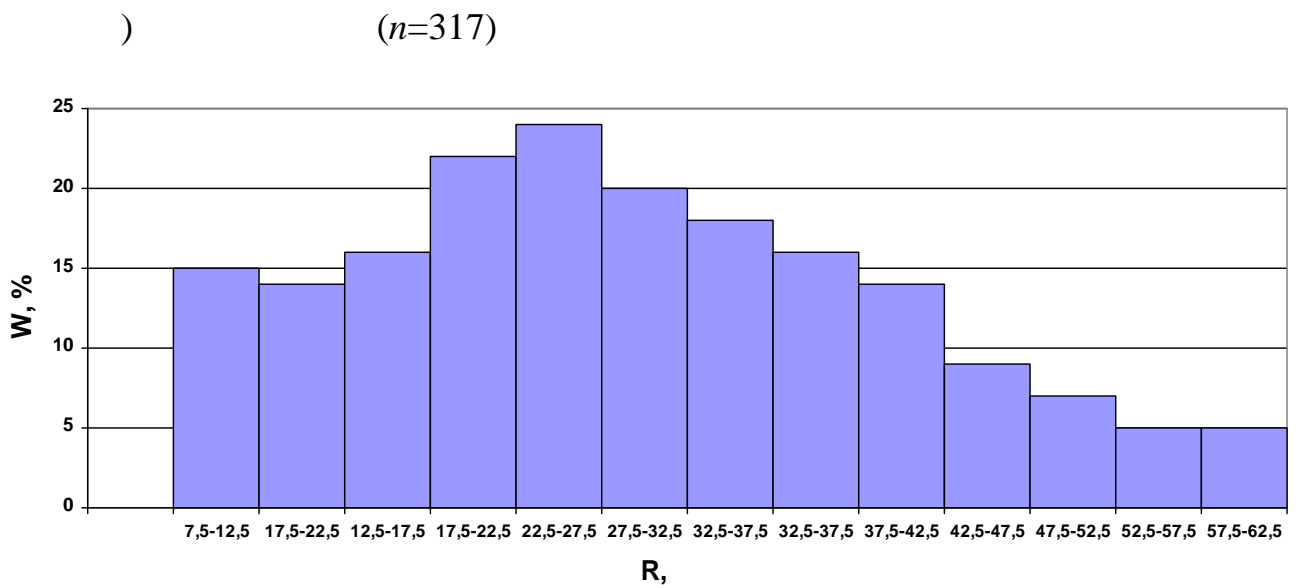
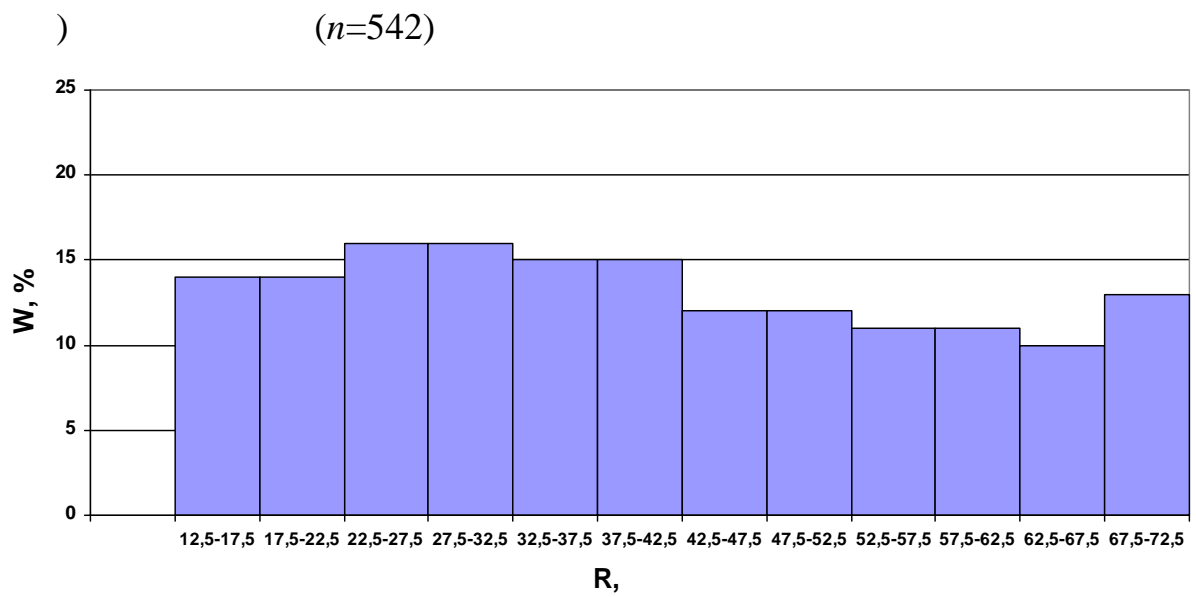
; $0 -$

0

[31],

».

.2.8.



.2.8.

W (%)

$$: \eta_0 = \frac{\sigma}{\bar{X}}, \quad -$$

$$, \sigma = \sqrt{D^* \frac{n}{n-1}} \quad (n - \quad \quad \quad).$$

$$D^* - \quad \quad \quad , D^* = \sum X_i^2 \frac{W}{100} - \bar{X}^2, \quad \bar{X} -$$

$$(\bar{X} = \sum X_i \frac{W_i}{100}).$$

$$: \quad \quad \quad \eta_0 = 0,5\% ;$$

$$\eta_0 = 0,4\% .$$

$$\eta_0 , \eta_0$$

0,21 .

- 542,

- 317.

$$\eta = 0,66 \quad \eta = 0,41.$$

(2.17)

$$k_c = \left[1 - \sqrt{0,5\eta} \exp(-0,25\eta) \right] \frac{\eta^{\frac{2}{0} + 1}}{\eta^{\frac{2}{2} + 1}} = 0,6;$$

$$k = \left[1 - \sqrt{0,5\eta} \exp(-0,25\eta) \right] \frac{\eta^{\frac{2}{0} + 1}}{\eta^{\frac{2}{2} + 1}} = 0,4.$$

(2.16),

[22].

(2.16) $Z=1,$

()

:

$$a = \frac{\sum R_i k_{c_i} h_i}{2\gamma \sum h_i}, \quad (2.18)$$

$R_{c_i} -$

;

$k_{c_i} -$

;

-

;

$h_i -$

$i -$

(2.18),

,

,

()

,

(2.18),

,

,

-

.

,

,

.

-

-

,

.

.

(2.18)

h (

),

2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16,

18, 20, 27 .

(2.18),

,

.

. 2.1.

,

. 2.1,

,

,

(2.18)

2.1

R_c , / 2	R_c , / 2	k	k	γ , / 3	h , /	h , /	, /
550×10^4	260×10^4	0,6	0,4	2650	2	4	87
					4	4	90
					6	4	93
					8	4	96
					10	4	99
					12	4	109
					14	4	126
					16	4	137
					18	4	142
					20	4	146
					27	4	150

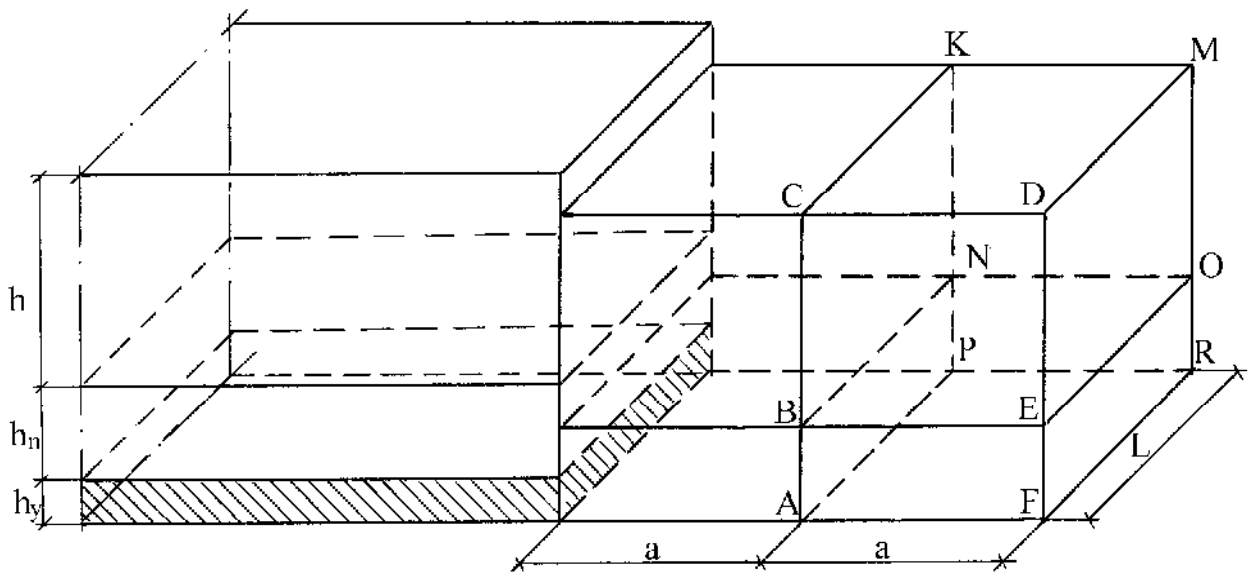
2.3.

2.2,

l_8 ,

35-45 .

.2.9.



.2.9.

(2.9)

$$\sum_{i=1}^2 Q_i = \sum_{i=1}^5 F_i, \quad (2.19)$$

$$\sum_{i=1}^2 Q_i -$$

$$\sum_{i=1}^5 F_i, -$$

$$: \sum_{i=1}^2 Q_i = Q_1 + Q_2, \quad Q_1 -$$

, ; $Q_2 -$

: $F_1 -$

(),

$DMK; F_2$

$ABEF \quad NORP; F_3 -$

$BCDE \quad NKMO; F_4 -$

$ABNP; F_5 -$

$BCKN.$

k : $=2800 / ^3$; $=2500 / ^3$; $=37$; $L=175$; $h=8$;
 $h=106$. $h -$.

[16, 28],

h $0,65 \div 0,7L$. h ,

$$h = 0,65L - h .$$

) , [32]:

$$R_{\tau} = 0,5 \sqrt{R_C R} ; R_{\tau} = 0,5 \sqrt{R_C R} .$$

R_C $R_C -$

$$(R_C = 550 \cdot 10^4 / ^2 \quad R_C = 260 \cdot 10^4$$

$/ ^2)$.

[33].

$$R \quad R \quad [22]$$

$$: \psi = \frac{R_p}{R_C} .$$

[30]

0,1,

$$R_p = 0,1 R_C .$$

R

R_{τ} R_{τ} :

$$R_{\tau} = 0,14 R_C ; R_{\tau} = 0,14 R_C .$$

R_C

k_c .

k_c

2.2

$$(2.17) [22].$$

(2.21),

0,26.

, (2.21)

:

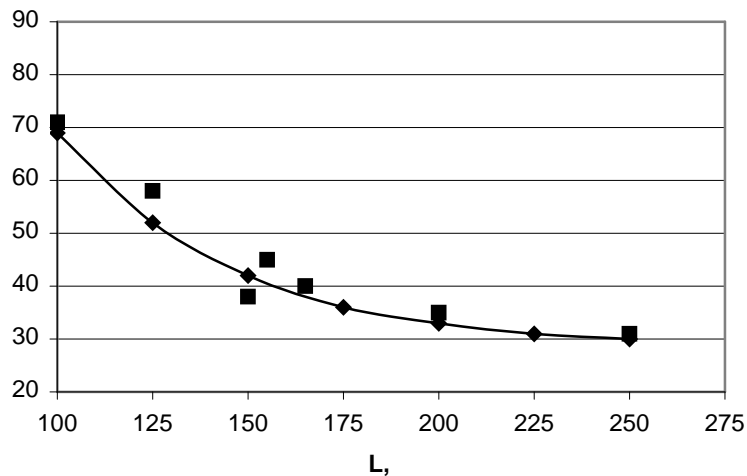
$$\gamma aLh + \gamma aLh = \psi R_c aLk_c + 2ah \cdot 0,14R k_c k +$$

$$+ 2ah \cdot 0,14R k_c k + Lh \cdot 0,14R k_c k + Lh \cdot 0,14R k_c k , \quad (2.23)$$

$$a = \frac{Lh \cdot 0,14R k_c k + Lh \cdot 0,12R k_c k}{\gamma Lh + \gamma Lh - 2h \cdot 0,14R k_c k - 2h \cdot 0,14R k_c k - \psi R k_c L} , \quad (2.24)$$

(2.24)

, $h = 8$, $100 \leq L \leq 250$,



. 2.10.

()

(L) $h = 8$: (1) (2)

« »,

. 2.10

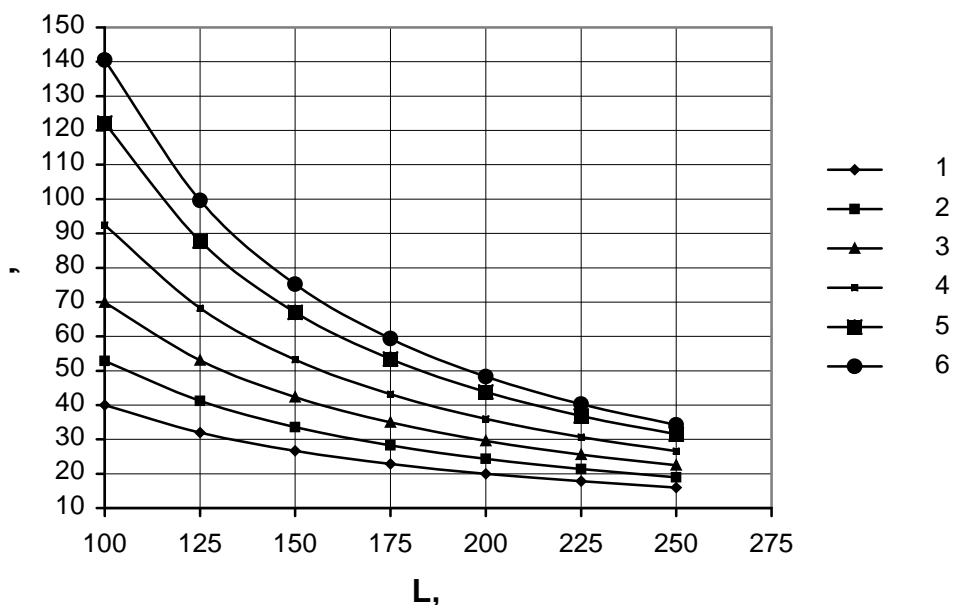
(, 20%)

()

(2.24)

$h = 0,4,8,12$. -

. 2.11.



. 2.11.

()

(L) (h) 3,5 1 - h = 0 ;

2 - h = 4 ; 3 - h = 8 ; 4 - h = 12 ; 5 - h = 16 ;

6 - h = 18

. 2.11,

5 %

:

$$a = 2^{2+0,1h} \cdot L^{-1} \cdot 10^3, \quad (2.25)$$

(2.24).

. 2.11, ,

(220-250).

(2.25)

: $L=100, 125, 150, 175,$

$200, 225, 250$, $h=0, 4, 8, 12, 14$.

. 2.2.

2.2

l_8 . « « »

h ,	L ,	(« « »)							((2.25))						
		100	125	150	175	200	225	250	100	125	150	175	200	225	250
0		$\frac{48}{20}$	$\frac{37}{8}$	$\frac{30}{10}$	$\frac{28}{18}$	$\frac{23}{13}$	$\frac{22}{17}$	$\frac{20}{20}$	40	32	27	23	20	18	16
4		$\frac{60}{17}$	$\frac{52}{19}$	$\frac{40}{20}$	$\frac{33}{18}$	$\frac{25}{8}$	$\frac{20}{5}$	$\frac{20}{10}$	50	40	32	27	23	21	18
8		$\frac{82}{20}$	$\frac{65}{18}$	$\frac{38}{5}$	-	$\frac{35}{14}$	-	$\frac{22}{9}$	66	53	36	32	30	24	20
12		$\frac{95}{16}$	-	$\frac{40}{18}$	-	$\frac{30}{10}$	-	18	80	60	47	38	33	28	24
14		$\frac{100}{10}$	$\frac{85}{20}$	-	$\frac{50}{16}$	-	$\frac{28}{7}$	-	90	68	52	42	35	30	26

: . 2.2

(%).

. 2.2,

l_8

»,

20 %,

,

-

,

.

(2.25)

(

)

,

,

-

l_8

-

.

«

«

».

,

-

-

.

,

-

()

.

-

,

-

-

()

.

,

-

-

.

·
,
,
- () -
· -
, -
« « », -
·

3.1.

· -
-
,
,
[22]. -
-
,
·
,
« » ,
·

[34].

$$\frac{F}{f} = \frac{\rho}{\rho} \cdot \frac{L^2}{l^2} \cdot \frac{V^2}{v^2}, \quad (3.1)$$

$F, L, V -$

$f, l, v -$

(3.1),

$V^2 v^2$

$$l, \frac{V^2}{v^2} = \frac{AL}{al},$$

$$\frac{F}{\rho AL^3} = \frac{f}{\rho al^3}. \quad (3.2)$$

, (3.2) -

, , , :

$$\begin{aligned} \rho A &= \rho g = \gamma, \\ \rho &= \rho g = \gamma, \end{aligned}$$

g - , -

, ; - , -

.

$$\frac{f}{l^2} = N ; \frac{F}{L^2} = N$$

(3.2), :

$$\frac{N}{\gamma L} = \frac{N}{\gamma l} = k = inv, \quad (3.3)$$

k - - « », -

, .

, ,

,

, ,

k, , k,

$$\cdot (3.3) N$$

, [/]. (3.3) -

,

$$N = N, \quad \gamma = \gamma, \quad (3.4)$$

$$l \neq L, \dots \quad (3.3)$$

(3.4) [34].

$$N = N, \dots \quad [34]$$

[34]

$$N = \frac{l}{L} \cdot \frac{\gamma}{\gamma} N. \quad (3.5)$$

(),

$$\frac{\sigma}{\sigma} = \frac{\gamma}{\gamma} \cdot \frac{l}{L},$$

$$E = \frac{l \cdot \gamma}{L \gamma} ,$$

$$\mu = \mu ,$$

3.1.1.

.3.1.

l_8

1:200.

	$R_c, / ^2$	$R_p, / ^2$	$\gamma, / ^3$	$E, / ^2$
	550	55	2,8	$2,4 \times 10^8$
	250	25	2,49	$4,03 \times 10^9$
	225	22	1,32	$2,78 \times 10^9$

[34],

$$\frac{\gamma}{\gamma} = 0,5 \text{ [34].}$$

- _____

$$\sigma_{\text{с}} = (R_c) = \frac{l}{L} \cdot \frac{\gamma}{\gamma} \cdot (R_c) = \frac{1}{200} \cdot 0,5 \cdot 550 = 1,375 \text{ / } ^2;$$

$$\sigma_{\text{с}} = (R) = \frac{l}{L} \cdot \frac{\gamma}{\gamma} \cdot (R) = \frac{1}{200} \cdot 0,5 \cdot 45 = 0,14 \text{ / } ^2; \quad (3.6)$$

$$\gamma = 0,5\gamma; \quad \gamma = 0,5 \cdot 2,8 = 1,4 \text{ / } ^3.$$

- _____

$$\sigma_{\text{с}} = (R_c) = \frac{l}{L} \cdot \frac{\gamma}{\gamma} \cdot (R_c) = \frac{1}{200} \cdot 0,5 \cdot 250 = 0,625 \text{ / } ^2;$$

$$\sigma_{\text{с}} = (R) = \frac{l}{L} \cdot \frac{\gamma}{\gamma} \cdot (R) = \frac{1}{200} \cdot 0,5 \cdot 25 = 0,06 \text{ / } ^2; \quad (3.7)$$

$$\gamma = 0,5\gamma; \quad \gamma = 0,5 \cdot 2,49 = 1,2 \text{ / } ^3.$$

- _____

$$\sigma_{\text{с}} = (R_c) = \frac{l}{L} \cdot \frac{\gamma}{\gamma} \cdot (R_c) = \frac{1}{200} \cdot 0,5 \cdot 225 = 0,56$$

$$\sigma_{\text{с}} = (R) = \frac{l}{L} \cdot \frac{\gamma}{\gamma} \cdot (R) = \frac{1}{200} \cdot 0,5 \cdot 22 = 0,05 \text{ / } ^2; \quad (3.8)$$

$$\gamma = 0,5\gamma; \quad \gamma = 0,5 \cdot 1,32 = 0,66 \text{ / } ^3.$$

« ».

:

.

l_8

[34]

,

,

.

:

,

,

-

-

.

(

)

:

+

+

,

...

,

-

-

.

,

(

)

:

$\div 1,4$

.

,

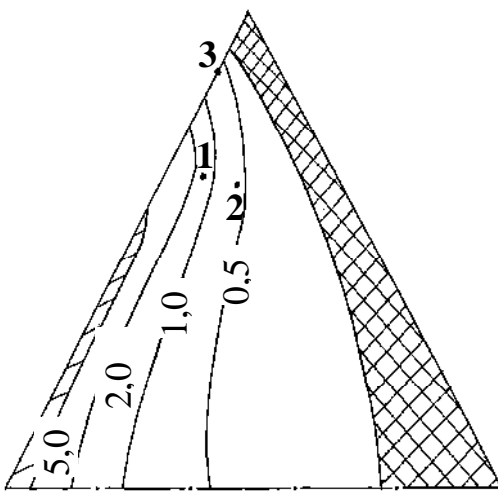
-

,

:

+

.



(3.6-3.8)

(.3.1).

.3.1.

;

,

100 %.

% (. 3.2).

3.2

%

<p>– $d_1=91,4$ %</p> <p>– $d_2=6,6$ %</p> <p>– $d_4=2,0$ %</p> <hr/> <p>100 %</p>	<p>– $d_1=91,1$ %</p> <p>– $d_2=5,1$ %</p> <p>– $d_3=1,7$ %</p> <p>– $d_4=2,0$ %</p> <hr/> <p>100 %</p>	<p>– $d_1=92$ %</p> <p>– $d_2=8$ %</p> <hr/> <p>100 %</p>
---	---	---

(– $d_1=2,54 / 3$; $d_2=0,9 / 3$; –
 $d_3=0,73 / 3$; $d_4=0,88 / 3$) , –
 %:

$$a'_i = \frac{a_i \cdot d_i}{\sum_1^n a_i \cdot d_i} \quad (3.9)$$

% (. 3.3).

%

$- a_1' = 96,8 \%$ $- a_2' = 2,5 \%$ $- a_4' = 0,7 \%$	$- a_1' = 96,8 \%$ $- a_2' = 2,0 \%$ $- a_3' = 0,5 \%$ $- a_4' = 0,7 \%$	$- a_1' = 97,0 \%$ $- a_2' = 3,0 \%$
100 %	100 %	100 %

2,0 ,

:

$$P = l \cdot b \cdot m \cdot \gamma \cdot k, \tag{3.10}$$

– , ; l – , ; b – , ; m – , ; – , /³; k –

1,10 1,15 [34], 1,10.

. 3.4.

3.4

()

	$=62 \cdot 50 \cdot 2 \cdot 2,8 \cdot 1,10 = 19096$;
	$=62 \cdot 50 \cdot 2 \cdot 2,49 \cdot 1,10 = 16981$;
	$=62 \cdot 50 \cdot 2 \cdot 1,32 \cdot 1,10 = 9002$.

(. 3.5).

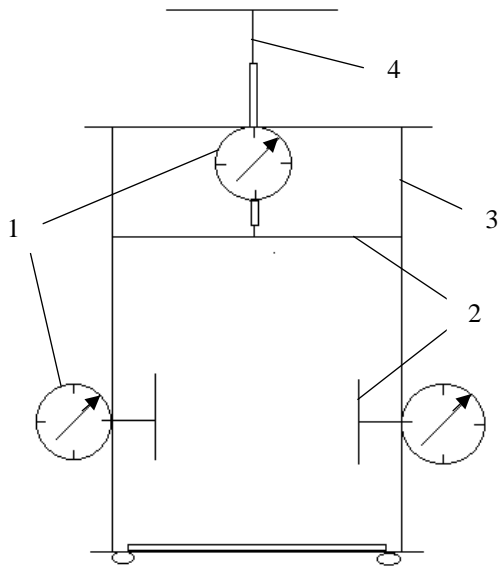
3.1.2.

l_8

50 50 50 , -

(. 3.2) -

(n) :



$$n = t_a^2 \left(\frac{W}{q} \right)^2, \quad (3.11)$$

t - [35]

0,95, t 1,96; W

. 3.2.

0,05 [36] %; q -

5 %.

: 1-

(10), 2-

(3.11),

, 3- , 4-

4.

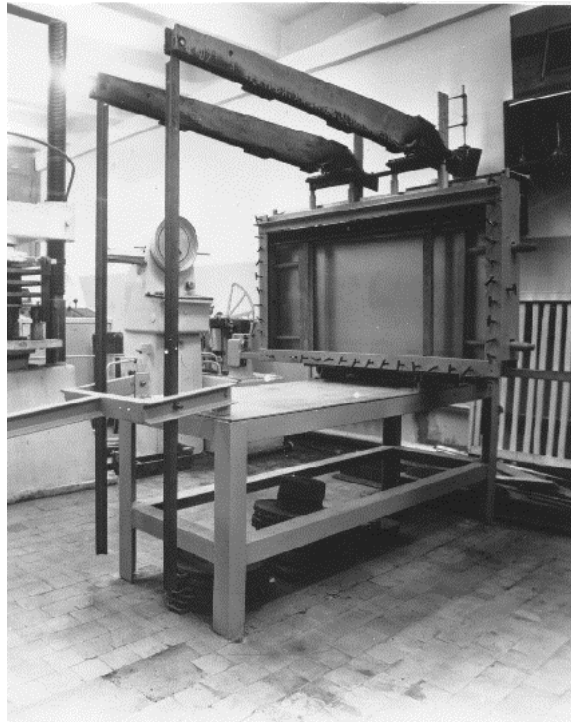
. 3.6.

3.6

				$\sigma = \frac{P_{max}}{F}$		$\bar{\sigma} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_i$		$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\sigma_i - \bar{\sigma})^2}$		$W = \frac{S}{\bar{\sigma}}$		$f = 0,01$	
1	2375	118750	475	546	53,5	0,09	5,5	4÷6	. 3.6.				
2	2700	135000	540										
3	2850	142500	570										
4	3000	150000	600										
1	1200	60000	240	258	17,5	0,08	2,6	2÷3					
2	1325	66250	265										
3	1400	70000	280										
4	1250	62500	250										
1	1100	55000	220	223	7,5	0,03	2,2	1,5÷2					
2	1135	56750	227										
3	1160	58000	232										
4	1075	53750	215										

3.2.

2070 : 2900 ; - 1400 ; (.3.3).



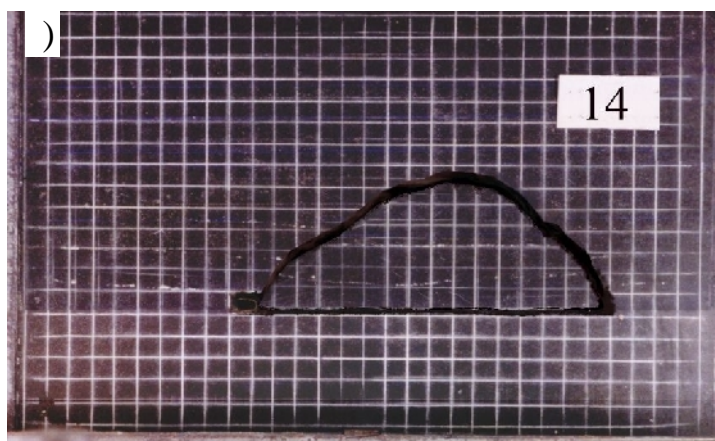
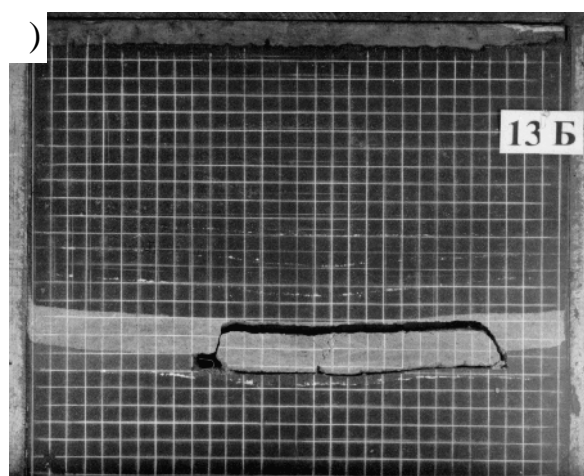
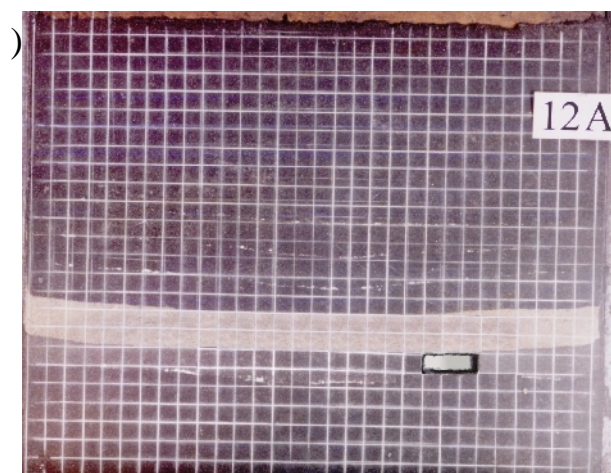
.3.3.

1)

(.3.4 , ,);

2)

(.3.5 ,).

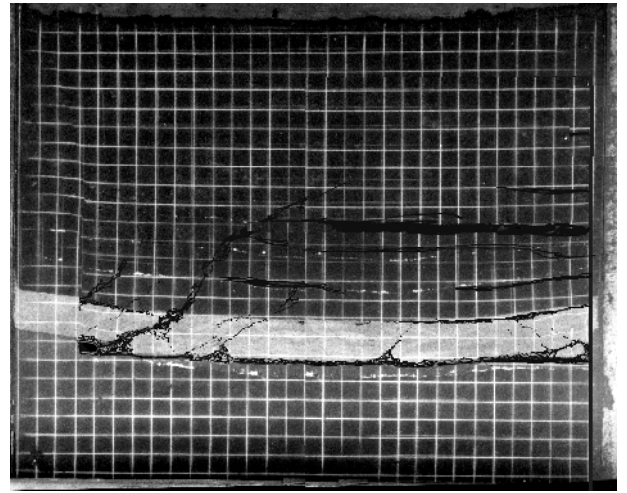
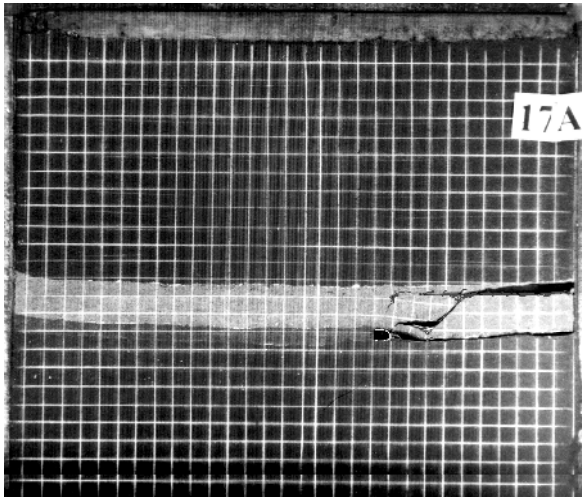


.3.4.

:)

;)

;)



.3.5.

:

) ;)

,
1,5-2 , 2-3

« - ».

(0⁰-9⁰)

2 .

20 . -

, - , - . -
, , , , -

(3.10).

0,5 ,

1-1,5 , . ().

-

- 2×2 .

-

.

,

(16), ,

, , .

-

-

.

,

,

.

0,05 -

0,5 . , -

, ,

, « -

» , . . , ,

() . -

-

.

-

($h = 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 18, 22, 26, 28$), -

.

, -

(. 3.4,), -

, -

,

-

.

.

-

,

-

(60⁰),

(. 3.4,).

-

,

*l*₈

-

0,26 2,5 ,

.

(8)

.

,

-

(

-

. 3.8).

3.3.

(3.11)

-

-

,

2

,

-

,

.

. 3.7-3.9.

()

	h ,	,	$\bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i$,	S ,	, %
1	0	82	87	4,4	5,1
	0	92			
	0	89			
	0	85			
2	2	85	89	3,9	4,4
	2	90			
	2	87			
	2	94			
3	4	85	93	6,7	7,3
	4	90			
	4	100			
	4	97			
4	6	95	95,5	4,18	4,4
	6	97			
	6	100			
	6	90			
5	8	100	96,25	3,28	3,41
	8	93			
	8	94			
	8	98			
6	10	96	98	3,5	3,6
	10	98			
	10	95			
	10	103			
7	12	97	98,75	3,5	3,5
	12	100			
	12	95			
	12	103			
8	14	99	99,75	4,1	4,1
	14	105			
	14	95			
	14	100			

() , (h), h

-	h ,	,	h ,	h ,	h =h +h ,	h ,	$\bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i ,$	S,	, %
1	0	33,0	130,0	117,0	130,0	117,0	30,0	2,8	9,6
	0	29,0	120,0		120,0				
	0	30,0	108,0		108,0				
	0	26,0	110,0		110,0				
2	2	30	120	113,0	122	115,0	28,0	4,0	13,9
	2	23	128		130				
	2	32	109		111				
	2	27	95		97				
3	4	36	110	109,0	114	113,0	35,0	3,7	10,6
	4	39	112		116				
	4	30	105		109				
	4	35	109		113				
4	6	33	99	106	105	112,0	33,0	2,9	8,8
	6	32	109		115				
	6	30	106		112				
	6	37	110		116				
5	8	39	107	103	115	111,0	37,0	3,6	9,8
	8	35	100		108				
	8	33	95		103				
	8	41	110		118				
6	10	37	93	98,0	103	108,0	40,0	2,9	7,3
	10	40	99		109				
	10	39	96		106				
	10	44	104		114				
7	12	39	93	96,0	105	108,0	42,0	2,6	6,1
	12	43	96		108				
	12	41	95		107				
	12	45	100		112				
8	14	45	95	94,0	109	108,0	44	2,6	5,8
	14	43	93		107				
	14	41	90		104				
	14	47	98		112				

	h ,	h ,	,	$\bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i$,	S ,	, %
1	8	0	37,0	37,0	0	0
		0	37,0			
2	8	0,5	37,0	37,05	0,04	0,1
		0,5	37,1			
3	8	1,0	37,3	37,25	0,04	0,1
		1,0	37,2			
4	8	1,5	37,3	37,3	0	0
		1,5	37,3			
5	8	2,0	37,1	37,1	0,08	0,2
		2,0	37,1			
6	8	2,5	37,1	37,2	0,08	0,2
		2,5	37,3			

(), , -
. -
, -
:

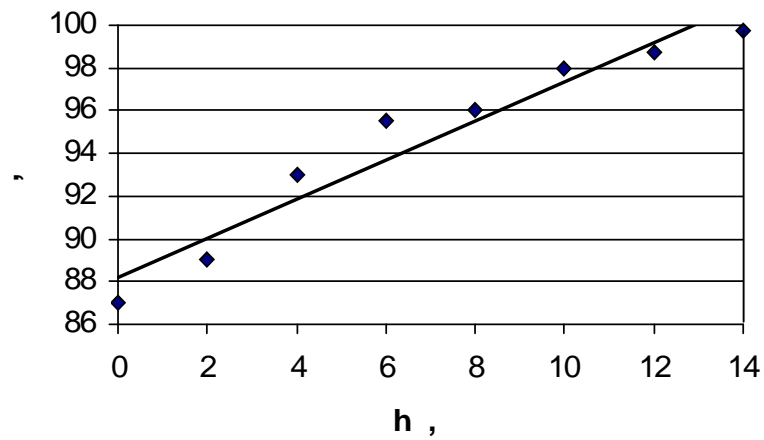
$$\bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i . \quad (3.12)$$

:

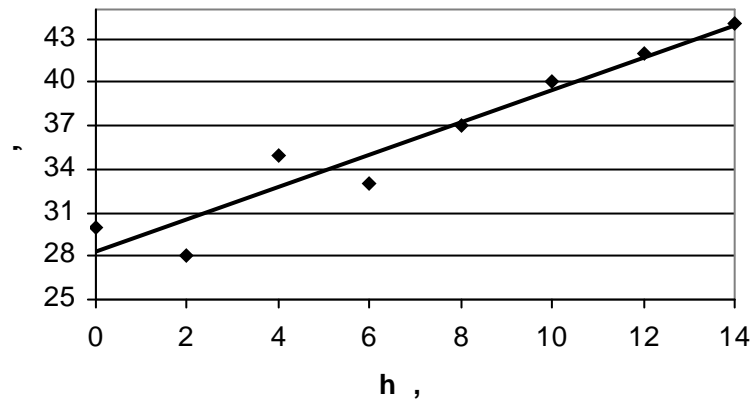
$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2} \quad (3.13)$$

$$\eta = \frac{S}{a} \times 100\% \quad (3.14)$$

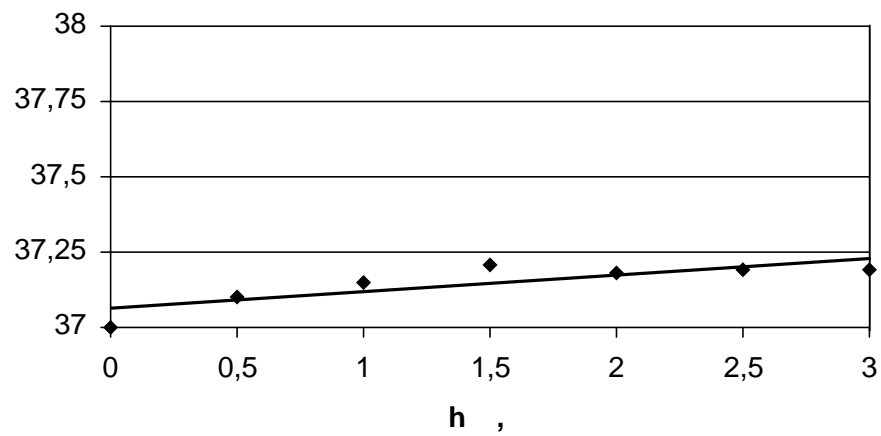
() : $\eta = f(h)$;
 $\eta = f(h)$, $h = h + h$;
 $\eta = f(h)$ (. 3.6-3.8).



. 3.6.



. 3.7.



. 3.8.

: -
 95 ; , ... , -
 - 28-44 . , -
 , 60°. -
 , . 3.7 -
h - . -
 . . [28] . . [37], -
 0,65÷0,7L, -
L - . *L*=175 , -
 , *h* 113,75 122,5 . -
h -
 110,0-120,0, -
 . -
 , -

,

,

(h)

() (. . 3.8).

:

. 3.7 ,

.

[38-44]

,

,

.

,

,

.

,

,

«

»,

[28].

,

2,

«

«

».

,

,

.

,

.

[45]

, -

.

,

-

-

- ().

4.1.

[28]

,

.

.

-

« - ». [46, 47]

-

-

.

,

(-

,

)

, ...

.

,

()

-

.

.

-

.

[46, 47],

,

,

-

.

,

, . -
-
, [48, 49]
() [50, 51]. ,
,
[28, 52-57].
[52, 53] . . ,
.
.
« - ».
, [52, 53], -
H 30 -
[28] .
, [52, 53],
« - ».
. . . . [53]
.
. . . ,
, -
: ;
.
, -
, -

[28].

[54-57].

[28]:

[58-62].

65]

[63]

[64,

[28]

$$: = z = z = 0, \quad -$$

, -

.

[66, 67].

()

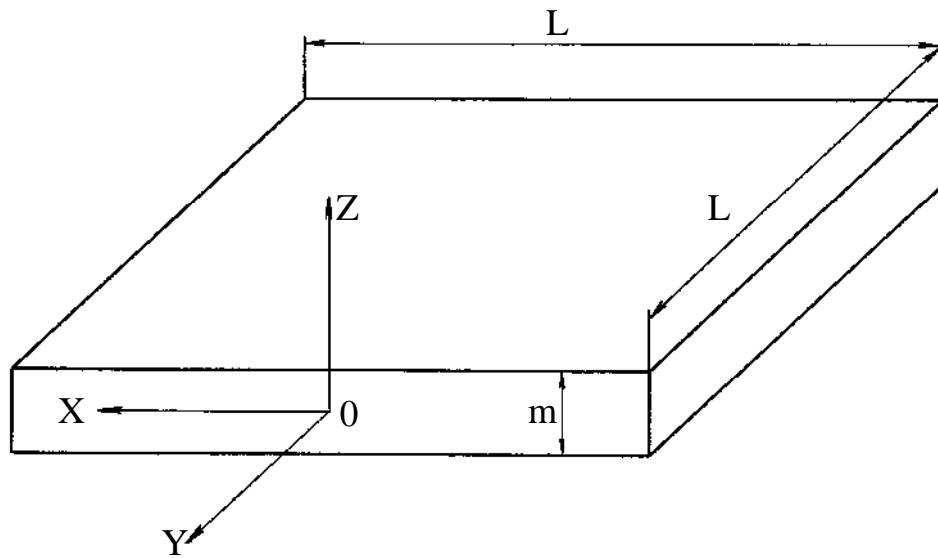
[66, 67].

80-

,

(.

4.2).



. 4.2.

[28]

,

.

, ...

[28]

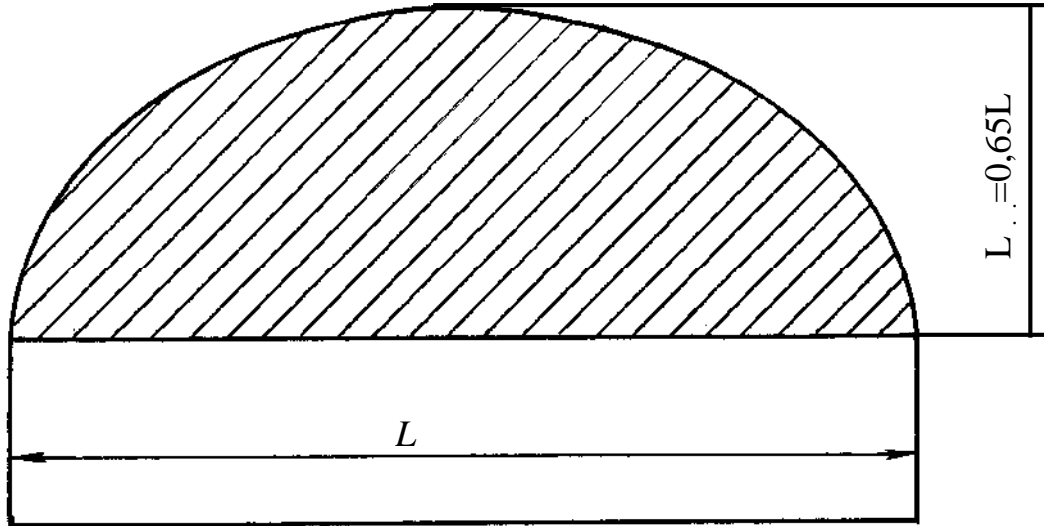
,

[28]

(. 4.3).

(L).

$L < L$, $L -$
 $: 0,65 \div 0,7 L$.



. 4.3.

[28]

[28]

(

)

z)

z)

z)

z)

[37].

[28]

[28]

« - »

[28]

() ,

:

$$|\sigma| = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)]}. \quad (4.1)$$

: $|\sigma| \geq \sigma_p$,

σ_p -

[28].

,

,

[28],

-

:

,

,

[27]

-

«

»

[27]

,

,

,

[27],

,

,

... .

... ,

... ,

... .

... ,

... ,

... , ... , ... , ... [68, 69].

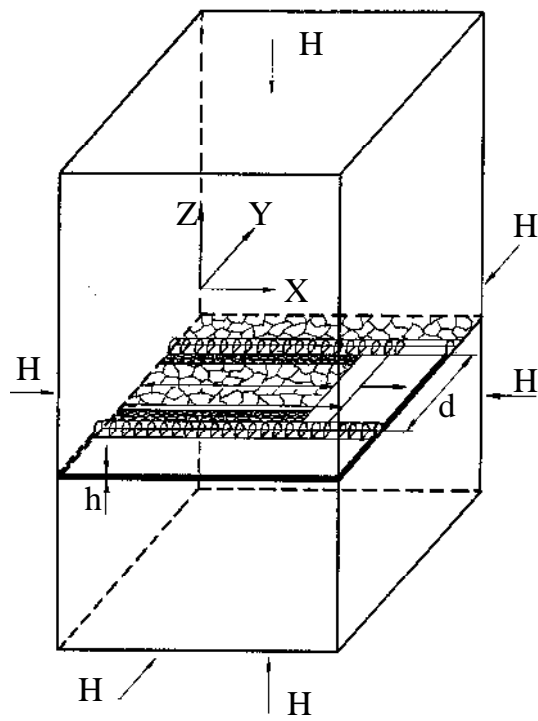
... ,

().

... ,

[68]

4.4),



. 4.4.

[68]

[68],

$$\sigma = \frac{(1-\psi)(\sigma_1 + \sigma_3) + \sqrt{(1-\psi)^2(\sigma_1 + \sigma_3)^2 + 4\psi(\sigma_1 - \sigma_3)^2}}{2\psi} \leq \sigma^n. \quad (4.2)$$

σ^n ,

$$(4.2) \quad , \quad [68]$$

[70]

				-
	,			
		.		
	,	[70]	-	-
			,	-
	-			-
			,	
			.	
			,	[70], -
	-			
		-	.	-
	<i>f>7</i>		.	-
				[78-
74].				
		[70]		-
			.	
				-
				-
			,	-
			[70]	-
			,	-
			.	-
				-

[81]

[74].

[75-77]

[76, 77]

() .

()

[78-82]

«

» .

« « »

-
-
-
-
-
-
-
-

4.2.

, « « »

-
-
-
-
-
-
-
-

) .

() , (

,

60°

40°

90-140 .

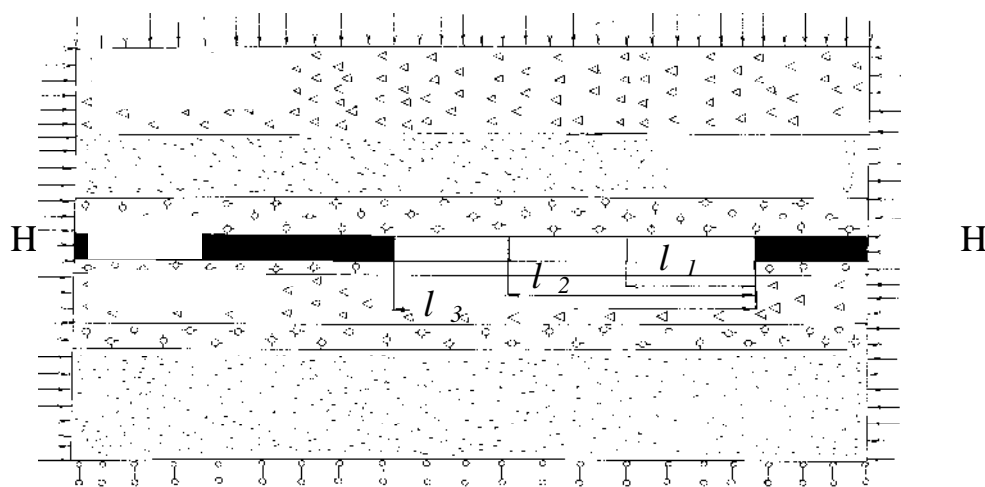
: 1 -

; 2 -

l ,

(. 4.5).

$k H$



. 4.5.

.
 .
 ,
 , ...
 (. . 4.5),
 .
 [83].
 .
 , ...
 ,
 ,
 ,
 ,
 [83, 68]
 ,
 (. . 4.5) k ,
 .
 , [68],
 , $R_L - R_0$
 [22]
 1,3 ,
 .
 $R_L -$ [22]
 :

$$R_L = R_0 \exp\left(\sqrt{\frac{\gamma H}{2R_c k_c}} - 0,5\right). \quad (4.3)$$

R_0 – ;
 – ;
 H – ;
 R_c – ;
 k_c – .

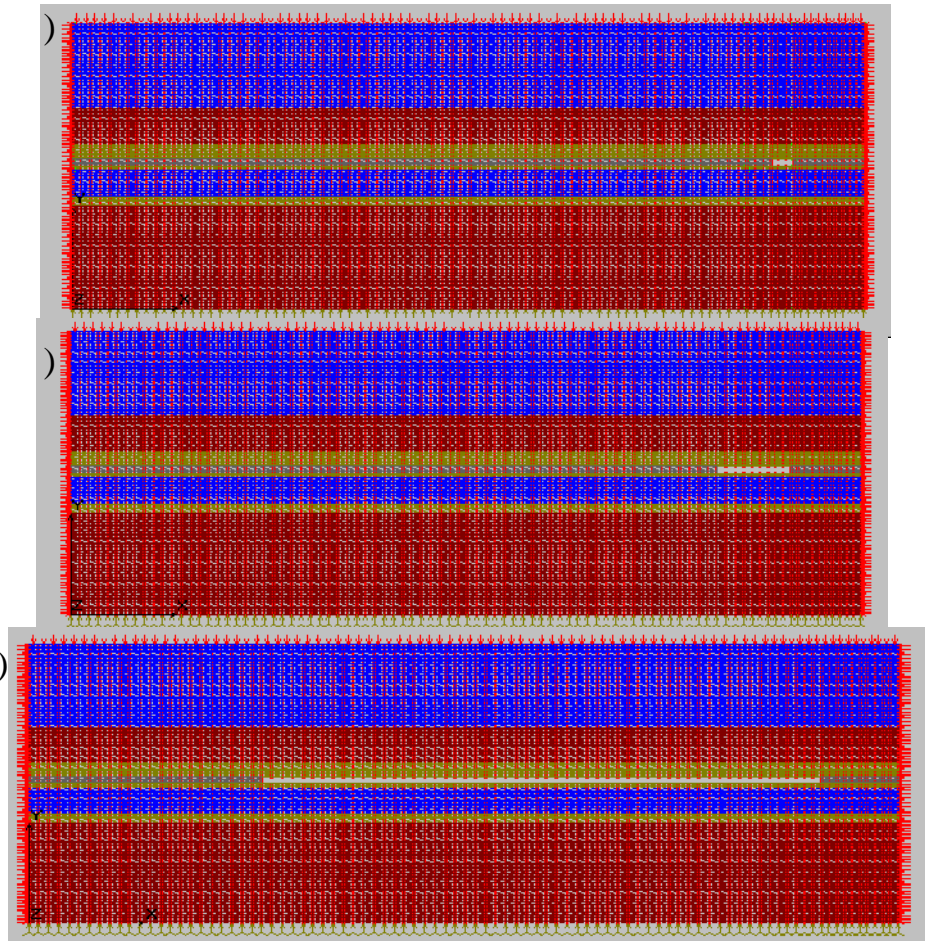
$$k = 1,3. \quad (4.5)$$

1,3 .
 , (.
 . 4.5),

$$q = k_\sigma = 1,14 \cdot 10^6 \text{ / } ^2 .$$

$$\lambda = \frac{\mu}{1-\mu}; \mu -$$

(),
 (. 4.6).



. 4.6.

:) $l=5$;) $l=15$;) $l=100$.

4.2.1.

$R.$

:

$$\sigma_e \geq R_c k_c. \tag{4.4}$$

k –

[16],

2.

[22]:

$$\sigma_e = \frac{(1-\psi)(\sigma_1 + \sigma_3) + \sqrt{(1-\psi)^2(\sigma_1 + \sigma_3)^2 + 4\psi(\sigma_1 - \sigma_3)^2}}{2\psi}, \tag{4.5}$$

$1, 3$ –

;

$$\psi = \frac{R_p}{R_c} -$$

R –

$R.$

(4.4),

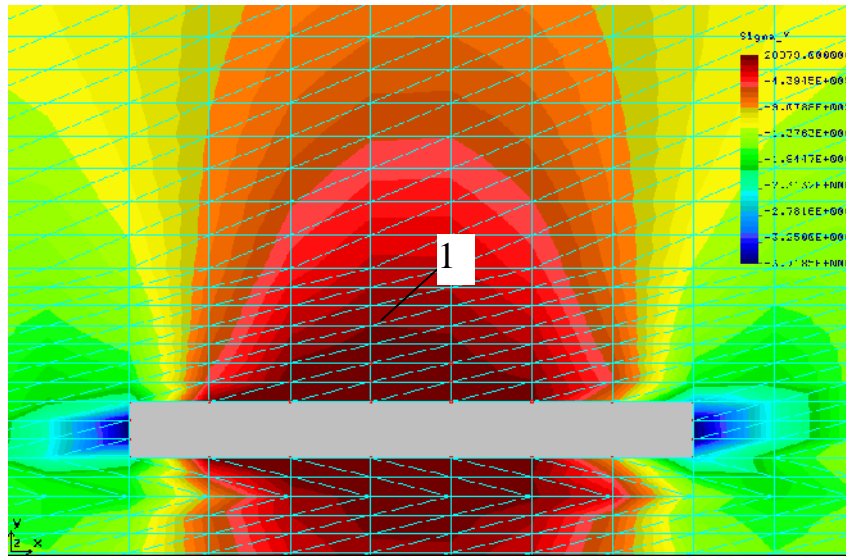
« – ».

[27] (. 2.7).

2.

(4.6),

(. 4.7, 1).



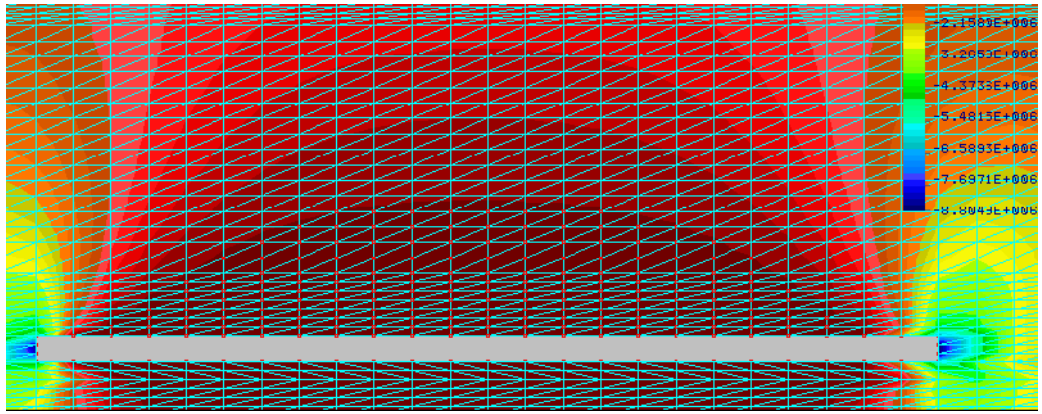
.4.7.

$$(I) : 1 - \quad (4.4)$$

$$Z=1. \quad (2.18)$$

$$\langle \quad - \quad \rangle$$

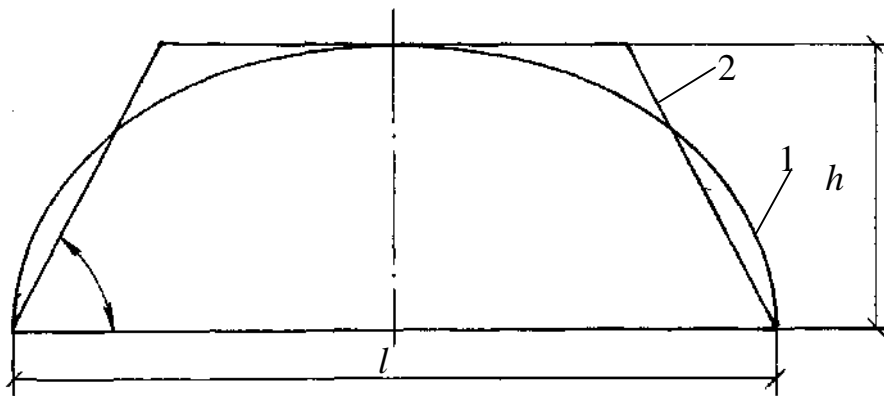
(.4.8).



. 4.8.

(. 4.9),

$$S = S \quad (4.6)$$



. 4.9.

(1)

(2)

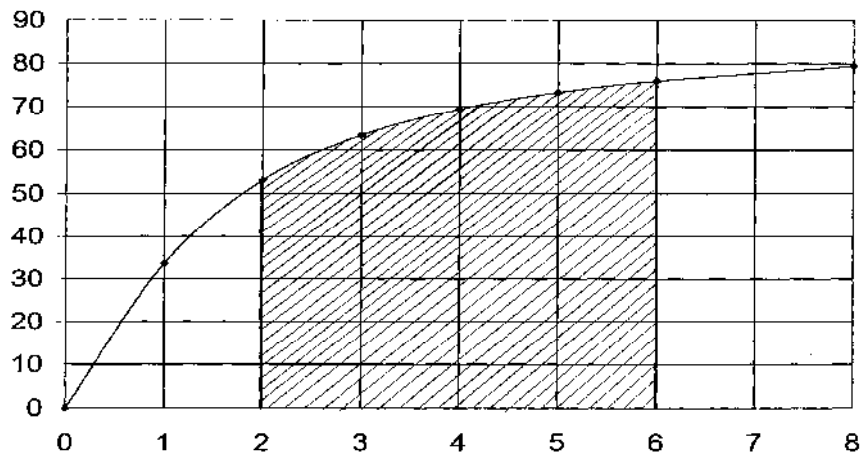
$$S = b(l + btg\alpha), \quad (4.7)$$

$$S = \frac{2}{3} l b. \quad (4.8)$$

$$b = \frac{l}{2f}, \quad (4.9)$$

$f -$

.4.10 (4.9).



.4.10.

(f=2-6),

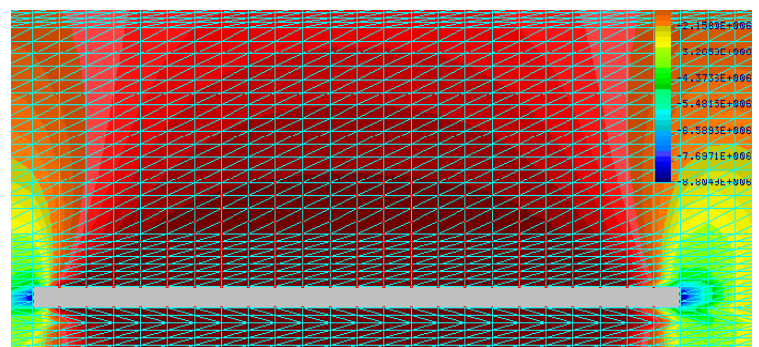
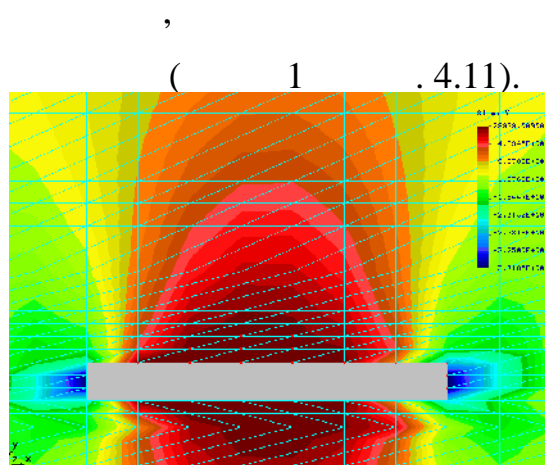
55° 75°.

[16].

	-					
	$\rho, / ^2$	$\rho, / ^3$	$\mu,$	$G, / ^2$	$R_c, / ^2$	$R, / ^2$
	$2,4 \cdot 10^8$	1320	0,16	$1,03 \cdot 10^8$	$250 \cdot 10^4$	$22 \cdot 10^4$
	$4,03 \cdot 10^9$	2800	0,21	$1,97 \cdot 10^9$	$500 \cdot 10^4$	$55 \cdot 10^4$
	$2,78 \cdot 10^9$	2490	0,23	$1,13 \cdot 10^9$	$220 \cdot 10^4$	$24 \cdot 10^4$
	$3,23 \cdot 10^9$	2510	0,23	$1,31 \cdot 10^9$	$300 \cdot 10^4$	$26 \cdot 10^4$

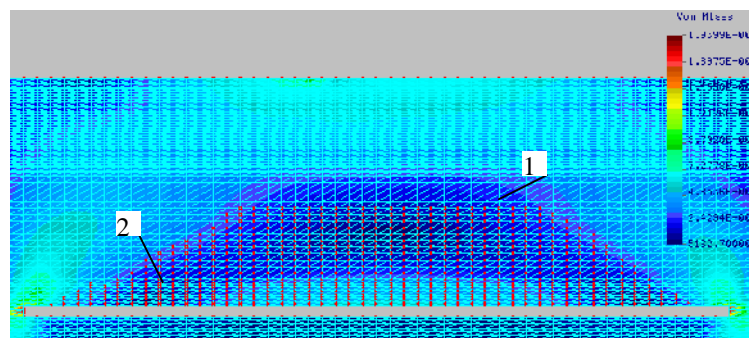
(4.5)

(4.4),



$l=15$

$l=50$

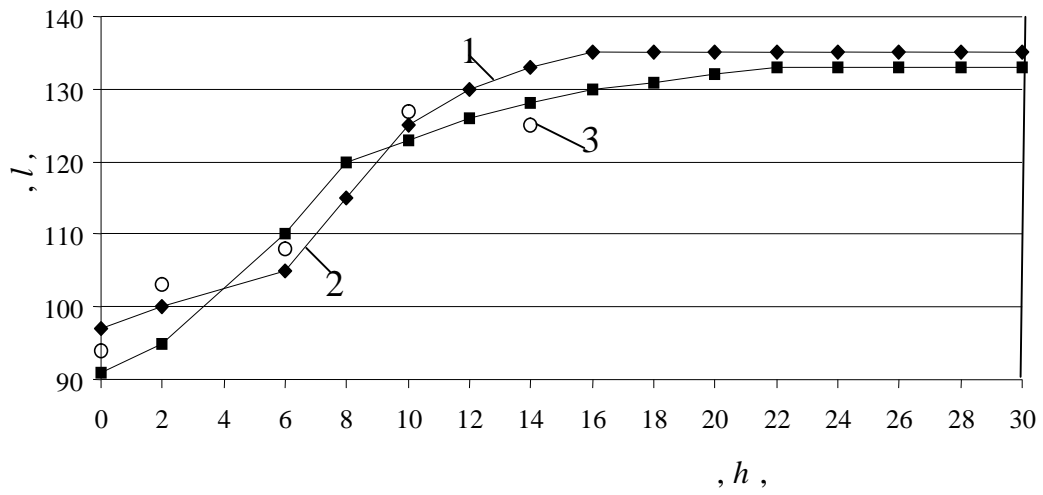


$l=110$

. 4.11.

$l=15, 50$
 $l=110$

. 4.11, $l=110$. 1 ,
 (4.5), 2 -
 ,
 , ...
 (2.18).
 .
 ,
 .
 . 60^0 ,
 . . [16].
 « - »
 [84]. ,
 $h = 8$.
 .
 0 30 -
 .
 , ... , 0
 20 .
 ,
 ,
 .
 . 4.12 . 4.13. . 4.12
 .
 .

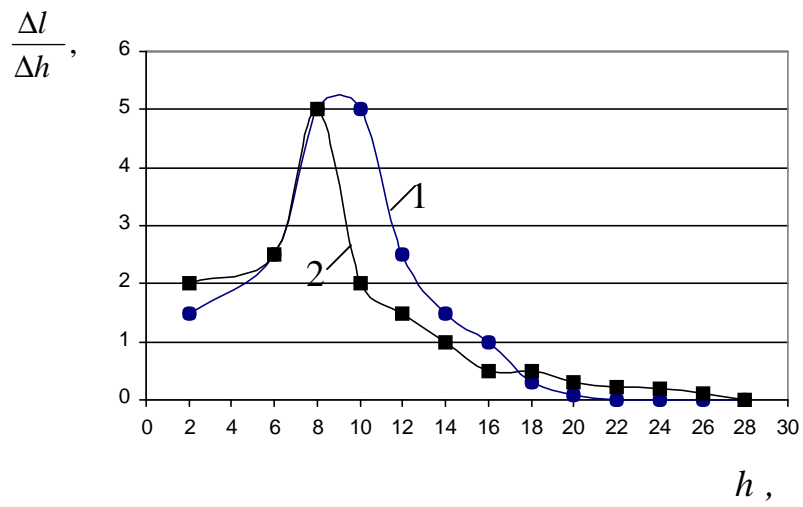


. 4.12.

, : 1 - ;
 2 - ;
 3 -

. 4.12

(. 4.13).



. 4.13.

: 1 - , 2 -

(

15 %).

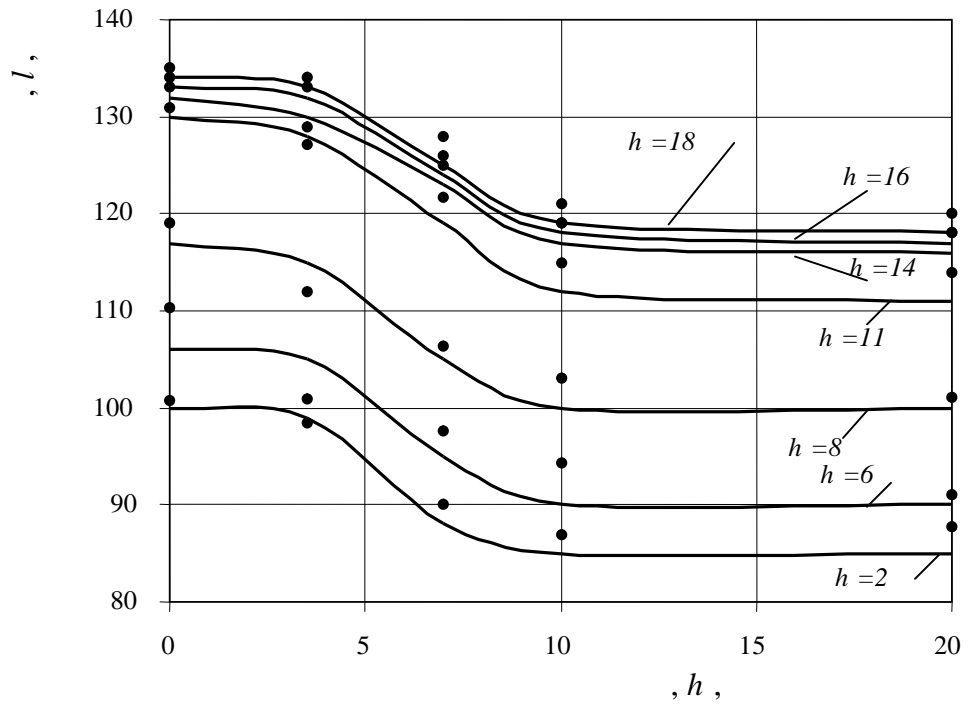
- « « »
 . l_8 . 550
 , . 4.12 4.13
 , -
 . ,
 20 , -
 . -
 :

$$l = 82,6 - 0,5h^2 + 10,7h . \quad (4.10)$$

 (4.10) -
 ,
 3,0 - 4,0 , 170-180 .
 -
 : ,
 « « » ,
 .
 . 4.14.
 . 4.14 , , 10 ,
 -
 . -
 . 4.12
 :

$$l = 0,07h^2 - 2,3h + 0,13h^2 + 2,6h + 95 \quad (4.11)$$

 $0 \leq h \leq 30 \quad 0 \leq h \leq 20 .$



. 4.14.

(• -

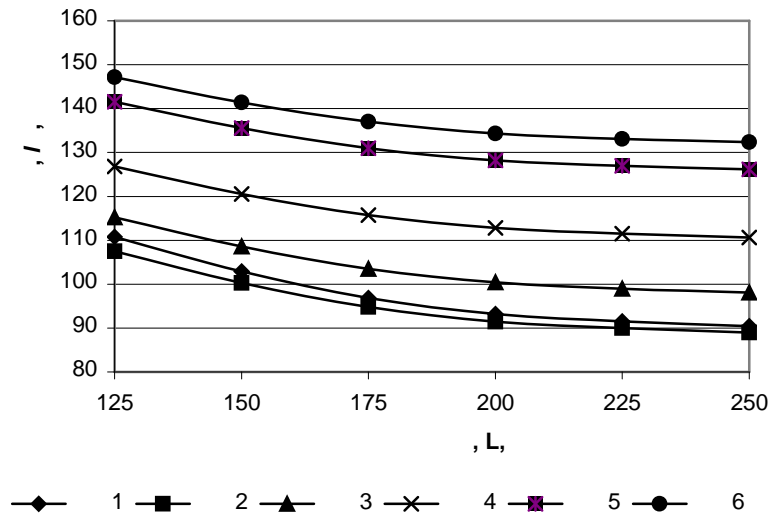
4.11)

(4.11)

20 %.

$$l = (0,07h^2 - 2,3h + 0,13h^2 + 2,6h + 95) \frac{150 + L}{2L}. \quad (4.12)$$

(4.12),
 (15 %).



. 4.15.

:
 $h = 0; 3,5; 7; 10; 12; 14$, $h = 2; 4; 8; 12; 16; 18$

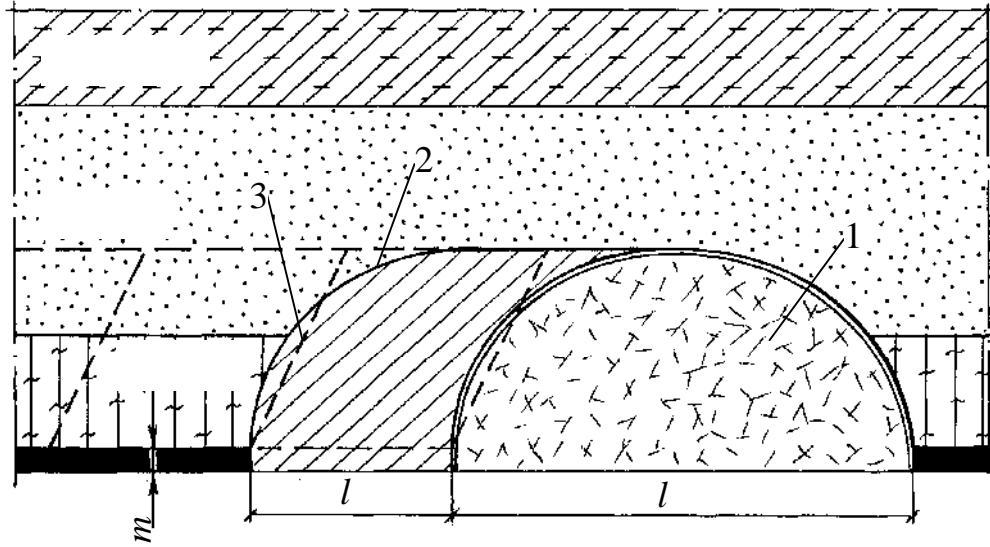
(. 4.15).

4.3.

4.2

«

»



.4.16.

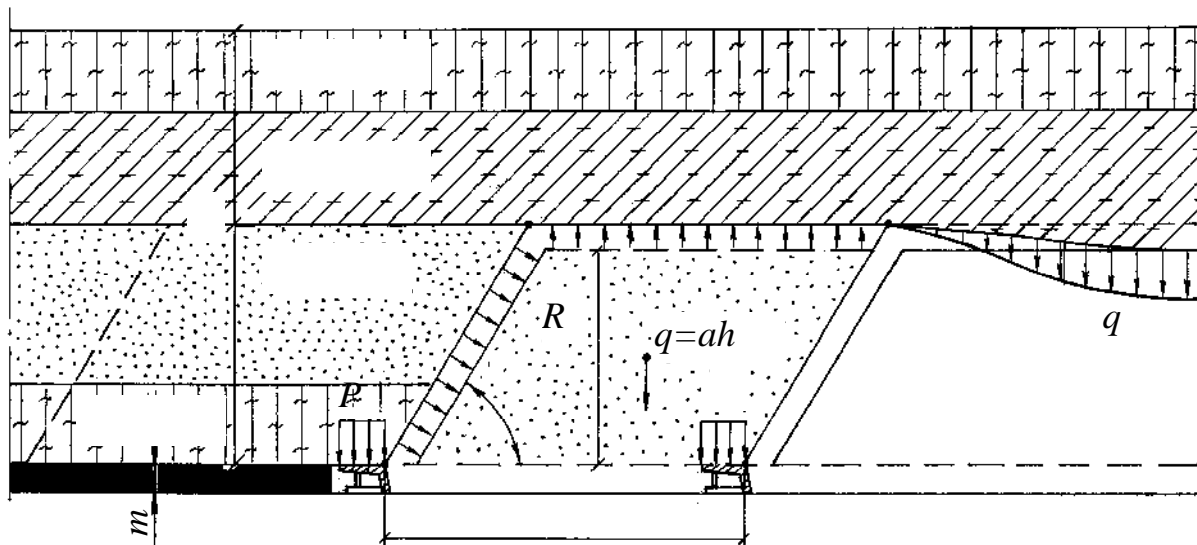
) : 1 –

); 2 –

; 3 –

(.4.16).

.4.17.



. 4.17.

4.3.1.

()

$$a = \frac{10R_c k_c^p h \sin \alpha}{\gamma h - 10R_c k_c^p} \quad (4.13)$$

k_c^p -

$0,1k$

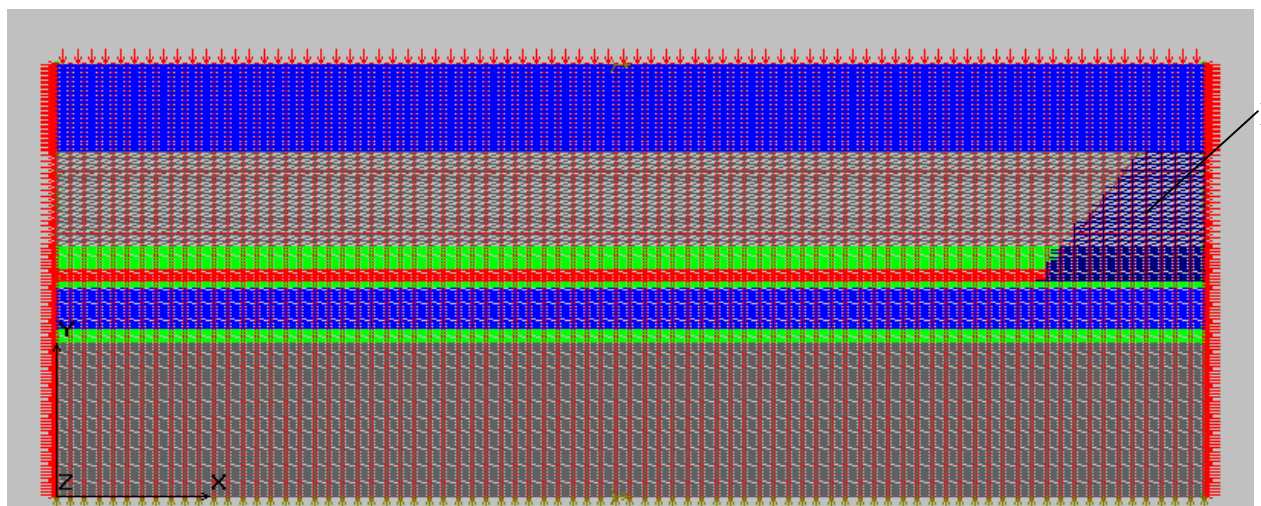
(. 4.17).

(. . 4.18-4.20).

(4.5),

(4.13),

« « »
: $-h$, $-h$,
 $-L$. $(h = 2,24)$,

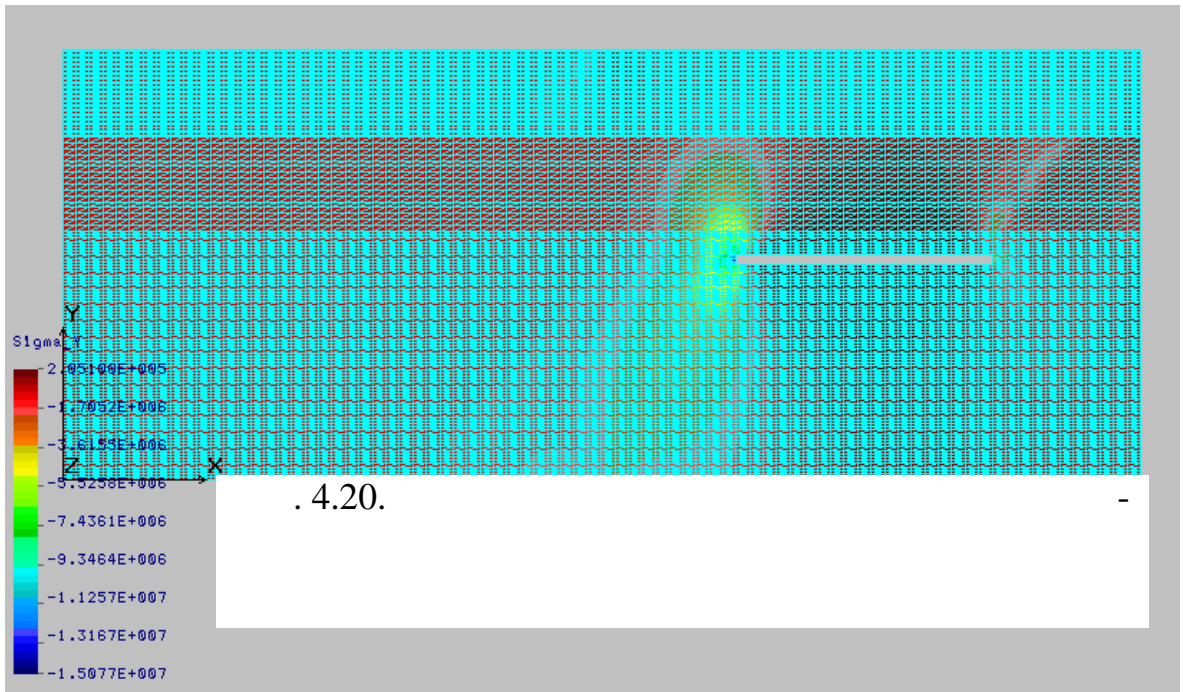


. 4.18.

: 1 –

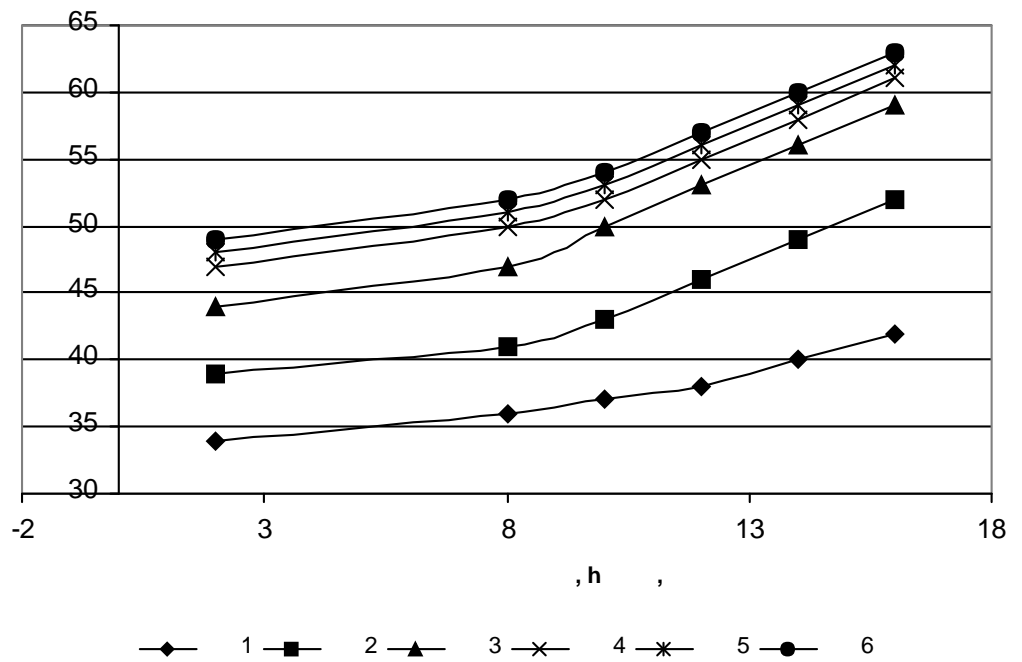


. 4.19.



. 4.21

$L=175$.



. 4.21.

, $L=175$:

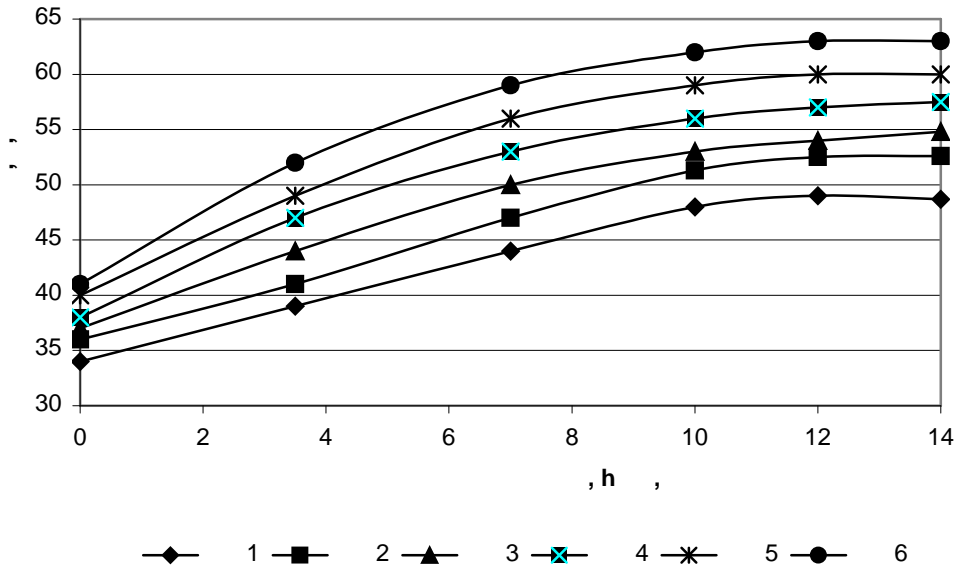
$$\begin{aligned}
 1 - h &= 0 ; & 2 - h &= 3,5 ; & 3 - h &= 7 ; & 4 - h &= 10 ; \\
 5 - h &= 12 ; & 6 - h &= 14
 \end{aligned}$$

	$L,$	$h,$	$h,$	$h,$
1.	175	2	0 3,5 7 10 12 14	34 36 37 38 40 42
2.	175	8	0 3,5 7 10 12 14	39 41 43 46 49 52
3.	175	10	0 3,5 7 10 12 14	44 46 50 53 56 58
4.	175	12	0 3,5 7 10 12 14	46 50 52 55 57 61
5.	175	14	0 3,5 7 10 12 14	47 51 53 56 58 62
6.	175	16	0 3,5 7 10 12 14	48 52 54 57 59 63

14-16 ,

. 4.22,

$L=175$.



. 4.22.

, $L=175$:

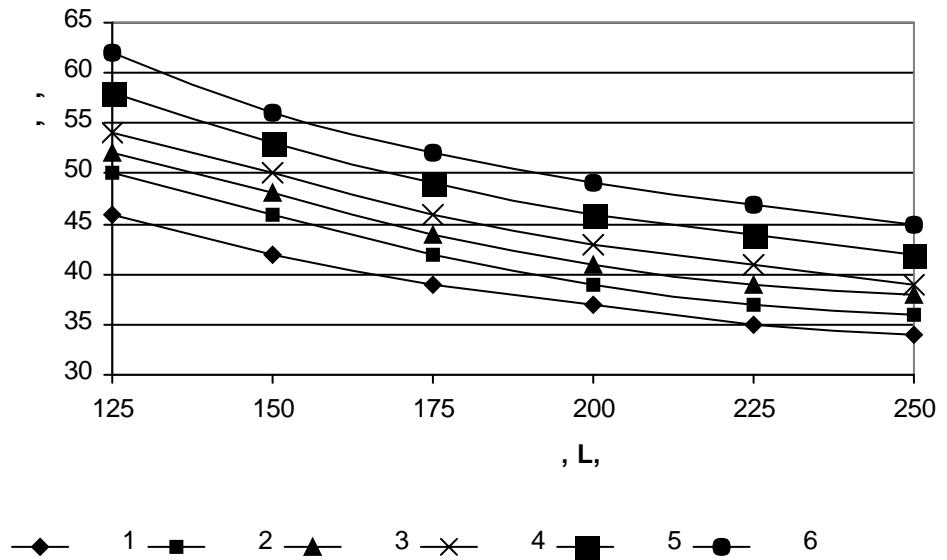
$$\begin{aligned}
 1-h &= 2 ; & 2-h &= 8 ; & 3-h &= 10 ; & 4-h &= 12 ; \\
 5-h &= 14 ; & 6-h &= 16
 \end{aligned}$$

. 4.23 , 125 250 , ...

($h = 3,5$) , 20-25 %.

$-h$, h , L .

$$a = \left(0,9h \frac{2h^2 + 1}{h^2 + 1} + 30 \frac{1,5h^2 + 1}{(h^2 + 1)^2} \right) \frac{150 + L}{2L}. \quad (4.14)$$

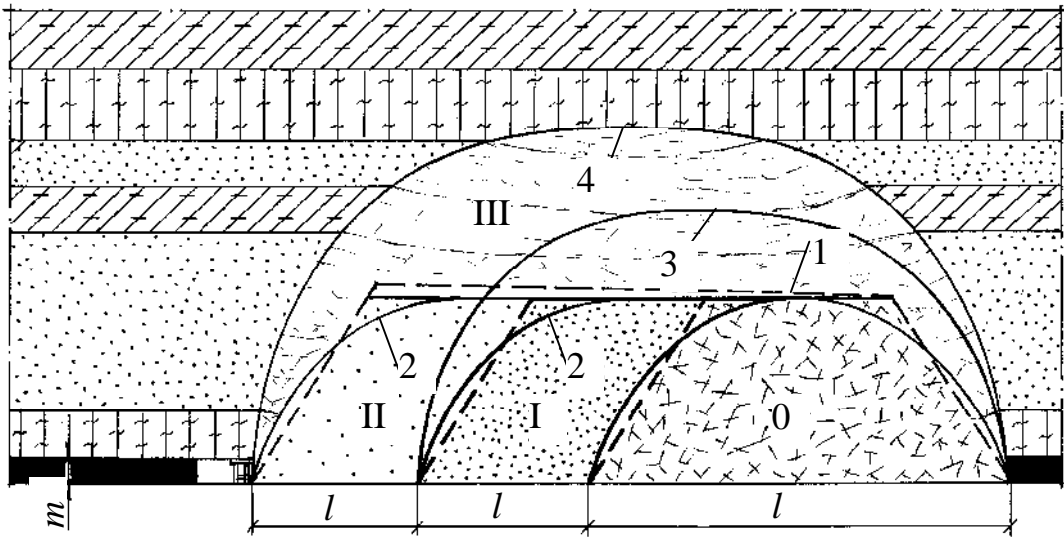


. 4.23.

$$\begin{aligned}
 & , \quad h = 3,5 : \quad 1 - h = 2 ; \\
 2 - h & = 8 ; \quad 3 - h = 10 ; \quad 4 - h = 12 ; \quad 5 - h = 14 ; \\
 6 - h & = 16
 \end{aligned}$$

4.4.

$m,$, -
 $- 3 (\dots)$. 4.24). -
 $- 4$, - 5
 , -
 , -
 , -
 .
 4 ,
 .
 , 0



. 4.24.

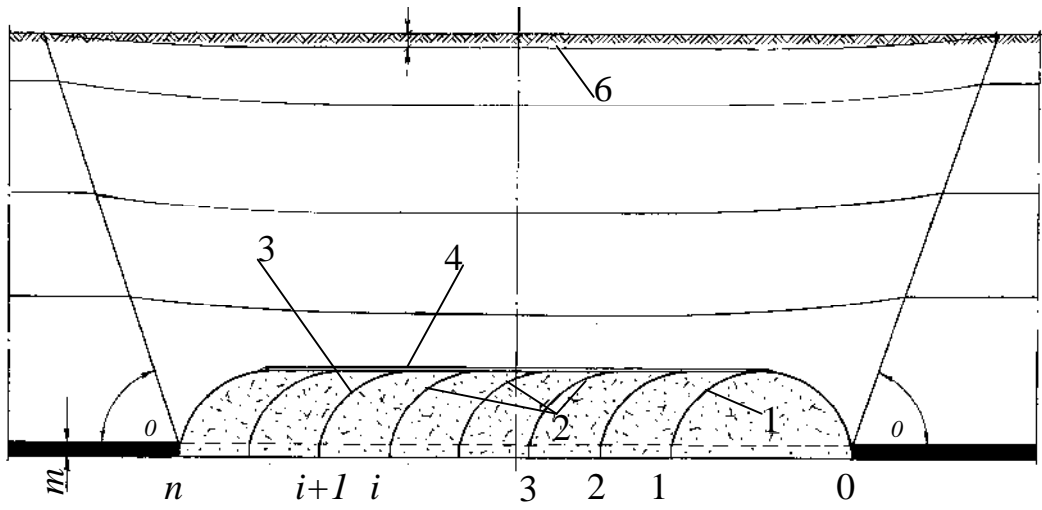
0 - ;
 I, II - ;
 III -

. 4.25

1, - 2, - 3; -
 - 4; - 5;
 - 6; - 0 -

()

;



.4.25.

- () , -
 , , ; -
 -

5.1.

l_8 « « »

1. -

« « »;

2. :

- =550 .

- $m = 2,24$.

,

0 30 .

,

0 14 .

-

l_8 5.1.

l_8				
	$\mu, / ^2$	$\mu, / ^3$	$\mu, / ^3$	$\mu, / ^3$
	$2,4 \times 10^8$	0,16	0,3	1320
	$4,03 \times 10^9$	0,21	0,6	2800
	$2,78 \times 10^9$	0,23	0,4	2490
	$3,23 \times 10^9$	0,23	0,5	2510

3. l :
- 400 800 ;
 - 125 250 ;
 - 0 30 ;
 - 0 14 .

$$l = (0,07m^2 - 2,3m + 0,13h^2 + 2,6h + 95) \frac{150+L}{2L}. \quad (5.1)$$

4. h - , ; h - , .
- :

$$a = \left(0,9h \frac{2h^2 + 1}{h^2 + 1} + 30 \frac{1,5h^2 + 1}{(h + 1)^2} \right) \times \frac{150+L}{2L}, \quad (5.2)$$

- h - , ; h - , , L - ,

5.

(5.2)

« » (. 5.1).

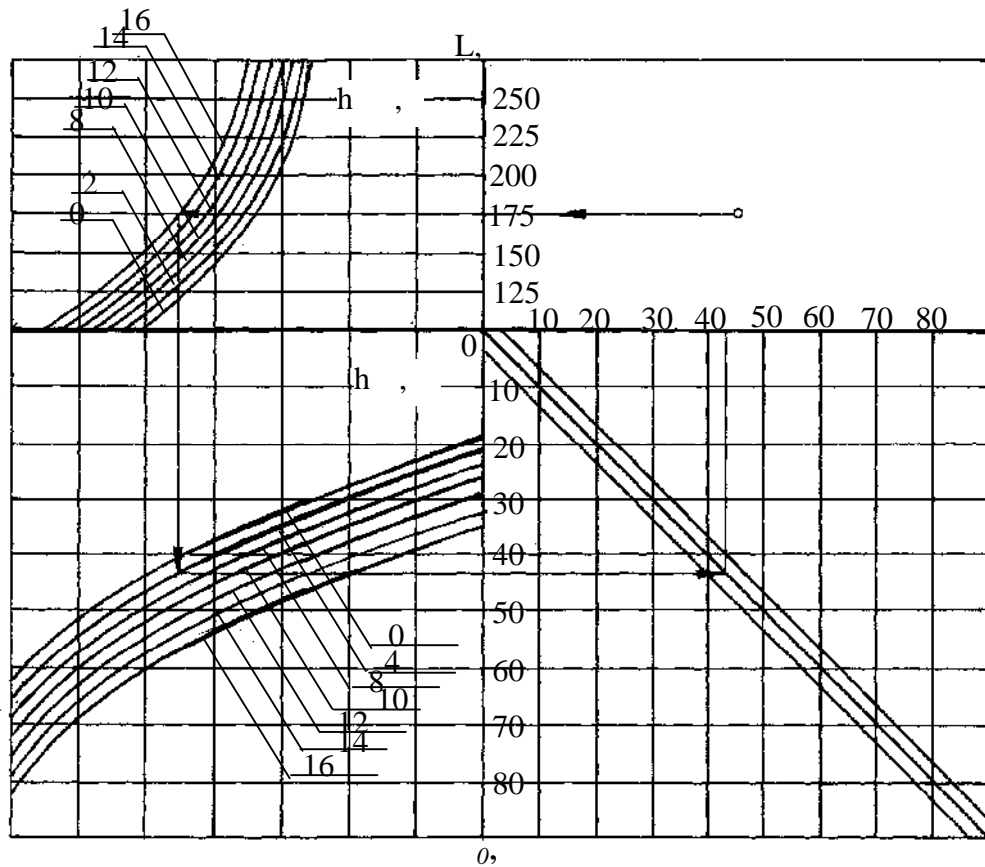
6.

$L=175$ $=550$.

(5.1)

115 ;

(. 5.1) 46 .



. 5.1.

« » : $L -$, ;

; -

; -

5.2.

« « »

1200 .

-27

13,8²

-22

11,2².

-0,5 .

« « -

»

[22]:

$$\omega = \frac{N - N_p}{N}, \quad (5.3)$$

$N -$

, $N -$

(

,

,

,

).

$=0 -$

,

$=1 -$

« - »

5 , -
 $\frac{5}{n}$, $n -$. -
 « » $n=0,5$, , -
 -27. -
 . 5.2. -
 5.2 -

. « « » l_8	
<i>1</i>	. 2 .550
117	43
<i>3</i>	.1, .550
120	47

, -
 . -
 : . -
 5-7 -
 . -
 5 % (=0,95) . , -
 , -
 (=0,1) -
 , -
 . -

8,0 (±4) , 0,3 -

0,67 .

. l_8 -

45 . :

$$1000:45 \times 8,0 = 178$$

11,2² 1000 13,8
:

$$1000:0,5 \times 1290 = 2580000 \quad ;$$

$$1000:0,5 \times 975 = 1950000 \quad .$$

860 650 (2011 .) -

-27 -22 .

13,8 11,2² :

$$(178:0,3 + 822:0,67) \times 1290 = 2347299 \quad .$$

$$(178:0,3 + 822:0,67) \times 975 = 1774598 \quad .$$

« » 1000
13,8 11,2² :

$$_1 = 2580000 - 2347299 = 232701 \quad .$$

$$_2 = 1950000 - 1774598 = 175403 \quad .$$

-
1. <http://books.efaculty.kiev.ua/mek/2/g4/3.html>. -
 2. «». -
 3. " ", 1996. – 120 . -
 4. <http://www.rbc.ua/rus/newsline/show/dokazannye-zapasy-uglya-v-ukrain>. -
 5. 2020
// . – 2001. – 2 (14) – . 2-61. -
 6. « » -
19.09.2001 1205. -
 7. <http://energy.unian.net/rus/detail/2125>. -
 8. 2011 . -
« -
» « » // -
: . . . – 2002. – . 137-142. -
 9. <http://www.interfax.com.ua/rus/eco/97005/>. -
« -
. 06.03.2012. -
 10. / . . -
, . . . , – .: , 1972. – 536 . -
 11. Haack W. Die Erforschung des gebirgsdruckes. // Glückauf. - 1928. - N 22.
S. 18-22. -

-
12. //
. – 1957. – . 9-23.
13. Gillitzer G. Das wessen des Gebirgdruckes und dessen Ausnützung beim
Abbaubetriebe des Mausfelder Bergbau. Glückauf. – 1928. – N 64. S. 68-77.
14. // -
, . // -
. – 1938. – . 137-174.
15. -
. // . – 1957. – .
89-111.
16. - :
, 1964. – 278 .
17. -
. // -
. – 1953. – . 28-36.
18. -
. // -
. – 1954. – . 31-
38.
19. //
. – 1961. – . 59-164.
20. - : , 1951. –
608 .
21. -
. – : , 1957. – 228 .
22. - : , 2002.
– 302 .
23. - : , 1952. – 116 .

-
24. -
, 1957. - 182 .
25. -
. - ∴ ,
1963. - 178 .
26. -
. - ∴
, 1954. - 387 .
27. -
. - ∴ , 1983. - 237 .
28. -
. -
: , . , 1990. - 112 .
29. -
. -
. - ∴ : -
, 1997. - 180 .
30. -
. - ∴ , 1975. -
271 .
31. -
, : -
/ / ; -
. -
. - 0194U016252. - , 1994. - 56 .
32. -
. - ∴ i , 1994. - 216 .
33. () . / -
, - ∴ , 1975. -
279 .
34. -
. - ∴ . 1959. - 289 .
35. -
. - ∴ . 1975. - 333 .

47. . . . , . . . , -
. - - : , 1983. - 104 .
48. ,, .
. - ∴ , 1974. - 240 .
49. . ,, .
. - ∴ , 1984. - 494 .
50. ,, . -
. - ∴ , 1982. - 250 .
51. . ,, . ,, . . .
. - 1983. - 5.
- . 9-10.
52. . ,, . ,, . . .
// -
. - 1984. - 2. - . 24-25.
53. . ,, . . .
//
. - . - 1965. - 6. -
. 35-44.
54. . ,, . . . -
. - : .
. - , 19765. - 190 .
55. . ,, . ,, . . . -
-
// . - . -
. - 1977. - 1. - . 3-11; 3. - . 19-26.
56. / . . . ,
. . . , - : . . . - ,
1980. - 159 .

57. . . , . . , . . . -
// -
. - 1973. - . 107. - . 95-99.
58. . . -
// -
1976. - 28 .
59. . . , . . -
// -
. - . - 1978. - 19. - . 7-10.
60. . . , . . , . . -
// -
. . - . - 1975. - 16. - . 13-18.
61. . . , . . -
// -
. . - . - 1978. -
19. - . 30-33.
62. . . . - ∴ , 1959. - 162 .
63. . . , -
// -
. - . , 1973. - . 107. - . 95-99.
64. -
// -
. . - . - 1978. - .
30-33.
65. . . -
. - ∴ , 1980. - 124 .

66. -
 . - : . . - .
 1982. – 88 .
67. , -
68. . - , 1972. – 19 . //
- : « -
 », 1997. – 180 .
69. -
- , 1995. – 166 .
70. - , ,
 - : « , 2003. – 240 .
71. // . – 1995.
 - 12. – . 22-25.
72. //
 . – 1996. – 3. – . 9-12.
73. , -
 // . – 1996. – 5. – . 18-19.
74. // . – 1998. - 5. – . 11-
 13.
75. , , , -

- . // -
- . – 2002. – . 54. – . 183-190.
76. . . , . . . -
- . // -
- . – 2003. – . 64. – . 20-23.
77. . . , . . , . . . -
- . // . – 2003.
- 5. – . 19-22.
78. . . . , , – ∴ , 1979. – 269 . -
79. . / – ∴ , 1956. – 885 . -
80. . . , – ∴ , 1969. – 209 . -
81. . / 2- – ∴ , 1980, . 1. – 535 . -
82. . , – ∴ , 1970. – 443 . -
83. . . . – ∴ ∴ , 1967. – 221 . -
84. . . , – ∴ . – 2003. –
- 17, 1. – . 312-316.