

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь
Научно-исследовательское и экспериментально-проектное
Республиканское унитарное предприятие «Институт БелНИИС»

Утверждаю
Директор
РУП «Институт БелНИИС»

М.Ф. Марковский.

2009 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ

по проектированию и изготовлению строительных сталефибробетонных конструкций и технологии производства сталефибробетона с применением стальной фибры БМЗ

P 5.03.054.09

Срок действия

с 29.07. 2009 г.

до 29.07. 2012 г.

Одобрены решением
Ученого Совета

РУП «Институт БелНИИС»

Минстройархитектуры РБ

Протокол № 5 от 18.06.2009 г.

Рег. № 054

РУП «Стройтехнорм»

от 29. 07.2009 г.

Минск 2009 г.

Республиканское унитарное предприятие	
"СТРОЙТЕХНОРМ"	
Регистрационный номер	
№	<u>054</u>
от	<u>29.07.2009г.</u>
Подпись	<u>Марковский</u>

		5
1.	.....	6
2.	-	7
2.1.	-	7
2.2.	-	7
2.3.	-	9
2.4.	-	9
2.5.	-	
	.....	11
2.6.	-	14
2.7.	-	17
2.8.	-	29
2.9.	-	35
3.	-	
	-	37
3.1.	-	37
3.2.	.....	40
3.3.	...	56
3.4.	.....	64
3.5.	-	

.....	69
.....	
3.6.	77
.....	
3.7.	80
.....	
(). -	
-	
.....	81
().	
-	
.....	
.....	83
().	
-	
.....	85
().	
-	87
().	
-	
.	91
.....	
().	
-	
, 28-	92
.....	
().	
-	
.....	94
.....	

(),

248/6 -07/0872721

05.07.2007 .

«

»

«

»

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

:

1.1. «

1.2. «

1.3. «

1.4. «

1.5. «

2.1.1.

()

40° ,

50°

2.1.2

BY 400074854.628-2009 «

».

2.1.3.

5.03.01-02

2.03.03-85

45-2.01-111-2008

3.03.01-87

1544-2005

1545-2005

1704-2006

13015.0-81

5.03.02-03

O 3898:1997

52-104-2006

56-97

, 1997

001-01

.

-

. , 2001 .

1-03

.

2.03.13-88

BY

400074854.628-2009

.

1035-96

.

.

. 1

1182-99

.

.

3.09.01-85:

-

. . , 1989 .

1-99

.

, , 2000 .

-1-2007 .

-

»

,

«

»,

, 2008 .

45-5.03-21-2006 «

(02250)

.

».

1-01

5.03.02-03

.

18105-86

.

.

13015.0-83

-

.

.

2-2000

.

3.03.01-87

. — ., , , , 1987 .

-

. — .,

-

, 1987

-

. — .,

, 1979 .

1545-2005, 1182-99, . 5.03.01-02, 3.03.01-85, 1544-2005,

1544-2005

О 3898:1997.

f_{cd} — 5.03.01-02;
 f_{ctd} — , 5.03.01-02;
 f_{fcd} — ;
 f_{fctd} — ;
 f_{yd} — , 5.03.01-02;
 f_{fd} — ;
 f_{fk} — ;
 γ_{fs} — ;
 E_{cm} — ;
 E_s — ;
 E_f — ;

$f_m, f_v(\mu_f) —$;
 $f_a —$;
 $s —$ (-
) ;
 $d_f —$;
 $d_s —$ () ;
 $l_f —$;
 $l_{f,an} —$, -
 ;
 $S_{,f}, S_{,} . . -$
 ;
 $k_{or} —$, -
 ;
 $k_n —$,
 , ;
 $f —$ -
 ;
 $—$;
 $J_{f,red} —$, -
 , ;
 $W_{f,red} —$,
 .
 $W_k —$;
 $W_{lim} —$;
 $q_1, q_2, q_3, q_4 -$
 ;
 $m_{,2} —$, -
 ;
 $m_{,} —$;
 $m_{,} . —$;
 $G_3, G_{,}, G_{,} -$,
 ;
 , — .

5.03.01-02 2.03.03-85.

,
 — , / , / ²;
 — / ³;
 — / ² ();
 — (,) — . .

2.5.1.

$$\left(\begin{array}{c} - \\ \end{array} \right),$$

1544-2005.

2.5.2.

□

□

●

,

●

,

(

).

2.5.3.

5.03.01-02

,

,

2.5.4.

arpec

2.03.11-85,

2.03.03-85

2.5.5.

,

—

-

—,

;

,

■

,

,

,

□

,

,

,

2.5.6.

,

•

●

,

,

,

,

,

•

●

:

2.5.7.

2.5.8.

2.5.9.

2.5.10.
BY 400074854.628-2009.
2.5.11.

5.03.01-02, 2.03.03-85
2.5.12.

1544-2005.

$$e_0 < 0,9y \quad e_0 < y - 10,$$

e_0 —

(), y —
();

$$e_0 < 0,9y \quad e_0 < y - 10,$$

.).

2.5.13. () -
 () -
 2.03.03-85 -

5.03.01-02.
 2.03.03-85 5.03.01-02 -
 : , ;

2.5.14. -
 -

f_{fcd}, f_{fcd} . 2.5.1-2.5.8 -

2.5.15. , , ,
 , -

2.5.16. -
 , 5.03.01-02 .

2.5.17. () 1³ -
 , -

2.5.18. (1³ . -
) - , -

1.
 2.5.19. , -
 « ,
 » (. , 1979).

1

	, / ³
	25...60
	35...120
,	40...120
, . .	50...120
, .	120...240

--	--

2.5.20.

,
 2,
 (, ,
).

2		W_{lim}
5.2 5.03.01-02	*	- - S240, S400, S500 S500
	5.03.01-02	5.03.01-02
0, 1	0,1	0,15
2, 3, 4	0,05	0,1
XD1, XD2		0,05
* -		

2.6.1.

2200 / ³

1544-2005.

2.6.2.

:
) : 16/20; 20/25; 25/30;
 30/37; 35/45; 40/50; 45/55; 50/60;
) (-
 , : 16/20; 20/25; 25/30; 30/37; 35/45;
 =2,0)

) – F50; F75, F100, F150, F200;
) – W4, W6, W8 .

2.6.3. , -
, -
, -
, -

2.6.4. 28 .
13015.0-83

2.6.5. -
-
.5.6.2 5.03.01-02

2.6.6. .
() -
,
, .12.1.1.5 12.1.1.6 5.03.01-02. -

_____ ()

2.6.7. -
- .6.1.2.9
5.03.01-02.

2.6.8. E_{cm} , -
 t ,
() -
.6.1.3 5.03.01-02.

2.6.9. BY 400074854.628-2009.

2.6.10. (-
1³) ,

2.6.11. -
,
5.03.01-02, 1704.

2.6.12.

f_{fk} ,

-
-
-
-

0,95

2.6.13.

f_{fd}

f_{fk}

sf ,

-
-

3.
2.6.14.

,

-
-

2.6.15.
2.6.16.

E_f

3.

$2,1 \cdot 10^5$

,

-

5.03.01-02.

3

	-	s		- - -
	f_f ,			f_{fd}
1	2	3	4	5
BY 400074854.628-2009	800	1,25	1,00	640
BY 400074854.628-2009 -	1000	1,25	1,00	800

2.7.1. ,
() (-
).

2.7.2. -

.2.7.5...2.7.18 2.03.03-85
5.03.01-02.

2.7.3. , .

2.7.4. .7.4 5.03.01-02 : f_{ctd}

f_{fctd} f_{cd} f_{fcd} - .2.7.23 -
.

2.7.5. , -
, 1 (-
) 2...7:

- ,
 f_{fcd} ;
- -
, f_{fctd} ;
- , f_{yd} 500
- ,
 , f_{yd} .

f_{fcd} f_{fctd} ,

2.7.6-2.7.12

2.7.6.

f_{fctd}

2.7.7-2.7.9

2.7.7.

f_{fctd}

1-

:

$$l_{f,an} < \frac{l_f}{2}$$

(1)

2-

:

$$l_{f,an} \geq \frac{l_f}{2}$$

(2)

1 2 $l_{f,an}$ -

$$l_{f,an} = \frac{\eta \cdot d_f \cdot f_{fk}}{f_{ctk}}$$

(3)

d_f -

; f_{fk} -

; f_{tk} -

4.

4

1	BY 400074854.628-2009		
	2	3	4
	$0,09 \cdot \left(1 - \frac{12 \cdot h \cdot f_{ctk}}{d_f \cdot f_{fk}}\right)$	$0,09 \cdot \left(1 - \frac{18 \cdot w \cdot f_{ctk}}{d_f \cdot f_{fk}}\right)$	0,09
K_T	$\sqrt{1 - (0,9 - 45 \cdot \rho_{fv})^2}$	$\sqrt{1 - (1,2 - 80 \cdot \rho_{fv})^2}$	$\sqrt{1 - (1 - 50 \cdot \rho_{fv})^2}$
K_{c1}	$1 - 1,25 \sqrt{2 \cdot \rho_{fv} - 0,005}$	$1 - 1,25 \sqrt{2 \cdot \rho_{fv} - 0,005}$	$1 - 1,25 \sqrt{2 \cdot \rho_{fv} - 0,005}$
K_{c2}	$1 - 6,25 \cdot \rho_{fv}$	$1 - 6,25 \cdot \rho_{fv}$	$1 - 6,25 \cdot \rho_{fv}$
: h - ; w -			

•

•

1-

—

□

,

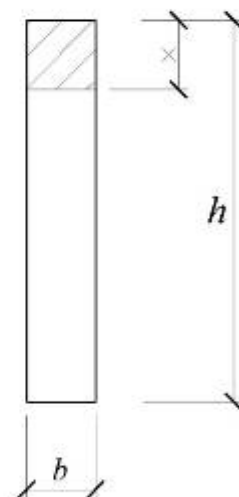
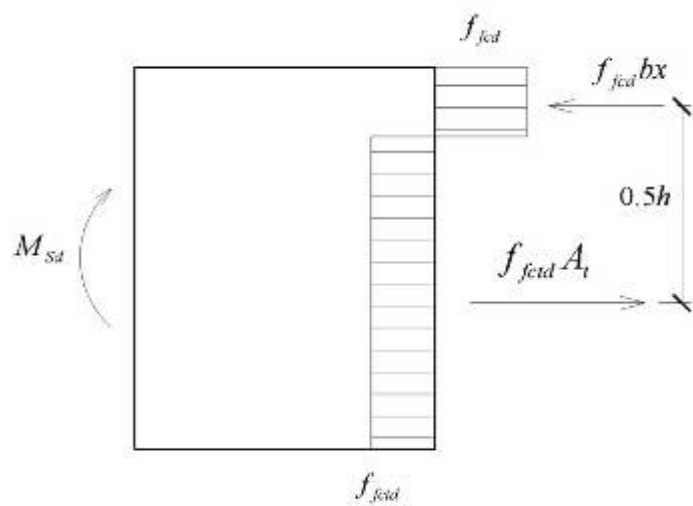
1

;

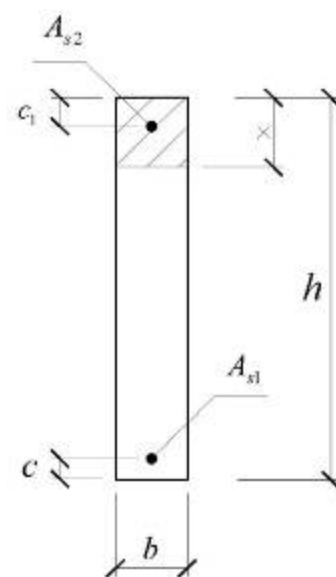
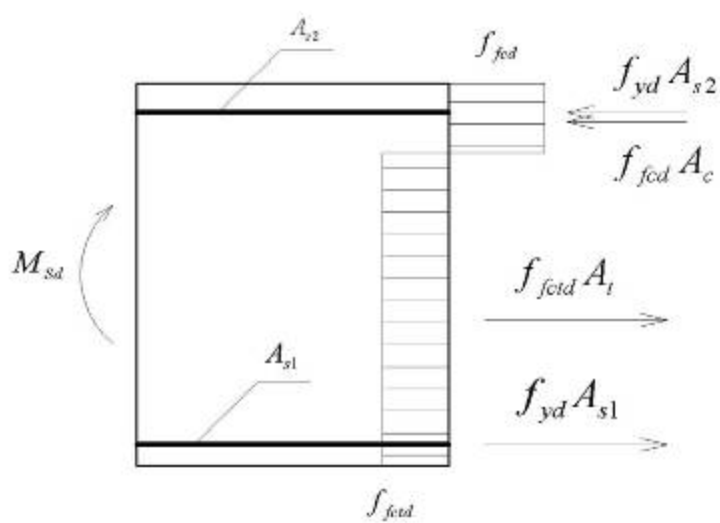
,



()

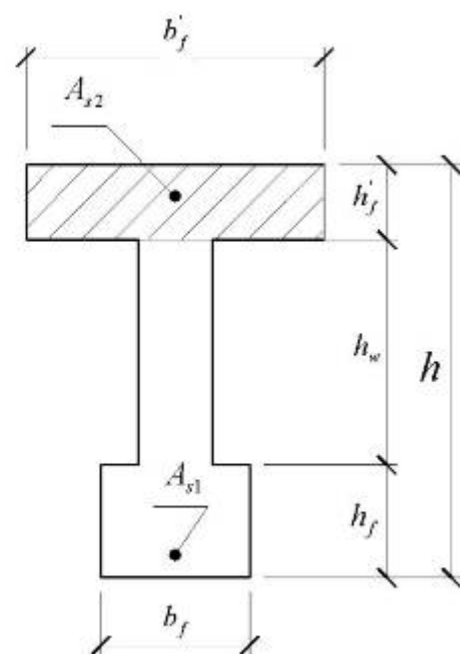
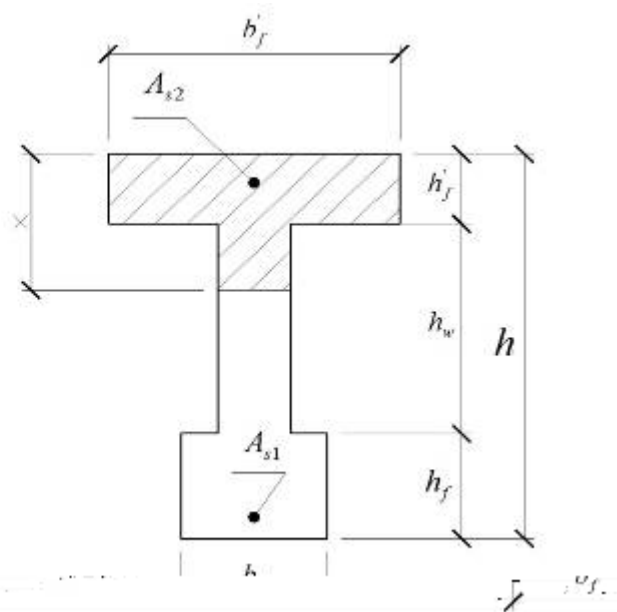


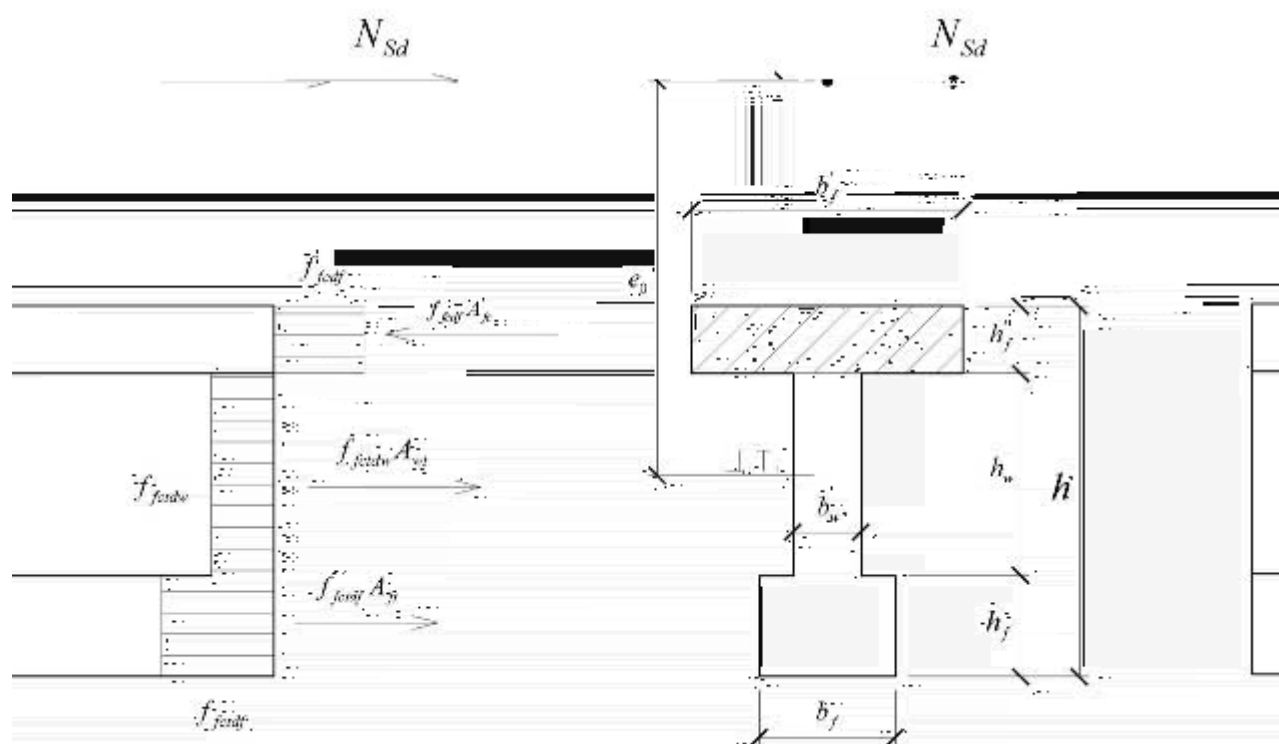
2.



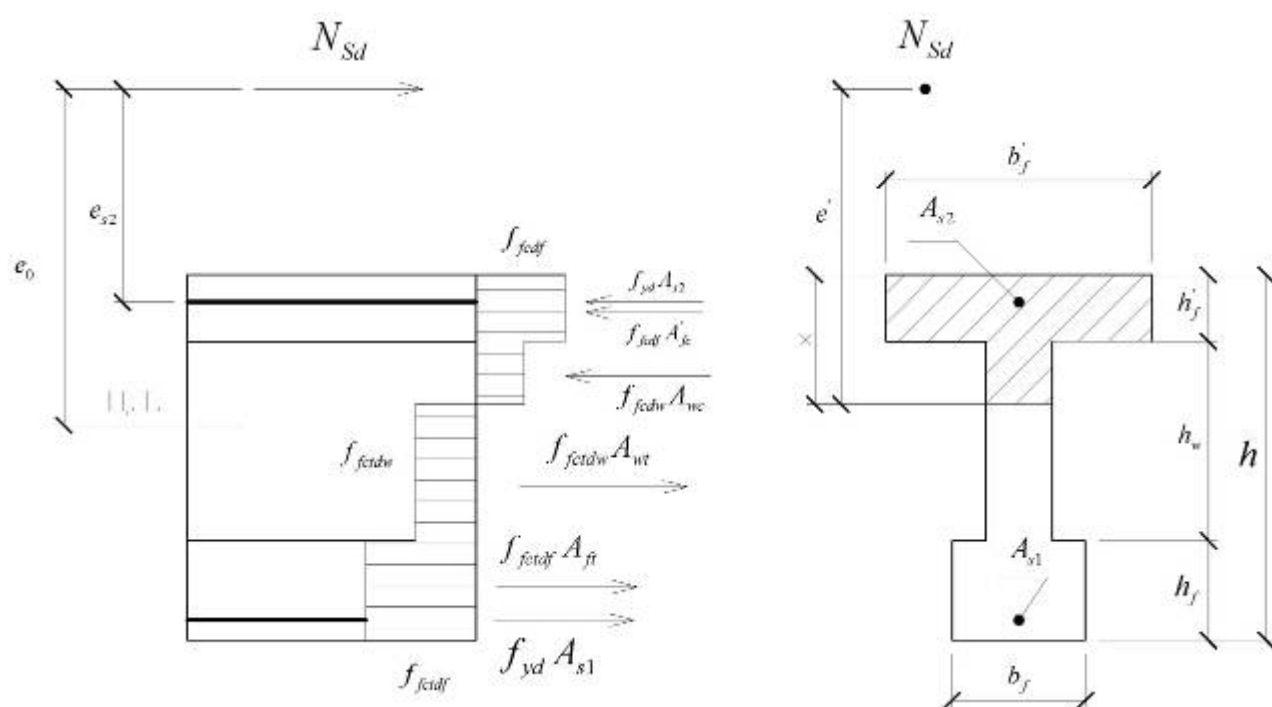
3.

A_{s1}, A_{s2} –


$$h^1_f$$

$$> h^1_f$$



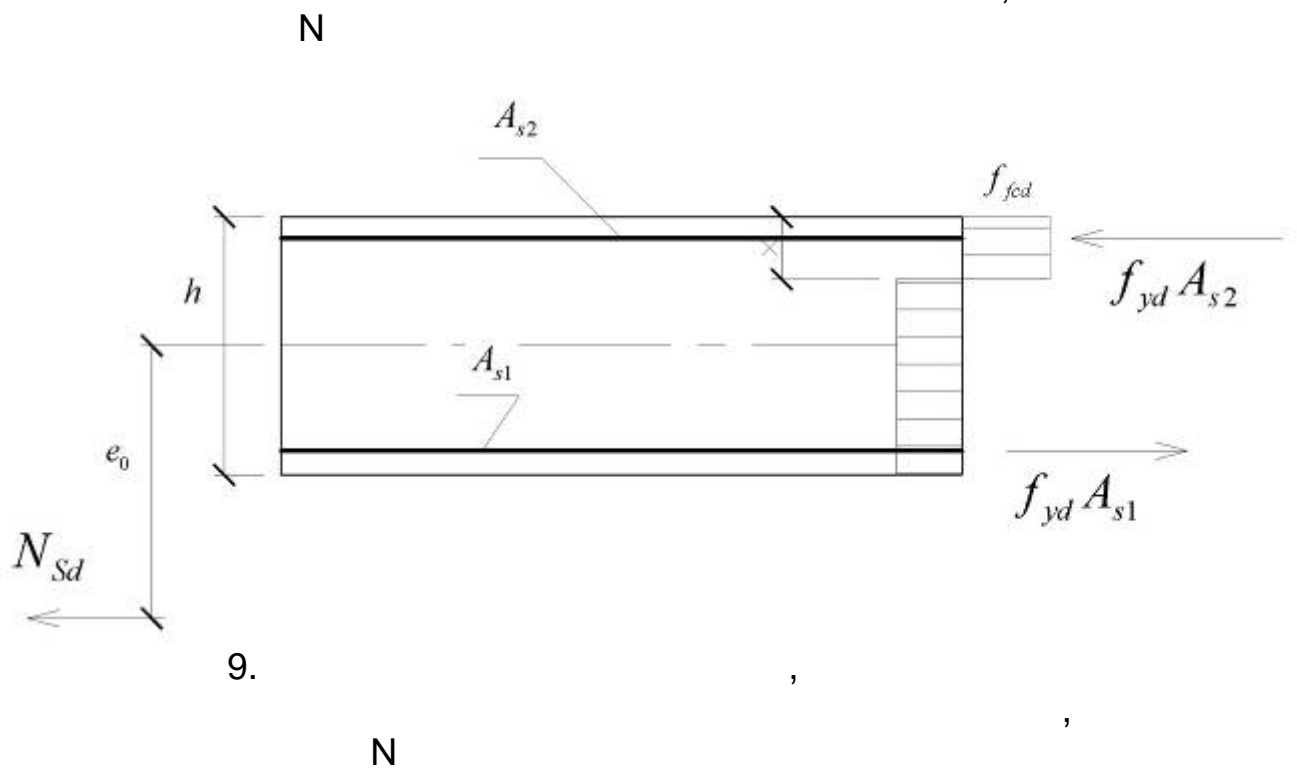
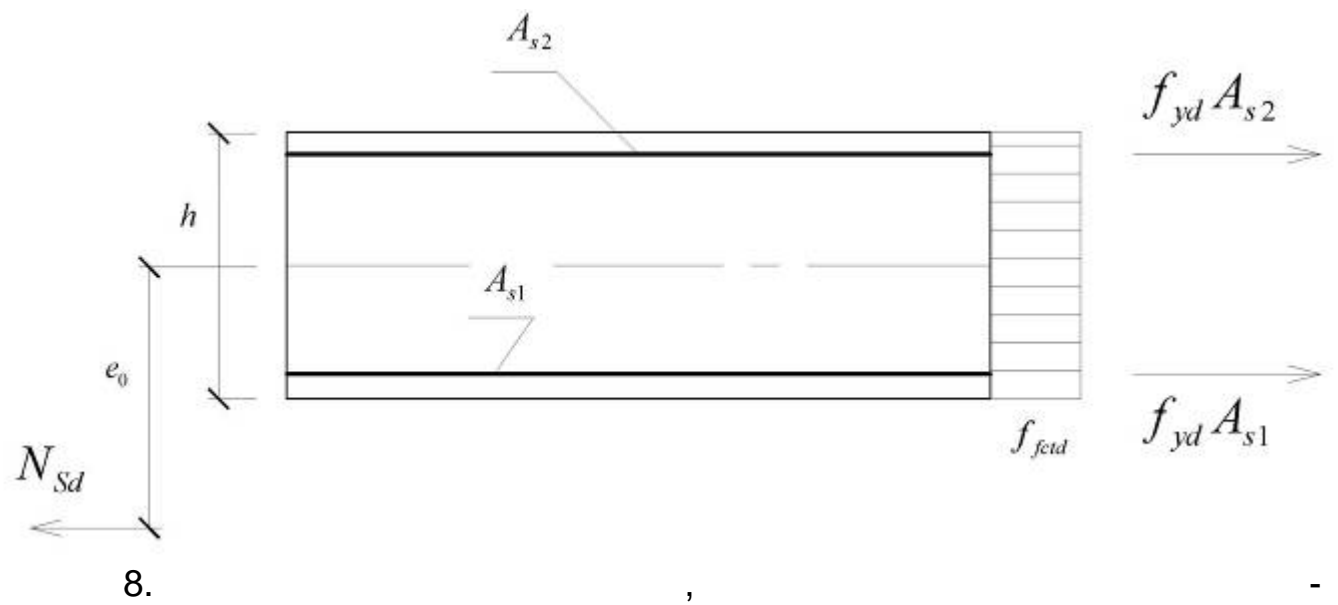
6.



7.

A_{s1}, A_{s2} –

t_f



A_{s1}, A_{s2} –

2.7.9.

2-

f_{fctd}

:

$$f_{fctd} = f_{ctd} \cdot \left(K_T \cdot \frac{k_{or}^2 \cdot \rho_{fv} \cdot l_f}{8 \cdot \eta \cdot d_f} + k_{c2} \right) \quad (5)$$

k_T k_2 –

4.

2.7.10.

$\eta \quad K_T$

-
-
«

».
2.7.11.

f_{fcd} ,

k_{or}

4
(, , , .)
.

5-

h/l_f	$K_{or} \quad b/l_f$							
	0.5	1	2	3	5	10	20	20
0,2	0,98	0,93	0,78	0,732	0,695	0,665	0,651	0,637
0,4	0,97	0,92	0,77	0,724	0,686	0,658	0,642	0,628
0,6	—	0,91	0,76	0,718	0,681	0,653	0,638	0,624
0,8	—	0,90	0,75	0,707	0,671	0,643	0,628	0,615
1,0	—	0,87	0,73	0,687	0,652	0,624	0,610	0,597
1,5	—	—	0,69	0,649	0,615	0,589	0,577	0,564
2	—	—	0,67	0,630	0,597	0,573	0,559	0,548
3	—	—	—	0,612	0,580	0,556	0,543	0,532
5	—	—	—	—	0,556	0,543	0,530	0,519
10	—	—	—	—	—	0,533	0,520	0,510
20	—	—	—	—	—	—	0,516	0,505
20	—	—	—	—	—	—	—	0,500

: $b \quad h -$,
.

2.7.12.

f_{fcd}

-
-

,

(1) 2.7.7

.

f_{fcd}

:

$$f_{fcd} = f_{cd} + K_n^2 \cdot \varphi_f \cdot \rho_{fv} \cdot f_{fd}, \quad (6)$$

: $k_n -$, , -
 , -

6;

$f -$

:

$$\varphi_f = \frac{5 + L}{1 + 4,5L}, \quad (7)$$

$$L = \frac{K_n^2 \cdot \rho_{fv} \cdot f_{fd}}{f_{cd}} \quad (8)$$

6-

h/l_f	$K_n \quad b/l_f$							
	0.5	1	2	3	5	10	20	20
0,2	0,126	0,263	0,449	0,511	0,560	0,597	0,616	0,636
0,4	0,122	0,259	0,444	0,506	0,555	0,591	0,610	0,629
0,6	0,122	0,257	0,441	0,502	0,551	0,589	0,606	0,624
0,8	0,122	0,253	0,429	0,494	0,542	0,578	0,596	0,614
1,0	0,118	0,247	0,422	0,480	0,527	0,563	0,580	0,597
1,5	0,110	0,232	0,399	0,454	0,498	0,531	0,548	0,565
2	0,110	0,226	0,387	0,440	0,484	0,517	0,532	0,549
3	0,105	0,219	0,375	0,428	0,470	0,510	0,517	0,532
5	0,1	0,214	0,367	0,418	0,458	0,490	0,504	0,520
10	0,1	0,210	0,360	0,410	0,449	0,481	0,495	0,510
20	0,1	0,207	0,356	0,406	0,446	0,475	0,490	0,505
20	0,1	0,205	0,353	0,401	0,442	0,470	0,485	0,5

:

1.) $b \quad h -$

2.)

$10 \quad l_f$

2.7.13.

3.40

2.03.03-85

.2.7.1–2.7.16

2.03.03-85).

5.03.01-02, .3.3-

(. .3.2

(. .3.3–3.19

2.03.03-85),
2.7.14...2.7.18

2.7.14.

$$\rho_{fa} = \rho_{fv} \cdot k_{or}^2; \quad (9)$$

$$\rho'_{fa} = \rho_{fv} \cdot k_n^2, \quad (10)$$

k_{or} k_n , 5, 6.

2.7.15.

(1)...(5), (7)...(23) 3.5-3.13

2.03.03-85

7.

7 -

2.03.03-85,

2.03.03-85	
$R_m \cdot \mu_{ml}$	f_{fctd}
$R_{cl} \quad R_b + R_{mc} \cdot \mu_{ml}$	f_{fcd}
R_{cfl}	$f_{fcd f}$
R_{cwl}	f_{fcdw}

2.03.03-85

2.7.16.

$f_{fctd}, f_{fcd}, f_{fcd f}$ () $f_{fcdtw}, f_{fcdw}, f_{fcd f}$ ()
2.7.7–2.7.12

(4)–(6)

: k_{nf} –

; k_{orf} –

; k_{orw} , –

; k_{nw} –

2.7.17.

2.7.13–

2.7.16

— 2...5;
 — 6, 7;
 — 8, 9.

2.7.18.

$x \leq \zeta_{\text{lim}} \cdot h$, ζ_{lim} —
 f_{cd} f_{fcd} —

.7.1.2.4 5.03.01-02

$k_c = 0,80$.

2.7.19.

: —
 ; —
 .3.21—

3.23 2.03.03-85 .2.7.20 – 2.7.22
 2.7.20

(44) (46) 2.03.03-85. φ_{wl}
 :

$$\varphi_{wl} = 1 + 5 \frac{E_f}{E_{cm}} \rho_{faw} \quad (11)$$

$\rho_{faw} = \rho_{fv} \cdot k_{nw}^2 (k_{nw} - \dots \cdot 7.16)$.
 (45) 2.03.03-85
 1,3.

2.7.21.

(47)-(51) 2.03.03-85. (48), (49), (50)
 (51) :

Q_m Q_{fc} ; q_{mw} q_{fcd} , $R_{mw} \cdot \mu_{mw1}$ f_{fctw} f_{fctw} .2.7.15—
 2.7.16, 2.7.17 (4), (5)
 k_{or} k_{nw} (.2.7.15).

2.7.22.

.3.23 (52) 2.03.03-85.
 (52) : $R_m \cdot \mu_{mf1}$ f_{fctf} ;

$R_{mw} \cdot \mu_{mw1}$ f_{fctw} f_{fctf} ; f_{fctw} — . 2.7.7—
 2.7.9 2.7.15

2.7.23. () -
 (12)

$$F \leq 0,7 \cdot f_{fctd} \cdot u_m \cdot d \quad (12)$$

: F_{-} ; f_{fctd} - .2.7.7-
 2.7.9 2.7.15 (4), (5)
 k_{or} k_n ; d - ; U_m -

,
 .
 u_m F ,
 ,
 45° .
 F ,
 ,
 ()
)

2.7.24. -
 ,
 . 7.4.2 5.03.01-02,

2.7.25. .12.1.2 5.03.01-
 02. (12.5) 5.03.01-02 f_{cd} ()
) f_{fcd} ().

2.8.1.

2.03.03-85

—

—

— ;

—

.

2.8.2.

,

.4.1-4.2, 4.13

2.03.03-85,

. 2.8.3

2.8.3.

M_{crc}

(75) .4.13

2.03.03-85.

W_{pl}

$$W_{pl} = \frac{2(J_{cc} + \alpha_f \cdot J_{fc1} + \alpha_f \cdot J_{ft1})}{h - x} + S_{ct} \quad (13)$$

: J_{cc} , J_{fc1} J_{ft1} —

()

; S_{ct} —

; α_f —

E_f

E_{cm} .

$$S_{cc} + \alpha_f \cdot S_{fc1} - \alpha_f \cdot S_{ft1} = \frac{(h - x) \cdot A_{ct}}{2} \quad (14)$$

: S_{cc} , S_{fc1} S_{ft1} —

,

)

,

(

,

$$J_{fc1} = J_{ft1}, S_{fc1} = S_{ft1}$$

$$\rho'_{fa}, \rho_{fa} = \rho_{faw},$$

$$\rho'_{fa} = \rho'_{fvf} \cdot k_{nf}^2 \cdot k_{an} \quad (15)$$

$$\rho_{fa} = \rho_{nf} \cdot k_{orf}^2 \cdot k_{an}, \quad (16)$$

$$\rho_{faw} = \rho_{fvw} \cdot k_{orw}^2 \cdot k_{an} \quad (17)$$

$$k_{nf}, k_{orf} = k_{orw},$$

5.

$$k_{an}$$

$$k_{an} = 1 - \beta \cdot \frac{l_{fan}}{l_f} \quad (18)$$

$$\beta = \frac{M - 0,9 \cdot M_{crc}}{M_{lim}}$$

$$l_{fan} = \dots (3); M = M_{crc} - \dots .4.13 \quad 2.03.03-85; M_{lim}$$

(

).

2.8.4.

:

;

.

2.8.5.

,

-

,

$$w_k = \delta \cdot \varphi_l \cdot \eta_{f1} \cdot \eta_{red} \frac{\sigma_f}{E_f} \cdot 20 \cdot (3,5 - \rho_{red}) \cdot \sqrt[3]{d_f}. \quad (19)$$

: $\delta =$

,

:

1,0

1,2;

$\varphi_l =$

,

:

-

-

...1,00;

,

:

..... 1,50;

....1,75.

φ_l
 0,8,
 1,2;
 $\eta_{f1} =$,
 :

$$\eta_{f1} = \frac{0,5}{0,5 + m} \quad (20)$$

$$m = \frac{1}{\frac{40 \cdot d_f^2 \cdot (\rho_{faw} + 5 \cdot \rho_s)}{\eta_{red}^2 \cdot A} + 1}; \quad (21)$$

$A =$ (2),
 ;
 $\rho_{red} =$, :

$$\eta_{red} = \frac{\eta_{f2} \cdot \rho_{faw} + \eta_s \cdot \rho_s}{\rho_{faw} + \rho_s} \quad (22)$$

$\eta_{f2} =$, 1,0;

$\rho_{faw} =$ (17) . 2.8.3;

$\eta_s =$, :
 1,0; 1,3;

1,2; 1,4;

$\sigma_f =$ (

), .2.8.6 ;
 $\rho_{red} =$,

$$\rho_{red} = \rho_{fan} + \rho_s, \quad (23)$$

0,02;
 $d_{red} =$, :

$$d_{red} = \frac{d_f^2 \cdot \rho_{faw} + d_s^2 \cdot \rho_s}{d_f \cdot \rho_{faw} + d_s \cdot \rho_s}, \quad (24)$$

2.8.6. σ_f (56)-(58) 2.03.03-
 85 .4.5, 4.6 2.03.03-85, .2.8.7 2.8.8 -

2.8.7. σ_f , , -
 , , -
 .

() -
 , -
 ,
 $\alpha_s = E_s / E_f \quad \alpha_c = E_{cm} / E_f ;$
 2.8.8. σ_f (56) 2.03.03-85 -
 μ_m $\rho_{red} \cdot$
 (57) (58) 2.03.03-85 W_{sl} -
 W_{f1} , :

$$W_{f1} = \frac{J_{f1}}{1,3 \cdot y_c} \quad (25)$$

 J_{f1} - (. 2.8.7 -
);
 y_c - , ,
 .

2.8.9. , -
 , -
 :

$$w_{crc} = \varphi_l \cdot k_l \cdot (h_w + 30 \cdot d_f) \frac{\eta_{f1}}{\rho_{faw}} \cdot \frac{k_2^2}{E_f^2}, \quad (26)$$

 φ_l - . (18); k_l - ,
 $(20 - 1400 \cdot \rho_{faw}) \cdot 10^3$, η_{f1} - . (18); $\rho_{faw} = \rho_{fv} \cdot k_n^2$; (k_n -
 5);

$$k_2 = \frac{Q}{b_w \cdot h_w} \quad (27)$$

 Q -
 .

2.8.10. (,) -
 , -
 2.8.14 -
 . -

2.8.11. :
) , , - ;

) , -
, -
(().

5.03.01-02.

2.8.12.

$$\frac{I}{r} = \left(\frac{I}{r} \right)_1 + \left(\frac{I}{r} \right)_2 \quad (28)$$

$$\left(\frac{I}{r} \right)_1 - \left(\frac{I}{r} \right)_2 -$$

$$\left(\frac{I}{r} \right)_1 = \frac{M}{B_{f1}} \quad (29)$$

$$\left(\frac{I}{r} \right)_2 = \frac{M \cdot \varphi_{b2}}{B_{f1}} \quad (30)$$

M –

; B_{f1} –

$$B_{f1} = 0,85 \cdot E_{cm} \cdot J_1, \quad (31)$$

E_{cm} –

J_1 –

5.03.01-02;

$$\alpha_f = E_f / E_{cm},$$

$$\alpha_s = E_s / E_{cm},$$

. 2.8.3

$$(15) - (18)$$

φ_{b2} — , —
 : —
 1,0; —
 2,0 3,0 —
 40-75 % 40 % ;
 2,6 3,9 40-75 % 40 % —

2.8.13. , —
 , —
 , —
 , 4.12-4,15 2.03.03-85 2.8.14 —

2.8.14. —
 4.12 2.03.03-85 —
 : —

ρ (72) 2.03.03-85 $\left(\frac{l}{r}\right) -$ —
 $:\left(\frac{l}{r}\right)_{tot}, \left(\frac{l}{r}\right)_5, \left(\frac{l}{r}\right)_6, \left(\frac{l}{r}\right)_7, \rho_4 0.;$
 $\left(\frac{l}{r}\right)_5, \left(\frac{l}{r}\right)_6, \left(\frac{l}{r}\right)_7, (73)$
 2.03.03-85, : $B_{f1} (29)$
 $1/\varphi_{c2},$

B_{f3} :

$$B_{f3} = \frac{0,9 \cdot E_f \cdot J_{f1}}{1,3} \quad (36)$$

B_{f3} :

$$B_{f3} = \frac{0,5 \cdot E_f \cdot J_{f1}}{1,3} \quad (37)$$

J_{f1} . 2.8.7 .
 :

$$= h - \frac{S_c}{A_{red} + 0,5 \cdot A_{ov}} \quad (38)$$

2.9.6.

$$0,005 \leq \rho_{fv} \leq 0,020$$

,

,

.

$$\rho_{fv} > 0,020$$

,

,

,

-

,

,

0,025.

2.9.7.

,

$$\rho_{fv,\min} = \frac{1,5 \cdot C \cdot f_{ctd}}{f_{fd} \cdot k_{or}^2 \cdot \left(1 - \frac{30}{f_{fd}} - \frac{l_{fan}}{l_f} \right)} \quad (40)$$

—

,

1,0

,

-

, 0,6 —

.

2.9.8.

.

2.9.9.

,

,

-

30

.

2.9.10.

11

5.03.01-02.

2.9.11.

-

.5.4

2.03.03-85.

2.9.12.

r

-

$$3t \quad 100d_f$$

-

()

2.9.13.

1/200

.

-

,

-

,

1/200

-

.

-

.

3.1.1. , , , , -

1182-99

, . -

- -

3.1.2. -

20%, 10178-85
40 .

, -

500- 0, 55 % -

- 5...9%.

3.1.3. , , -

- , 25818-91, -

, , -

-

3.1.4. -

40/50 c -

, (S C) -

-85 (5743-048-02495332-96)
(10-01... 30-01) 5...15 % .

3.1.5. 8736-93 :

• (), -

• ;

• .

8736-93 l-
2,0...3,0.

3.1.6. 10 . (5...20 . , -
.)

8267-93. 3.1.7. 0,7 . -
3.1.8. 10
65 %; 20 – 60 %.

3.1.9. BY 400074854.628-2009.
3.1.10. (, ,)
BY 400074854.628-2009.
3.1.11. -

1-
1112-98.
: BY 100138369.466-2006, BY
100138369.465-2006; « » ,
« » .

3.1.12.
« » - .

3.1.13. 35/45 , (-
50) () BY
, (),

100230600.447-2006 ().

3.1.14. -3 (-1), -1 -
- .

0,6...0,7 % () ;
0,75...0,85 % .

0,7...0,8 % ;
0,85...1,0 % .

3.1.15. Si a
VC5600, -2000 30 -1 0,25...0,35% ()
) .

3.1.16.

0,8...1,0% (3.1.17. -2 1035-96 BY 100138369.465-2006)
3.1.17.

1,0% (3.1.18. + . .).
3.1.18.

15-1» 2,5...3,0% («)
3.1.19.

: 3.09.01-85: " 1-99.
" (.: , 1989) " , 2000), «
" (, 2008 .), 45-5.03-21-2006 (02250) " «
», , 2008 .), 45-5.03-21-2006 (02250) " «
» ,

—

1

2

7

—

7

,

,

•

•

—

,

,

,

,

—

■

1

3.03.01-87

1

,

(

—

,

■

—

;

)

,

□

—

,

;

(

,

,

,

$$\cdot \quad \cdot \quad) ;$$

(

,

$$\cdot \quad \cdot \quad) \quad ;$$

—

■

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

3.2.4. ().

3.2.5. l_{f_1} d_{f_1} $\mu_{f_1} / 3$ -

3.2.6. $\rho / 3$, S , $2/$ 8735-88. -

3.2.7. m , 3 -

3.2.8. , 8269.0-97 (8735-88;
 m_n .

n , : 10 -

$$n = \frac{700 - \cdot (1 + r)}{800 - 0,9 \cdot (1 + r)} + 0,15 \quad , \quad (41)$$

8-10 . 25 .
 $3,0 \pm 0,2$.

30 . h , , -

2 , -

()

$m_{n.}$

3.2.9.

$m_{.}$

$R,$

3.2.10.

()

$r_{.}$

3.2.11.

310.3-76).

(

)

(+)

$r_{.}$

3.2.12.

—

$m_{.}:$

$$= \frac{-}{-}$$

(42)

3.2.13.

(42),

$=f(m_{.})$

(0 max

3

(42).

)

5

$m_{.}$

$=f(m_{.})$

$m_{.}$

:

$$= \frac{k_1 m_{.} (1 - k_2 k_3 m_{.})}{-}$$

(43)

(43)

:

-3: $k_1=1 \cdot 10^{-1}$, $k_2=0,45$;

-2000 : $k_1=2,3 \cdot 10^{-1}$, $k_2=0,7$;

-1: $k_1=2,57 \cdot 10^{-1}$, $k_2=0,74$.

$k_3=1$

- 0 $k_3=1,15$

- 20.

3.2.14.

k ,

,

,

,

-

10

,

$\pm 15\%$

(

)

(28)

k :

$$k = \frac{R}{R_k} \quad (44)$$

3.2.15.

k ,

$$k_{i,j} = \frac{R_{i,j}}{R_{i,0}}, \quad (45)$$

$R_{i,j}, R_{i,0}$ –

$i\%$

k .

$$r = 1 / (1 + k);$$

10

0%, 7,5% 15%

)

$r = 0$,

$$1 / (1 \pm 15\%)$$

(

28

(45),

$$k = f(r)$$

k .

r .

15%,

$$k = f(r)$$

$$k = f(r)$$

k .

$$r = (1 - k) / (1 + 0,2)$$

$$-85: k = 1 + 0,45 \cdot r^{0,6};$$

$$» k = 1 + 0,27 \cdot r - 3,3 \cdot r^2 + 2,8 \cdot r^3.$$

3.2.16.

),

3.2.17.

().

$$R = R \cdot k \cdot k \cdot k \cdot \left(0,5 - - 0,3 \right), \quad (46)$$

$k, k, k -$

3.2.15

$k \quad k$

3.2.14

k

$$k = 1 - 10 \left(m - 0,5 \left[1,4 - - \right] \right)^2, \quad (47)$$

$m -$

$$m = / \rho + / \rho. \quad (48)$$

(46–48)

$r, k,$

3.2.18.

(/)',

$$\left(- \right)' = 2 \left(\frac{R}{R \cdot k \cdot k} + 0,3 \right), \quad (49)$$

R – ,

, .

3.2.19.

:

$$' = \left(+ 20 \left(- \right) \left[12 + \left(- 7 \right) \right] \right) (1 - K), \quad (50)$$

– ;

–

8.

8

1544-2005				
	1	2	3	4
1	2	3	4	5
12/15	320	350	370	390
16/20	380	410	440	470
20/25	440	470	500	530
C25/30	490	520	560	600
30/37	580	620	660	710
35/45	660	730	780	830

3.2.20.

:

$$' = [410 + 20 \left(- 7 \right) + 0,085 * (59 -) + + (0,1 ' - 35) + 400 \left(- 0,24 \right)] \cdot (1 - K), \quad (51)$$

– ;

– ;

– ;

–

(

3.2.13).

3.2.21.

/

/

m'

:

$$m' = \frac{'}{\rho} + \frac{'}{\rho}, \quad (52)$$

$$=1000 \text{ / } ^3.$$

3.2.22.

$$m_{.2} \quad , \quad -$$

$$m_{.1}, \quad :$$

$$m'_{.1} = m'_{.1} - m_{.2}; \quad (53)$$

$$m_{.2} = m_{.1}. \quad (54)$$

3.2.23.

$$m'_{.f} = k_{1,f} \cdot m'_{.1} + (1 + k_{2,f} \cdot k_{3,f}) \times m'_{.2}, \quad (55)$$

$$k_{1,f} -$$

$$+$$

$$k_{2,f} -$$

$$($$

$$k_{3,f} -$$

$$($$

$$k_1$$

$$k_{1,f} = \frac{S_f + S}{S} = 1 - \frac{\mu_f \rho_f}{S} + \frac{S_f}{S}, \quad (56)$$

$$S \quad S_f - \quad (^2)$$

$$S_{,f} -$$

$$i -$$

$$S_{,f} = 9_{2,5} + 20_{1,25} + 37_{0,63} + 72_{0,315} + 141_{0,14} + 1200_{<0,14}, \quad (57)$$

$$S_{,f}^{i-}$$

—

$$-d_f;l_f$$

:

$$S_{f,}=\frac{2l_f+d_f}{3900l_fd_f},\tag{58}$$

.

$$k_{2,f}$$

f

$$k_f=\frac{m_fm}{m}.$$

3.2.28.

$$\frac{m''}{\rho} = \frac{m''}{\rho} + \frac{m''}{\rho}. \quad (66)$$

3.2.29.

$$m''_{.1} = m''_{.} - m_{.2}; \quad (67)$$

3.2.30.

$$m_{. , f} = k_{1, f} \cdot m''_{.1} + (1 + k_{2, f} \cdot k_{3, f}) \cdot m_{.2}, \quad (68)$$

$$k_{1, f}, k_{2, f}, k_{3, f} \quad (56, 59, 62)$$

$$'' = \rho (1 - m'_{. , f} - \mu_f). \quad (69)$$

$$= \frac{m_{. , f}}{\left(\frac{1}{\rho} \right)_f + \frac{1}{\rho}}; \quad (70)$$

$$= \left(- \right)_f \cdot ; \quad (71)$$

$$= \rho (1 - m_{. , f} - \mu_f); \quad (72)$$

$$= \mu_f \cdot \rho_f \quad (60)$$

3.2.31.

3.2.32.

5...20)

(
3.2.33.
)

3.2.34.

(5...40)

$N = /$

$$n = \frac{700 - \cdot (1+r)}{800 - 0,9 \cdot (1+r)} + 0,15, \quad (41)$$

- ;
r - 1;
- , /³;
- , /³.

3.2.35.

(45):

$$R = R \cdot k \cdot k \cdot k \cdot (0,5 - - 0,3),$$

k , k , k -

(. 3.2.14., 3.2.15).

3.2.36.

k .

(47):

$$k = 1 - 10 \cdot \left(m - 0,5 \left[1,4 - \right] \right)^2,$$

m . -

(48):

$$m_{\perp} = \rho_{\perp} + \rho_{\parallel}$$

3.2.37.
(/)`,

(49):

$$\left(- \right)' = 2 \left(\frac{R}{R \cdot k \cdot k} + 0,3 \right),$$

R –

3.2.38.

9:

9

' ()							
1-2	3-4	5-6	7-9	10-12	13-15	16-18	20-22
185	195	205	215	220	225	235	245
195	205	210	225	230	235	245	255

- 1.)
- 2,0...2,6.
- 2.)
- 3)

: = (1-).

3.2.39.

(71):

$$' = \left(- \right)^I \cdot , \quad (71)$$

l_

3

9.

8

3.2.40.

/

/

m'

(52):

$$m'_{\cdot} = \frac{\cdot}{\rho} + \frac{\cdot}{\rho},$$

3.2.41.

$$\cdot, m_{\cdot,1}, m_{\cdot,2} \quad (53), (73):$$

$$m'_{\cdot,1} = m'_{\cdot} - m_{\cdot,2} \quad ;$$

$$m_{\cdot,2} = m_{\cdot} \quad (73)$$

m_{·,·} –

3.2.8.

3.2.42.

$$m'_{\cdot,f} = k_{1,f,\cdot} \cdot m'_{\cdot,1} + (1 + k_{2,\cdot,f} \cdot k_{3,\cdot,f}) \times m'_{\cdot,2}, \quad (74)$$

$$k_{1,f,\cdot} - +$$

$$k_{2,f,\cdot} -$$

$$k_{3,f,\cdot} \pm$$

$$k_{1,f,\cdot} :$$

$$\frac{\cdot}{a^i}$$

3.2.43.

G_3^i

:

$$G^i = (1 - m_{.1} - m_{.2} - m_{.3} - \mu_f) \cdot \rho_3, \quad (76)$$

$m_{.1} -$

$m_{.1} = 0,02.$

$P -$

, / ³.

3.2.44.

:

$$\rho = \frac{(1+n)}{(\frac{n}{\rho} + \frac{1}{\rho})}, \quad (77)$$

$\rho, \rho -$

;

$N = /$

:

$$n = \frac{700 - i \cdot (1+r)}{800 - 0,9 \cdot i(1+r)} + 0,15, \quad (41)$$

$i -$

;

()

(71):

3.2.45.

:

$$G^i = G^i / (1+n), \quad (78)$$

$$G^i = G^i - G^i, \quad (79)$$

3.2.46.

$k_{1,f.}$

$S_{...}$

(78-79):

$$S_{...} = \frac{(S_{...} \cdot G + S_{...} \cdot G)}{G + G}, \quad ^2/ \quad (80)$$

$S_{...} -$

,

(57):

$$S_{\text{с}} = 9_{2,5} + 20_{1,25} + 37_{0,63} + 72_{0,315} + 141_{0,14} + 1200_{<0,14},$$

:

$$S_{\text{с}} = 6 \times 10^{-3} (0,2 + 0,25 + 0,125 + 6,25 \times 10^{-2} D), \quad \text{м}^2/\text{с}, \quad (81)$$

, , , D -

5, 10, 20, 40, %; i -

; $S_{\text{с},f}$ -

;

:

$$S_{\text{с},f} = 0,466 \quad \text{м}^2/\text{с} \quad (60 \quad 1,1 \quad ;$$

$$S_{\text{с},f} = 0,425 \quad \text{м}^2/\text{с} \quad (60 \quad 0,8 \quad ;$$

$$S_{\text{с},f} = 6,06 \quad \text{м}^2/\text{с} \quad (30 \quad 0,3 \quad ;$$

$$S_{\text{с},f} = 17,8 \quad \text{м}^2/\text{с} \quad (20 \quad 0,2 \quad ;$$

$$S_{\text{с},f} = 8,54 \quad \text{м}^2/\text{с} \quad (12 \quad 0,4 \quad ;$$

$$S_{\text{с},f} = 15,1 \quad \text{м}^2/\text{с} \quad (12 \quad 0,3 \quad .$$

$$S_{\text{с},f} \quad -$$

3.2.47.

(74):

$$k_{2,f.} \quad :$$

$$k_{2,f.} = \frac{m_{\text{с}3(+f)} - m_{\text{с}3}}{m_{\text{с}3}} = 1,7 \cdot \frac{1}{G} \quad (82)$$

G -

/ ³,

(76) (60):

$$= \mu_f \cdot \rho_f ;$$

3.2.48.

, $k_{3,f}$:

$$k_{3,f} = 0,95 + 0,13\mu \cdot 10^2, \quad (83)$$

μ -
(0,005...0,03):

3.2.49.

$m'_{\cdot,f}$ (74):

$$k_{\cdot} = 1 - 10 \left(m'_{\cdot,f} - 0,5 \left[1,4 - 1 / \left(\left(- \right) \right)' \right] \right)^2 \quad (84)$$

3.2.50.

- $(/)_f$ (64):

$$\left(- \right)_f = 2 \left(\frac{R}{R \cdot k_{\cdot} \cdot k_{\cdot} \cdot k_{\cdot}} + 0,3 \right)$$

3.2.51.

(65):

$$'' = \left(- \right)_f \cdot ',$$

3.2.52.

/ m''_{\cdot} (52):

$$m''_{\cdot} = \frac{''}{\rho} + \frac{'}{\rho}$$

3.2.53.

, $m''_{\cdot,1}$:

$$m''_{\cdot,1} = m''_{\cdot} - m_{\cdot,2}; \quad (53)$$

(74)

3.2.54.

$$= \frac{m_{\cdot,f}}{\frac{(/)_f}{\rho} + \frac{1}{\rho}};$$

$$= \left(- \right)_f \cdot \quad ;$$

$$= \mu_f \cdot \rho_f$$

$$G = (1 - m_{.1} - m_{.2} - m_{.}) \cdot \rho \quad , \quad ;$$

$$G = G / (1 + n), \quad ;$$

$$G = G - G \quad , \quad ;$$

3.2.55.

5.03.02-03, 1035-96, - 1545-2005, , 1544-2005, 1182-99.
3.3.3.

$(l_f / d_f);$
 $\mu_f;$
 1035-96;
 1544-2005;
 ;
 ;
 ;

-

.

-

:

$l_f / d_f = 43 \quad 50 \quad (\quad 30$
 $\mu_f = 0,015 \quad (1,5\%);$
 $l_f / d_f = 45 \quad 50 \quad (\quad 50$
 $\mu_f = 0,01 \quad (1,0\%);$
 $l_f / d_f = 55 \quad (\quad 60 \quad 1,1)$
 $\mu_f = 0,01 \quad (1,0\%);$
 $l_f / d_f = 30, 31, 36 \quad 38$
 $(\quad 18, 22, 18, 15 \quad 0,6,$
 $0,7, 0,5, 0,4 \quad)$
 $\mu_f = 0,005 \quad (0,5\% \quad -$
 $);$
 $l_f / d_f = 37 \quad 43$
 $(\quad 13, 13 \quad 0,35, 0,3 \quad)$
 $\mu_f = 0,015 \quad (1,5\% \quad);$
 $l_f / d_f = 52 \quad ($
 $13 \quad 0,25 \quad)$
 $\mu_f = 0,01 \quad (1,0\% \quad);$

-

:

$l_f / d_f = 75 \quad 86 \quad (\quad 30$
 $\mu_f = \quad 0,01 \quad (1,0\%) \quad 0,015 \quad (1,5\%);$
 $l_f / d_f = 67 \quad 75 \quad (\quad 60$
 $\mu_f = \quad 0,01 \quad (1,0\%) \quad 0,015 \quad (1,5\%);$
 $l_f / d_f = 43 \quad 50 \quad (\quad -$
 $15, 15 \quad 0,35, 0,3 \quad)$
 $\mu_f = 0,01 \quad (1,0\% \quad);$
 $l_f / d_f = 60 \quad ($
 $12 \quad 0,2 \quad)$
 $\mu_f = 0,005 \quad (0,5\% \quad);$

-

,

:

0,3) $l_f / d_f = 100$ (30
 $\mu_f = 0,005$ (0,5%);

15, 15 $l_f / d_f = 60 \dots 75$ (-
 $\mu_f = 0,005$ (0,5% 0,25, 0,2)
);

3.3.5. , .
) , (:
 • 1- -
 ; -
 • -
 ;

3.3.6. -
 . -
 . -
 . -
 - 1%, - 2
 %.

3.3.7. , ,
 , -
 . -

3.3.8. -
 ,

().
 (-
) :
 • (,
 • 0,5% ;
 1,0...1,5% ;

3.3.15.

-

,

-

(

-

,

).

3.3.16.

-

;

;

;

.

,

.

-

.

-

3.3.17.

3.03.01-87 «

».

3.3.18.

-

.

.

3.3.19.

=10...12

-3

1035.

3.3.20.

,

,

-

,

,

-

-

.

-

,

,

.

,

,

,

(

.

3.2).

:

•

(

-

);

•

1...2-

3.3.21.

-

()

-

«

».

3.3.22. -

3.3.23. -

3.3.24. -

1,5-2 . -

3.3.25. -

3.3.26. -

3.3.27. 4 31 5 -

3.3.28. -

3.3.29. 1 1 =1-4 -

1 =5-10 , -

—

11

2

1

3

10.

1

1

—

3.4.1.

3.4.2.

1182-99

3.2

3.4.3.

10...15°

f . 28-

f .

f . ,
310.4,

3.4.4.

(. , . , m .)

3.4.5.

3.4.6.

$$= (G \cdot W + G \cdot W) \cdot 10^{-2},$$

(85)

G , G –
/ 3;
 W , W –

11, 12.

11 —

	, W_i , %	
		-
5 2,5	0,75	1,59
“ 2,5 “ 1,2	0,66	1,26
“ 1,2 “ 0,6	0,61	0,82
“ 0,6 “ 0,3	0,56	0,58
“ 0,3 “ 0,15	0,38	0,35
“ 0,15 “ 0,088	0,18	0,31

	, W _i , %			
	60-40	40-20	20-10	10-5
	0,50	0,50	0,42	0,40
	1,40	1,40	1,40	1,29
	1,09	1,10	1,95	0,80
	4,60	4,52	4,92	4,16
	1,00	1,00	0,90	0,80

:

$$W_{()} = 0,01 \cdot \sum_{i=1}^n P_{i()} \cdot W_{i()};$$

$P_{i()}$ — i- ();

$W_{i()}$ — i- , %, (

11, 12)

—

11, 12

“

”.

.,

,1961.

. .

3.4.7.

,

, W :

$$W = (-) / , \quad (86)$$

—

—

$$, / ^3; \\ , / ^3.$$

3.4.8.

 m_{\cdot}

:

$$m_{\cdot} = 1 - \frac{G}{\rho} - \frac{G}{\rho}, \quad (87)$$

 $\rho, \rho -$

()

-

, / ³.

3.4.9.

 $f_1, f_2,$

,

:

$$\begin{aligned}
f_{f.1} &= (8 \cdot W - 3,5) \cdot m_{f.1} - 7,22 \cdot W + 5,15; \\
W &\leq 0,3; \\
f_{f.1} &= (-435 \cdot W^3 + 705 \cdot W^2 - 365 \cdot W + 57,8) \cdot m_{f.1} - 7,22 \cdot W + 5,15; \\
W &> 0,3;
\end{aligned} \tag{88}$$

$$f_{f.2} = 2,57 - 3,9 \cdot (W - 0,3)^{0,55} - 3,3 \cdot (W - 0,144) \cdot (m_{f.1} - 0,2); \tag{89}$$

3.4.10.

$$f_{f.1} \quad f_{f.2},$$

3.4.11.

$$\begin{aligned}
& \left(\frac{f_{f.cube.1}}{f_{f.cube.2}} \right), \\
& (f_{f.cube.1}) \quad (f_{f.cube.2}) \quad :
\end{aligned}$$

$$f_{f.cube} = f_{f.m.} \cdot f_{f.}; \tag{90}$$

$$f_{f.cube} = f_{f.m.} \cdot f_{f.} \tag{91}$$

3.4.12.

t

$$1-01 \quad 5.03.02-03 \quad \tau$$

».

3.4.13.

K_{f.t.}

$$f_{f.t.} = \frac{f_{f.w}}{f_{f.3}} \cdot \left[D_{f.} + (f_{f.} - D_{f.}) \cdot \left(\frac{\tau_{f.} - 0,5}{27,5} \right)^{0,18} \right], \tag{92}$$

$$f_{f.w} = [1,1 + 104 \cdot (f_{f.} \cdot 10^{-3})^{5,6}] \times [0,15 + 2,5 \cdot (W - 0,24)]; \tag{93}$$

$$f_{f.3} = 1 \quad f_{f.3} \quad 3 \quad 5 \%;$$

$$f_{f.3} = 1,07 - 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot t_{f.} \quad f_{f.3} \quad 5 \quad 9 \%; \tag{94}$$

$$D_{\text{с.}} = 1 + 7 \cdot 10^{-2} (t_{\text{с.}} - 20) \quad (95)$$

$$D_{\text{с.}} = 0,7 + 9,5 \cdot 10^{-2} t_{\text{с.}}^{0,385} \quad (96)$$

3.4.14.

28-

:

$$f_{\text{с.сube28}}^G = \frac{f_{\text{с.сube}}^G}{1 - 1,64 \cdot v}, \quad (97)$$

$f_{\text{с.сube}}^G$ —
1544-2005
 v —
,

5.03.01,

2.03.01;

0,135

3.4.15.

:

$$\tau_{\text{с.}} = \frac{\tau_{\text{с.с.с.с.с.}}}{f_{\text{т.с.}}}. \quad (98)$$

$\tau_{\text{с.с.с.с.с.}}$ —
-

:

$$\tau_{\text{с.с.с.с.с.}} = 1 + \ln \left(1 - \frac{\cdot 10^{-2} \cdot f_{\text{с.сube28}}^G - f_{\text{с.сube1}}}{f_{\text{с.сube2}} - f_{\text{с.сube1}}} \cdot (1 - n_{\text{с.}}) \right) : n_{\text{с.}} \quad (99)$$

$$n_{\text{с.}} = \ln \left(1 - \frac{f_{\text{с.сube2}} - f_{\text{с.сube1}}}{f_{\text{с.сube28}}^G - f_{\text{с.сube1}}} \right). \quad (100)$$

3.4.16.

$\tau_{\text{с.с.}}$,

$V_{\text{с.}}$,

t ;

$V_{\text{с.}}$

1-01

5.03.02-03.

3.4.17.

:

—

$$\tau_{\text{с.}} = \frac{t_{\text{с.}} + 15 - t_{\text{с.}}}{V_{\text{с.}}}; \quad (101)$$

—

$$\tau_{\text{net}} = \frac{t_{\text{net}} + 15 - t_{\text{net}}}{V_{\text{net}}}; \quad (102)$$

—

$$\tau_{\text{net}} = \tau_{\text{net}} \cdot 24 - \tau_{\text{net}} - \tau_{\text{net}} - \tau_{\text{net}}. \quad (103)$$

3.4.18.

-

$$\tau_{\text{c.cube}} = \dots -$$

$$t_{\text{c.cube}};$$

$$\begin{aligned} n &= 0,458 & 0 & 20 & ; \\ n &= 0,18 & .20 & 50 & . \end{aligned}$$

3.4.22.

$$\begin{aligned} \tau_{\text{c.cube}} & \\ & : \end{aligned} -$$

$$\tau_{\text{c.cube}} = 1 + \ln \left(1 - \frac{\cdot 10^{-2} \cdot f_{\text{c.cube}28}^G - f_{\text{c.cube}1}}{f_{\text{c.cube}2} - f_{\text{c.cube}1}} \cdot (1 - n_{\text{c.cube}}) \right) : n_{\text{c.cube}} \quad (110)$$

$$\begin{aligned} n_{\text{c.cube}} &= \dots, & (91); \\ &= \dots & 28- \end{aligned}$$

3.4.23. -

$$:$$

$$\tau_{\text{c.cube}} = \frac{\tau_{\text{c.cube}} - \tau_{\text{c.cube}} \cdot f_{\text{t.cube}} - \tau_{\text{c.cube}} \cdot f_{\text{t.cube}}}{f_{\text{t.cube}}}. \quad (111)$$

3.4.25.

$$\begin{aligned} - \\ - \end{aligned}$$

3.4.25. -

$$2$$

3.09.01.

3.5.1. -

$$\begin{aligned} 15 &= \dots - \\ &= \dots, \end{aligned}$$

3.5.2. 2 3.09.01.

[illegible]

3.5.4.1.	1182	4
----------	------	---

3.5.4.2.

$f_{1.1}, f_{1.2} \dots f$,

3.5.4.3.

, (85) (86). W

3.5.4.4.

:

$$t' = t_{1.1} + \Delta t_{M.1} + 2 \cdot 10^{-2} \cdot (-300) - 0,85 \cdot (-1), \quad (112)$$

$t_{1.1} =$

$t_{1.1} =$

$-1,$

$1,$

$\Delta t_{1.1} =$

$\Delta t_{1.1} =$

$1,$

10

3.5.4.5.

:

$$t_t = 2^{(t - 20)/\Delta}, \quad t' = 0 \dots 20; \quad (113)$$

$$t = \frac{1 + 0,5 \cdot [1 - (-0,16 \cdot (t' - 20))]}{\eta_t + \frac{(1 - \eta_t^3)}{t'}}, \quad t' = 20 \dots 100, \quad (114)$$

$\Delta =$

$4,3,$

$$\Delta = 11,7 - 16,5 \cdot r,^\circ; \quad (115)$$

$\eta_t =$

$t' =$

13;

$=$

$= 4;$

$4 \dots 5 \% = 3$

$10 \dots 14 \% = 0;$

$= 3;$

$= 2.$

13 -

0	10^3	0	10^3	0	10^3	0	10^3
20	1,0005	40	0,6560	60	0,4688	80	0,3565
21	0,9810	41	0,6439	61	0,4618	81	0,3521
22	0,9579	42	0,6321	62	0,4550	82	0,3478
23	0,9358	43	0,6207	63	0,4483	83	0,3436
24	0,9143	44	0,6097	64	0,4418	84	0,3395
25	0,8937	45	0,5988	65	0,4355	85	0,3355
26	0,8737	46	0,5883	66	0,4293	86	0,3315
27	0,8545	47	0,5782	67	0,4233	87	0,3276
28	0,8360	48	0,5683	68	0,4174	88	0,3239
29	0,8180	49	0,5588	69	0,4117	89	0,3202
30	0,8007	50	0,5494	70	0,4061	90	0,3165
31	0,7840	51	0,5404	71	0,4006	91	0,3180
32	0,7679	52	0,5315	72	0,3952	92	0,3095
33	0,7523	53	0,5229	73	0,3900	93	0,3060
34	0,7371	54	0,5146	74	0,3849	94	0,3027
35	0,7225	55	0,5064	75	0,3799	95	0,2994
36	0,7085	56	0,4985	76	0,3751	96	0,2962
37	0,6947	57	0,4907	77	0,3702	97	0,293
38	0,6814	58	0,4832	78	0,3655	98	0,2899
39	0,6685	59	0,4759	79	0,361	99	0,2868
						100	0,2838

= 4–15 r .

(116)

3.5.4.6.

G_s , / 3 .

3.5.4.7.

$G_{\text{с.н.}}$ 1 ^3 $G_{\text{с.н.}}$ -

3.5.4.8.

$C_{\text{с.н.}}$ $\rho_{\text{с.н.}}$ -

$$C_{\text{с.н.}} = \frac{0,837 \cdot (\quad + \quad + \quad + \quad) + 4,2 \cdot \quad + 0,48 \cdot \quad}{\rho_{\text{с.н.}}}, \quad / \quad (117)$$

$\rho_{\text{с.н.}}$ -

3.5.4.9.

$t_{\text{с.н.}}$ -

$$t_{\text{с.н.}} = \frac{\quad \cdot \rho_{\text{с.н.}} \cdot t_{\text{с.н.}} + (C_{\text{с}} \cdot G_{\text{с.н.}} + \quad \cdot G_{\text{с.н.}} + \quad \cdot G_{\text{с.н.}}) \cdot t_{\text{с.н.}}}{\quad \cdot \rho_{\text{с.н.}} + C_{\text{с}} \cdot G_{\text{с.н.}} + \quad \cdot G_{\text{с.н.}} + \quad \cdot G_{\text{с.н.}}}, \quad (118)$$

s^{-} $0,48$ / ;
 $(\quad \cdot \quad = 0,754$
 / ;

$t_{\text{с.н.}}$ $0,48$ / , $2,52$ /);

3.5.4.10.

-

400- 20 :

$$q_{\text{с.н.}} = 97 \cdot f_{\text{с.н.}}; \quad / \quad (119)$$

3.5.4.11.

W -

$$q_{1.1} = \frac{q_1 \cdot 1 \cdot 3 + q_2 \cdot 2 \cdot 4}{C_3 + 4} \frac{F + q_3 \cdot 3 \cdot 3S + q_4 \cdot 4 \cdot 2S}{F + 3S + C_2S} \times \quad (120)$$

$$\times (1 - r) \cdot \varphi_{SO_3} \cdot \varphi_S \cdot \varphi_W \cdot f_{1.1}; \quad /$$

$$r = \frac{420}{420} / ;$$

$$q_1, q_2, q_3, q_4 =$$

$$q_1 = 832 / ; \quad q_2 = \frac{4}{2} \frac{F}{S} q_3 = 504 / ; \quad q_4 = 250 / ;$$

$$1, 2, 3, 4 =$$

$$3, 4 \frac{F}{S} \frac{S}{2S}$$

$$_1 = 0,52 \cdot \left(1 - 0,1 \cdot \frac{3S - 8}{52} \right); \quad (121)$$

$$_2 = 0,2 \cdot \left(1,1 + 7,5 \cdot 10^{-3} \cdot (68 - 3S) \right); \quad (122)$$

$$_3 = 0,16 + 0,29 \cdot \frac{3}{4} \frac{F}{S}; \quad (123)$$

$$_4 = 0,1 \cdot \left[0,42 \cdot \left(1 - \frac{3}{40} \frac{-1}{S} \right) + \frac{3}{40} \frac{-1}{S} \right]; \quad (124)$$

$$\varphi_{SO_3}; \varphi_S; \varphi_W =$$

$$\varphi_{SO_3} = 0,803 + 0,132 \cdot \frac{3}{12} \frac{-2}{S} + \quad (125)$$

$$+ \left[0,043 \cdot \frac{3}{12} \frac{-2}{S} + 0,132 \cdot \left(1 - \frac{3}{12} \frac{-2}{S} \right) \right] \cdot SO_3;$$

$$\varphi_S = 1 + 0,815 \cdot \left[1 - \left(-4,2 \cdot 10^{-3} \cdot (S - 320) \right) \right]; \quad (126)$$

$$S \quad , \quad 2/ \quad ,$$

$$310.2.$$

$$S = \frac{0,126 \cdot 10^6}{\rho \cdot \left(0,384 - \frac{\sum_{i=1}^n r_{i,i} \cdot r_{i,i}}{1 - r_i} \right)}, \quad (127)$$

$r_{i,i}$ — i -
;
 $r_{i,i}$ — i -
,
0,37, 0,31, 0,49, 0,6;

$$\varphi_w = 1 + 1,5 \cdot 10^{-2} \cdot (1 - (10 \cdot (0,5 - W))). \quad (128)$$

f.M.1 —
-
-
,
3.5.4.12. -

,
:

$$q_{t,1} = 580 \cdot \left[1 - \left(t \cdot \ln \left(1 - \frac{q_{t,1}}{580} \right) \right) \right]. \quad (129)$$

3.5.4.13. -
:

$$\Delta t = \frac{\sum_{i=1}^n q_{t,1} \cdot \rho_{i,i} + \sum_{s=1}^n G_{S,i} + \sum_{j=1}^n G_{j,i} + \sum_{k=1}^n G_{k,i}}{\dots}, \quad (130)$$

—
,
:
,
;
4...6
= 0,95

; = 0,9

3.5.4.14.

:

-

$$t = t_{\text{...}} + 0,5 \cdot \Delta t. \quad (131)$$

3.5.4.15.

-

6.4.4.

,

,

, ± 5 .

,

3.5.4.4

.

3.5.4.16.

-

(98)

(99) – (104).

, τ

1.

3.5.4.17.

-

3.4.

3.5.4.18.

.

3.6.1.	5.03.02-03 «	-
	», 3.03.01-87 «	-
	».	-
3.6.2.	13015	-
	,	-
	,	-
	,	-
	,	-
3.6.3.	:	-
	• ();	-
	• ;	-
	• ;	-
	•	-
	.	-
()		-
3.6.4.		-
	.	-
3.6.5.	2.6, 3.1.	-
	.	-
3.6.6.		-
3.6.7.		-
	« »	-
3.6.8.		-
		-
	1035-96, 1545-2005, 2-2000 3.03.01-87.	-
3.6.9.	1	-
	1545-2005.	-
3.6.10.	0,97. 1545-2005.	-

3.6.11. " (: , 1974) 1-01 -

5.03.02-03 « » . -

3.6.12. - , - ; -

3.6.13. - 10180-90, 17624-78, 1544-2005, 18105-86; - 10060.0-95... 10060.4-95, - 12730.5-82, - 12730.3-78.

3.6.14. , -

3.6.15 22685-77.

3.6.16. 10180-90, 1545-2005, 18105-86, 1035-96 . 1.

3.6.17. -

3.6.18. 200 100 10180-90, 1545-2005.

() -

:

$$= \frac{m_{.f}}{m_{.f}} . \quad (132)$$

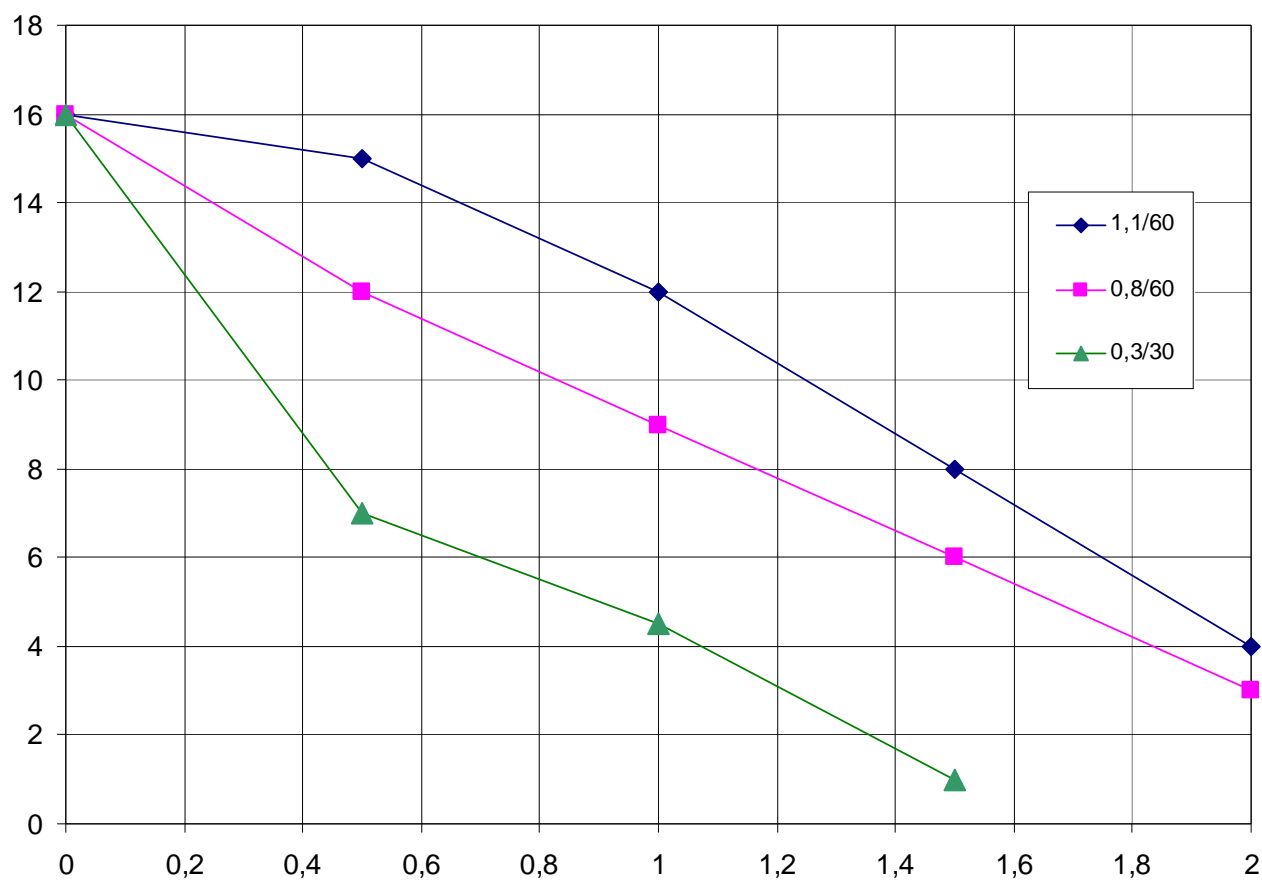
m . - ,
 m . - , -
 3.6.19.
 . 0,8
 3.6.20. 3 , 4 0,75.
 ()
 ,
 3.6.21.
 , -
 3.6.22.
 :
 - ;
 - () ;
 - () .
 3.6.23.
 , -
 18105-86,
 10180-90, 1544-2005.
 3.6.24.
 3.6.25.
 : - 10×10×10 ;
 - 10×10×40 .
 3.6.26.
 18105-86, 22690-
 88
 3.6.27. -
 ,
 3.6.28. -
 - .

-
-

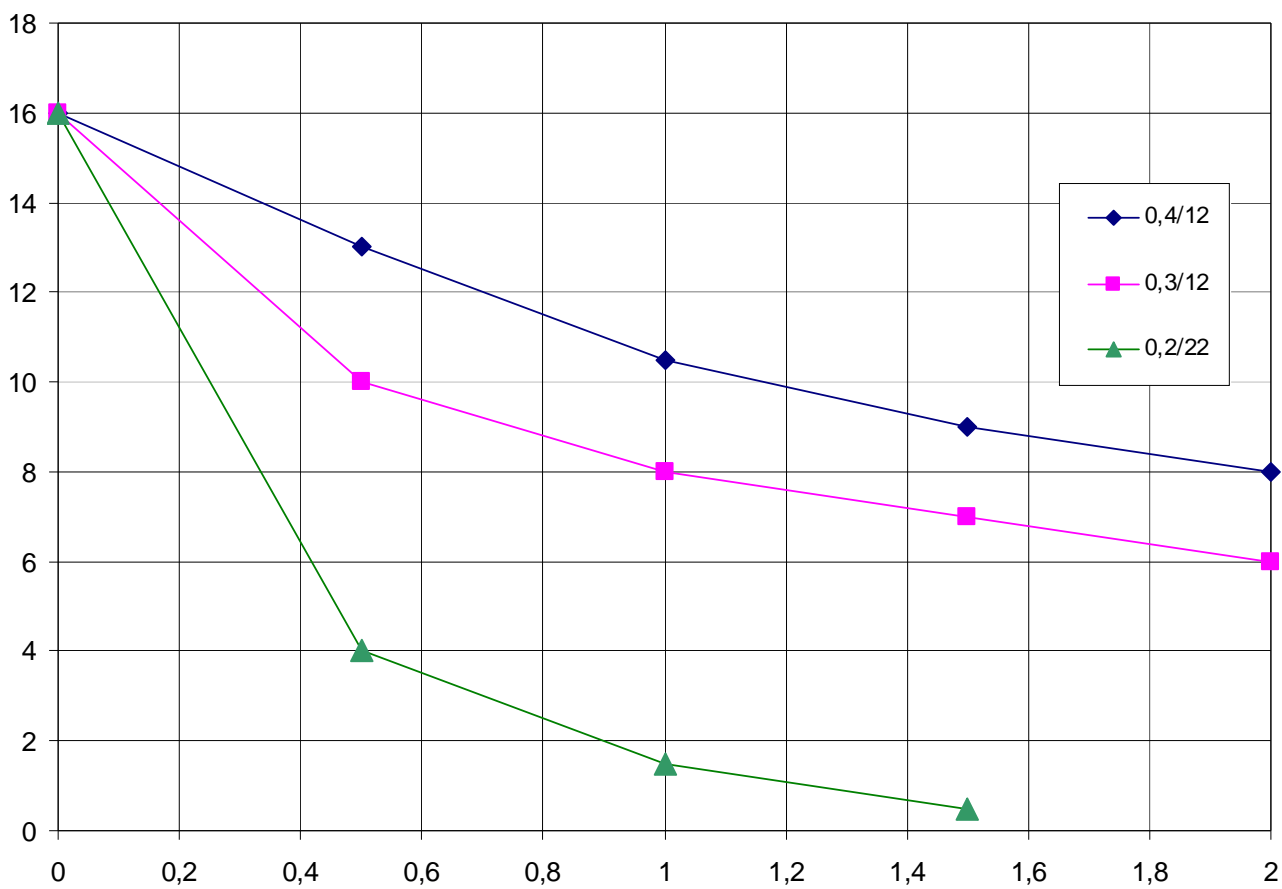
,

.

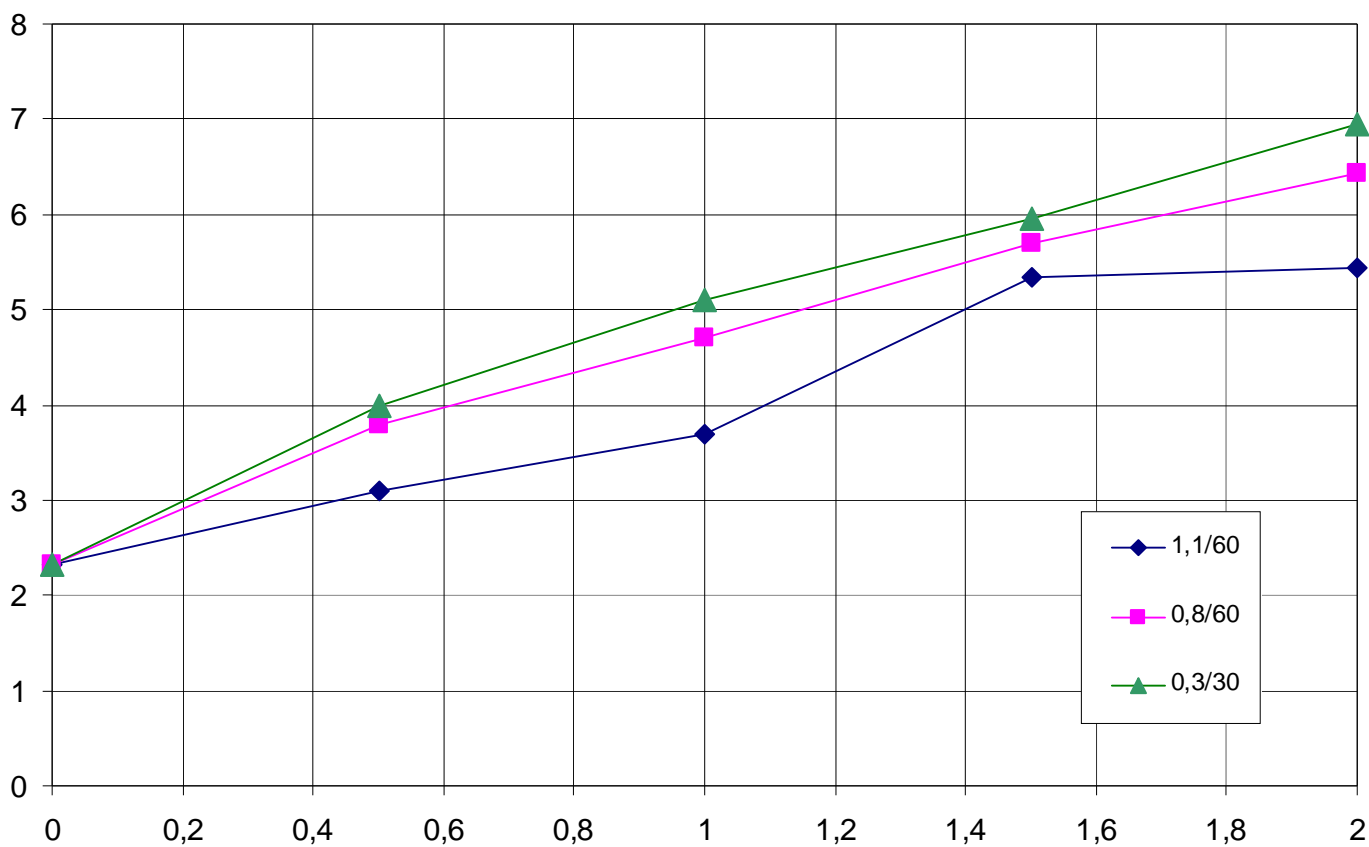
3.7.1.	III-4-80* "	-
"	-	-
3.7.2.	«	-
»	81-80 (., , 1981).	-
3.7.3.		-
,		-
3.7.4.		-
,		-
3.7.5.	«	-
» (., , 1960) «		-
» (., , 1974).		-
3.7.6.		-
3.7.7.		-
,		-
3.7.8.	(, . .),	-
18		
3.7.9.		



1
 ()
 : 1,1/60 (/ « »
); 0,8/60 0,3/30.



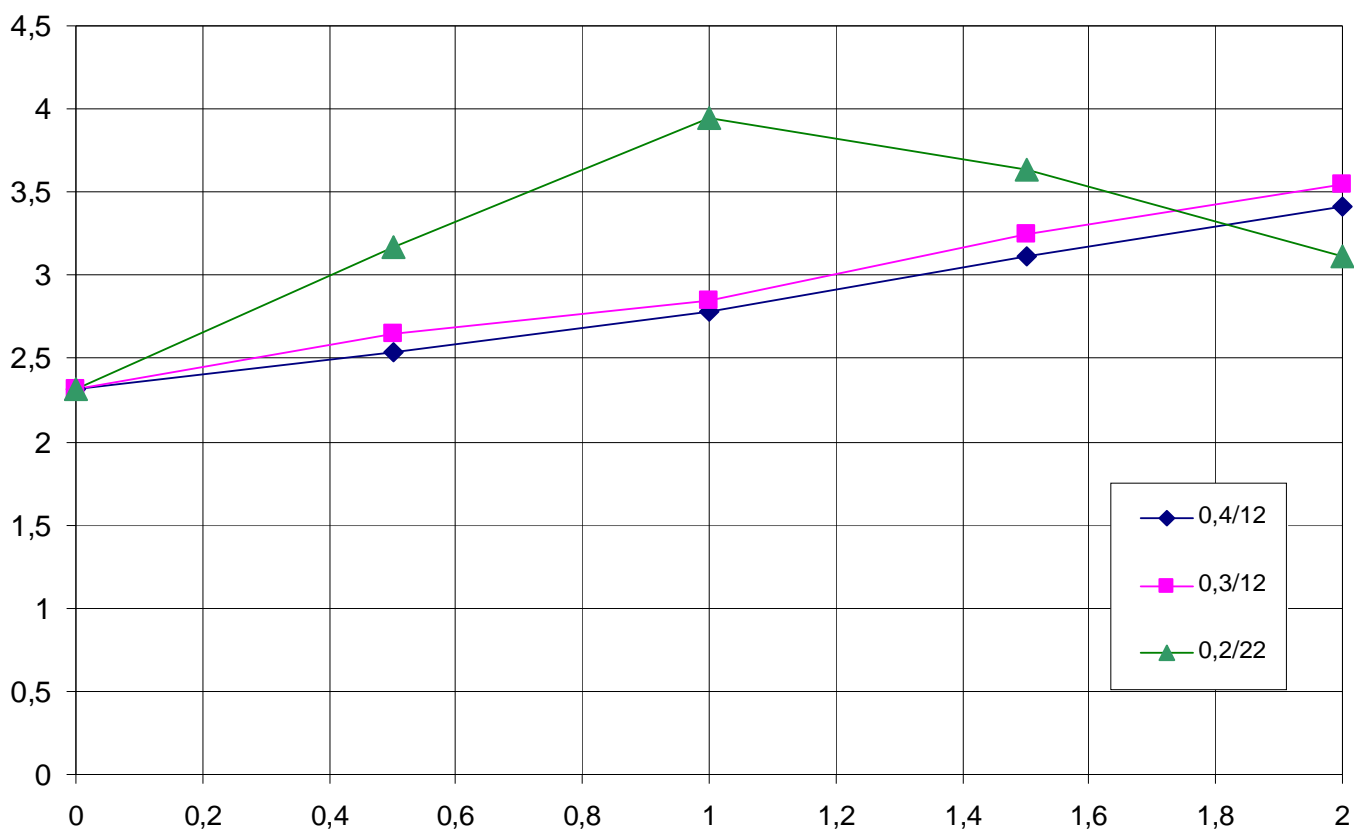
$0,2/22$ () 2 « $0,4/12$; $0,3/12$ » . -
 -



1

(« / »)

1,1/60; 0,8/50; 0,3/30



2

(/) 0,4/12; 0,3/12;

0,2/22 « ».

-

-

- 1) 35/45 3 5% (0,3 0,35% (16/20, 20/25) . -1 25/30,
- 2) 0,8 , 60 , //d=75, () « » BY 400074854.628-2009 0,3 12 , //d=40. () « » BY 400074854.628-
- 3) 2009 500- 0 - 500- 20 « », . -

2 -

		, / 3					F _{ct}	1035- 96 (,)
		(	)	(μ _f %)	,	-3 (%))		
	1544 -2005	00- 0 5	-2,6 =2,4					
9	16/ 20	45 0	1580	40 (0,5%) 1	2 50	2,7 (0,6%)	2,2	18...20
10	C16/ 20	45 5	1560	78 (1%) 1	2 55	3,15 (0,7%)	2,5	14...16
11	C16/ 20	47 0	1540	117(1,5 %) 1	2 60	3,76 (0,8%)	3,0	10...12
12	20/ 25	50 0	1560	40 (0,5%) 1	2 40	3,0 (0,6%)	2,4	18...20
13	20/ 25	51 0	1540	78 (1%) 1	2 40	3,57(0, 7%)	2,9	14...16
14	20/ 25	52 0	1520	117 (1,5 %) 1	2 40	4,16 (0,8%)	3,3	10...12
15	25/ 30	55 0	1510	40 (0,5%) 1	2 45	4,4 (0,8%)	3,1	18...20
16	25/ 30	56 0	1500	78 (1%) 1	2 45	4,76 (0,85%)	3,7	13...15
17	25/ 30	56 5	1485	117 (1,5%) 1	2 50	4,80 (0,85%)	4,4	10...12

:

- 1.) 1,1 , 60 , $l/d=55$; (1) « » BY 400074854.628-2009
- 2.) 500- 0 - 500- 20 « », . -

()

.1
 $= 14 \cdot (0,65\%) = 0,16$
 $16/20$
 -3

— $500 - 20$:
 $R = 48,0$; $\rho = 0,25$; $\rho = 3150 / ^3$,
 — ():
 $= 2,6$; $\rho = 2650 / ^3$; $S = 9 / ^2$; $m_{.3} = 0,30$;
 — (60, 0,8):
 $l_f/d_f = 75$; $1\% (78) \mu_f = 0,01\%$;
 $S_{.f} = 0,425 / ^2$
 $\rho_f = 7800 / ^3$.

.2
 (/)',
 () (49):

$$\left(- \right) = 2 \left(\frac{28}{48 \cdot 1 \cdot 1} + 0,3 \right) = 1,767,$$

$R = 28$ —
 $16/20$,

.3.
 (50):
 $' = (440 + 20 \cdot 1,767 \cdot [12 + 2,6 \cdot (2,6 - 7)])(1 - 0,16) = 386,2 / ^3$,
 $= 440$ $16/20$
 3 8.

.4.
 (50):
 $' = [410 + 20 \cdot 2,6 \cdot (2,6 - 7) + 0,085 \cdot 14 \cdot (59 - 14) +$
 $+ (0,1 \cdot 386,2 - 35) + 400 \cdot (0,25 - 0,24)] \cdot (1 - 0,16) = 224,6 / ^3$.

5.

(52):

$$m' = \frac{386,2}{3150} + \frac{224,6}{1000} = 0,347.$$

6.

$$M_{.2} \quad (53) \quad (54):$$

$$m'_{.1} = 0,347 - 0,30 = 0,047;$$

$$m_{.2} = 0,30.$$

7.

(55):

$$m'_{.f} = 0,959 \cdot 0,0458 + (1 + 0,138 \cdot 1,18) \cdot 0,295 = 0,387,$$

$$m'_{.f} = 0,959 \cdot 0,0458 + (1 + 0,138 \cdot 1,18) \cdot 0,295 = 0,387$$

$k_{1,f}$ (56):

$$k_{1,f} = 1 - \frac{78,5}{1703,4} + \left(\frac{0,914 \cdot 78,5}{9 \cdot 1703,4} \right) = 0,96,$$

$$k_{1,f} = 1 - \frac{78,5}{1703,4} + \left(\frac{0,425 \cdot 78,5}{9 \cdot 1703,4} \right) = 0,956$$

$S_{,f}$ —

$$0,8/60 \quad S_{,f} = 0,425^2/;$$

$k_{2,f}$ (59):

$$k_{2,f} = 1,7 \frac{78,5}{1703,4} = 0,078,$$

$$\frac{V_{\text{пр}}}{V_{\text{пр}}} = \frac{V_{\text{пр}}}{V_{\text{пр}}} \quad (60) \quad (61):$$

$$= 0,01 \cdot 7850 = 78,5 \text{ / }^3;$$

$$= 2650 \cdot (1 - 0,347 - 0,01) = 1703,4 \text{ / }^3;$$

$$k_{3,f} \quad (62):$$

$$k_{3,f} = 0,95 + 0,13 \cdot 0,01 \cdot 100 = 1,08 ,$$

.8.

$$(63):$$

$$k_{\text{пр}} = 1 - 10 \left(0,387 - 0,5 \left[1,4 - \frac{1}{1,767} \right] \right)^2 = 0,972 .$$

$$.9. \quad - \quad (\text{ / })_f, \quad -$$

$$(64):$$

$$\left(\frac{V_{\text{пр}}}{V_{\text{пр}}} \right)_f = 2 \left(\frac{28}{48 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,972} + 0,27 \right) = 1,74 .$$

.10.

$$(65):$$

$$= 1,74 \cdot 224,6 = 390,8 \text{ / }^3.$$

.11.

$$\frac{m''}{m''} \quad (66):$$

$$m'' = \frac{390,8}{3150} + \frac{224,6}{1000} = 0,349 .$$

.12.

$$(67):$$

$$m''_{.1} = 0,349 - 0,30 = 0,049 ;$$

.13.

(68):

$$m_{\text{f}} = 0,96 \cdot 0,049 + (1 + 0,08 \cdot 0,813) \cdot 0,3 = 0,366,$$

$$k_{1,f}, k_{2,f} \quad (56, 59, 62)$$

(69):

$$= 2650 \cdot (1 - 0,366 - 0,01) = 1658,19 \text{ / }^3.$$

$$k_{2,f} = 1,7 \cdot \frac{78,5}{1658,19} = 0,08$$

.14.

(70) – (72):

$$= \frac{0,370}{\frac{1,74}{3150} + \frac{1}{1000}} = 235,8 \text{ / }^3;$$

$$= 1,74 \cdot 235,8 = 410 \text{ / }^3;$$

$$= 2650 \cdot (1 - 0,366 - 0,01) = 1653 \text{ / }^3;$$

$$= 0,01 \cdot 7850 = 78,5 \text{ / }^3.$$

()

1

—	—, %				SO ₃ , %	—, %	S, %	—, %	—, %	—, %		
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF						F ₁	F ₂	F ₂₈
550- 0 « - »	57-58	18-19	4,5-5,1	13-14	1,5-3,5	—	290-320	23-25	2	23	30	55
500- 0 « - »	57-58	18-19	4,5-5,1	13-14	1,5-3,5	—	290-320	23-25	2	16	23	50
500- 0 « - »	61-62	15-16	6-7	13-14	1,8	—	300-330	26-27	1	20	27	52
500- 0 « - »	58-61	13-15	6-8	14-16	1,5-3,5	—	260-310	24,5-26,5	2	14	22	50
500- 20 « - »	57-58	18-19	4,5-5,1	13-14	1,5-3,5	18-19	290-320	23-25	2	12,5	20	50
500- 20 « - »	61-62	15-16	6-7	13-14	1,8	18-19	300-330	26-27	1	15	22	51
400- 20 « - »	58-61	13-15	6-8	14-16	1,5-3,5	5-20	293-338	25-27	3	10,5	18,5	41

.1

-	- “ ” “ ”	%, -	fM1	fM2	fM28
1 (NaNO ₃)	$\frac{1,0}{-}$ $\frac{2,0}{-}$		$\frac{0,97 \cdot}{1-2,0 \cdot 10^{-3}}$ $\frac{1,02 \cdot}{1-2,0 \cdot 10^{-3}}$	$\frac{0,97 \cdot}{1-1,5 \cdot 10^{-3}}$ $\frac{1,02 \cdot}{1-2,0 \cdot 10^{-3}}$	0,97. 1,02.
(Na ₂ SO ₄)	$\frac{1,0}{-}$ $\frac{2,0}{-}$		$\frac{0,7+3,75 \cdot 10^{-2} \cdot (15-C_3)}{1,0-0,75 \cdot 10^{-3} \cdot (C_3-1)}$ $\frac{0,7+3,75 \cdot 10^{-2} \cdot (15-C_3)}{1,0-0,75 \cdot 10^{-3} \cdot (C_3-1)}$	$\frac{0,7+3,75 \cdot 10^{-2} \cdot (15-C_3)}{1,0-0,75 \cdot 10^{-3} \cdot (C_3-1)}$ $\frac{0,7+3,75 \cdot 10^{-2} \cdot (15-C_3)}{1-0,8 \cdot 10^{-3} \cdot (3+0,15 \cdot C_3)}$	0,7+3,75·10 ⁻² ·(15-C ₃) 0,7+3,75·10 ⁻² ·(15-C ₃)
	$\frac{1,3}{-}$		0,25+2,85W	0,77+1,25 W	1,11+0,29 W
(NaCl)	$\frac{1,0}{-}$ $\frac{2,0}{-}$		$\frac{0,94 \cdot}{1-4 \cdot 10^{-3}}$ $\frac{0,95 \cdot}{1-4,8 \cdot 10^{-3}}$	$\frac{0,94 \cdot}{1-3 \cdot 10^{-3}}$ $\frac{0,95 \cdot}{1-3,6 \cdot 10^{-3}}$	0,94. 0,95.
+ + ()	$\frac{0,15}{4} +4$		1,4-40(m -0,3) ²	1,1	1,0
=0,9+4,7·10 ⁻³ ; =75-R ;					