ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНЫЙ И НАУЧНО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
УКРНИИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ ГОССТРОЯ СССР

ПОСОБИЕ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ УСИЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

к СНиП

Утверждено приказом
Укрниипроектстальконструкции
Госстроя СССР № 65
от 22 октября 1987 г.

Москва Стройиздат

Пособие (II-23-81*)/ .- .: , 1989.

. 44, . 39.

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

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

, « » II-23-81* « ».

, ( ) , , , . , , .

WWW.STROYTENDERS.RU

.

II-23-81*

.

(, .),

.

□□ :

;

, ,

,

;

, ( )

;

, ,

, ,

;

(,

,

, . .).

□□□ ,

,

, (

).

□□

,

,

.

:

,

, , ,

,

;

(

, ,

. .);

;

,

.

□□

:

- ,

;

- ,

,

;

- ,

.

WWW.STROYTENDERS.RU

,

,

,

-

-

.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

,

.

,

,

.

:

(

,

,

,

.);

(

,

,

,

,

,

);

;

,

,

-

;

,

.

,

.

(

,

.)

.

.

20%

,

,

,

,

,

. .

,

:

,

,

,

;

,

(

,

,

,

. .).

(

,

)

,

,

.

,

(

).

WWW.STROYTENDERS.RU

ОБСЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ □ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ

□□ □

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

□□ □ ,
.

.

□□ □

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

□□ □ ,
, , ,
, .
, . ,
,
:
;
;
, , ;
;
;
;
,
;
.

□□ □□

. ,
,
(,
, . .).

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛА КОНСТРУКЦИЙ И СОЕДИНЕНИЙ □ НАЗНАЧЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

□□ □ ,
, .

,

WWW.STROYTENDERS.RU

,
.

:

,
22536.1-77*,
22536.2-87, 22536.3-77* .;
, -
( ) -
1497-84*;

,
. 50 II-23-81*,
.
1 2 . 50 II-23-81*,
12 ,
:
10243-75*;
5639-82*.

,
, .
(
22762-77, . .) (, , . .)
.
( ) ,
(, . .).
(,
) ,
.
.

.
.
(,
), (
, , . .) .
50
60 .
(, , . .),
250.

,
. 1. 7564-73*
7565-81*.

,
, .

1

	,		
,	3 2(10*) 9** 2	1 1 3** 1	3 2(10*) 6** 2

*

WWW.STROYTENDERS.RU

.

** .

□ □ ,

165 (1700 / 2)

30 ° 3 . 50 II-23-81* 40 °

4, 3 4

65 ° .

.

□ □

(. 2.13)

$$R_{no} \quad \sigma_n \quad \alpha_s S_R, \qquad (1)$$

R_{no} - R_{yno} R_{upo}; $\sigma_n \quad \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} \sigma_{ic}$ -

; $S_R \quad \sqrt{\frac{1}{m \quad 1} \sum_{i=1}^{m} (\sigma_{ic} \quad \sigma_n)^2}$ -

; ic - ,

i- ; S - , . 2.

$S_R/ \ _n>0,1$, , (1)

, ,

.

(. . 2.14)

, ,

.

□ □ , ,

, . 1 II-23-81*.

R_{yo} R_{uo} . 2.17,

. :

,

,

, - ,

(. 1);

,

,

,

, - ,

.

:

, 1932 ., ,

215 (2200 / 2) - $_m$ = 1,2;

, 1932 1982 . - $_m$ = 1,1

380 (3850 / 2) - $_m$ = 1,15

380 (3850 / 2);

, 1982 ., - . 2 II-23-81*.

WWW.STROYTENDERS.RU

, 25%
5 ,
d,
. 3.

2

m	s	m	s
10	2,911	20	2,396
12	2,736	25	2,992
14	2,614	30	2,220
16	2,524	35	2,167
18	2,453	40	2,125

: 1. m s . 2.
s ,
0,95, 95%
n S^2_R.

3

2.03.11-85	d
	0,95 0,9 0,85

, ,
, ,
, , , .
, , :
- $R_{wun} = Run$; wn = 1,25; f = 0,7; z =1,0 c = 0,8;
, 1972 ., R_{wy} = 0,55 R_{yo},
1972 ., R_{wy} = 0,85 R_{yo}.

.

, ,
, . 58 59 II-23-81*.
,
4.6 - 4.8 -
.

.
, ,
, (2000).
R_{bt}
, , R_{bs} =
$0,8R_{bt}$.

4

	, (/ 2)				
				( )	
	2, 3	09 2		2, 3	09 2
	180(1800) 160(1600)	220(2200) -	$2R_{yo}$ $1,7R_{yo}$	120(1200) -	150(1500) -

WWW.STROYTENDERS.RU

: 1. , ,
. ,
, . 2.
0,8.
.
. 4.
,
2.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК И ВОЗДЕЙСТВИЙ

2.01.07-85
,
.
f, 2.01.07-85.
.
5
c
,

.
.
,
(. .),
, 2.01.07-85 .
.
2.01.07-85.

,
-
(. 5).

,
(2)

G_0 - , H; - ,
. 5.

, ,

.

, ,

( ) .

.

6

m	*t*	*m*	*t*
5	2,13	15	1,76
6	2,02	20	1,73
7	1,94	25	1,71
8	1,89	30	1,7
9	1,86	40	1,68
12	1,8	60	1,67

: 1. *m* (. 2. *t*

0,95.

7

,							
				25546-82			
			,	1 , 2K	3 , 4	5	6 , 7
5	1,15	1,35	1,5	1,15	1,25	1,35	1,5
. 5 12,5	1,1	1,25	1,5	1,1	1,2	1,25	1,5
. 12,5 20	1,1	1,2	1,4	1,1	1,15	1,2	1,4
. 20	1,1	1,15	1,3	1,1	1,1	1,15	1,3

2.27. ( )

( ) .

$$g_n \quad P_n \quad t/\sqrt{m}S_g, \tag{3}$$

$P_n \quad \frac{1}{m}\sum_{i\ 1}^{m} P_i$ - ; $S_g \quad \sqrt{\frac{1}{m \quad 1}\sum_{i\ 1}^{m}(P_i \quad P_n)^2}$ - ; P_i - *i*- , ; *m* - (5); *t* - ,

. 6.

« » (3)

, « » - .

f g_n,

(3), .

, ,

,

, .

,

,

.

$$F \quad \frac{1}{m_k}\frac{(\gamma' kg \quad \gamma G)(L \quad d)}{L} \quad \frac{\gamma'_k G}{2}, \tag{4}$$

WWW.STROYTENDERS.RU

m_k - ; g , G -
; L - ; *d* -
; G -
; $'_k$ -
, $'_k = 1$ $'_k = 1,05$
(
,); -
, ,
. 7 . 8
.
F, (4),
.
,
,
,
.
.
,
. 2 3.
.
,
,
.

8

		-		25546-82	
			,	3 -5	6 -8
	, ,		1,1	1,1	1,1
		,	1,4	1,4	1,4
	,		1,3	1,3	1,5
			1,5	1,5	1,7
			1,5	1,4	1,6
			1,6	1,6	1,8

(,
)
,

$$N \quad \psi(N \quad N \quad N), \qquad (5)$$

N N -
; N - ,
2.01.07-85; - ,

WWW.STROYTENDERS.RU

$$\psi \quad \frac{C}{C\ (1 \quad \beta\ ) \quad \beta} \quad \frac{C_d}{C\ (1 \quad \beta\ ) \quad \beta} \quad \frac{C}{C\ (1 \quad \beta\ ) \quad \beta},$$

, , , - , ; C_c, , , -

, ,

.

, ,

,

.

= 1,45; = 1,45; =

1,85.

,

:

$$C \quad \frac{N}{N \quad N \quad N}; \qquad C \quad \frac{N}{N \quad N \quad N}; \qquad C \quad \frac{N}{N \quad N \quad N}.$$

,

, N , N N ,

.

2.01.07-85.

ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

:

- ;

;

-

:

.

, , ,

. .,

. 5.25 II-23-81*.

(49) II-23-81*

N , M_x M_y :

$$\frac{N \quad N}{AR_{yo}\gamma_c}^{\ n} \quad \frac{(M_x \quad M_x\ )y_c}{C_x I_x R_{yo}\gamma_c} \quad \frac{(M_y \quad M_y\ )x_c}{C_y I_y R_{yo}\gamma_c} \quad 1, \qquad (6)$$

$$N \quad \sigma \quad A\ , M_x \quad N \quad y\ , M_y \quad N \quad x\ , \sigma \quad \sigma_F \ 1 \ \frac{A}{A} \ \frac{I_x}{I_x} \ \frac{I_y}{I_y}^{\ 1}.$$

:

x_c y_c - ,

x - x y - y ; A, I_x, I_y -

; $x^{осл}$, $y^{осл}$ -

WWW.STROYTENDERS.RU

$A^{осл}$ $x - x, y - y;$ I_x , I_y - ;
- $A^{осл}$,
.
n, c_x c_y . 66 II-23-81* .
. 2.19 2.46 .

$$A_{ef} \quad (1 \quad k_{SA} \quad ^*)A_0, \tag{7}$$

A_0 - ; k -
, , ,
. k_{SA}
- 2/t, - 1/*t*, - 4/(*t* + *d*), *t* *d* - .

$$W_{ef} \quad (1 \quad k_{SW} \quad ^*)W_0, \tag{8}$$

W_0 - ; k_{SW} -
;
k_{SW} . 1
. 4.
* (7) (8) :
* = -
;
* $\overline{2}$ - (, ,
. .), - ,
.
,
,
.
(. 1)
f_0 k
, , $m_{ef}=k\eta m_f$
$m_f=f_0A/W$.

$$k \quad 0{,}82 \quad 0{,}1\sqrt{\eta m_f}\,/\,\overline{\lambda}, \tag{9}$$

$\overline{\lambda}$ - ; -
, . 7.3 II-23-81*.

$$f_0 \quad \psi_0 f' \quad , \tag{10}$$

$f'_{из}$ - , N'_0 (. . 1);
- (0 0 1),

WWW.STROYTENDERS.RU

$$\psi_0 \quad 1 \quad 0{,}1\bar{\lambda}^2\sigma'/R_{yo}, \tag{11}$$

$\sigma' \quad N'_0/A_0 \quad \pi^2E/\lambda^2$ - $f'_{из}$; R_{yo} -

.

N'_0 ,

$_0 = 1$.

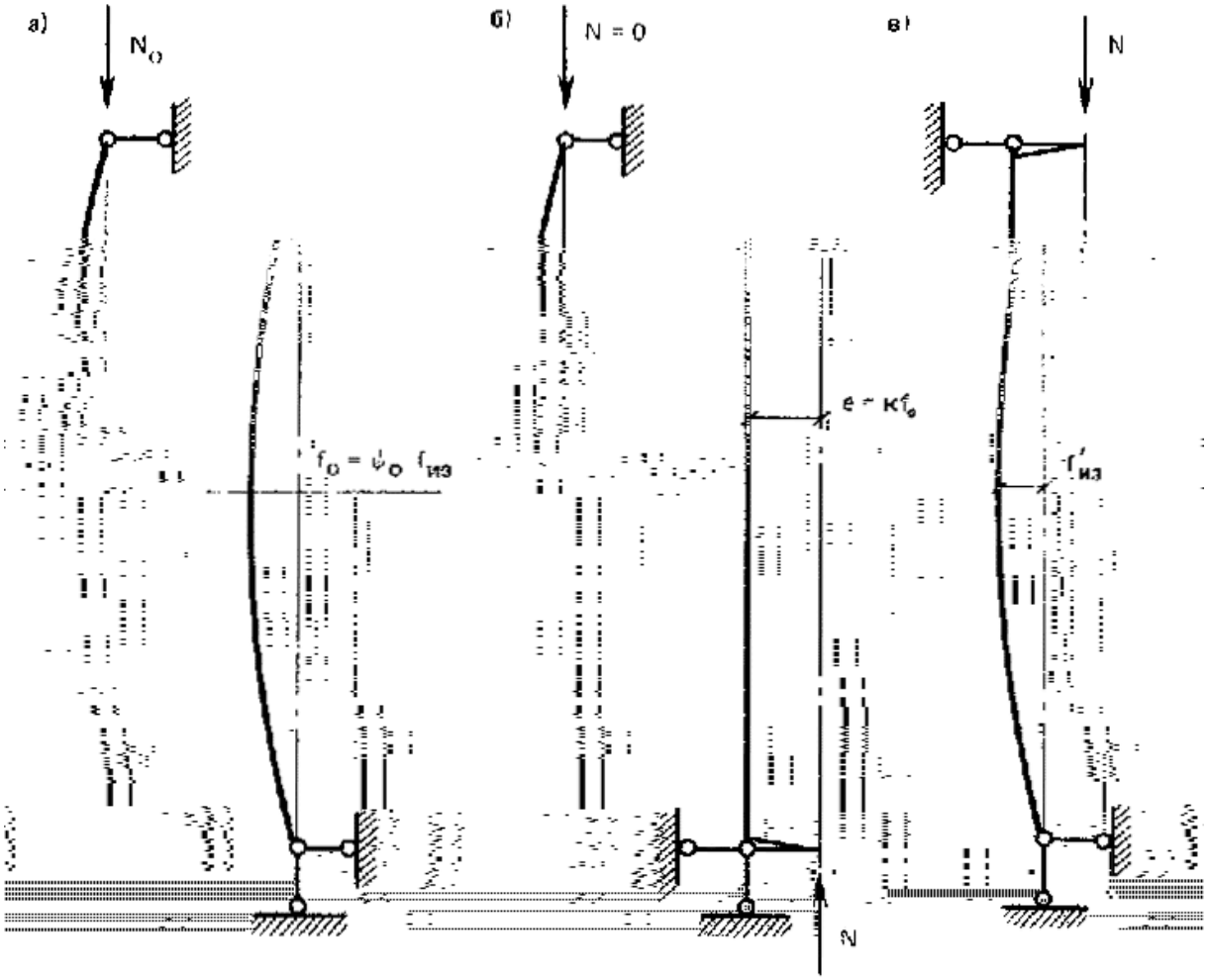


Рис □ □Сжатый стержень с общим искривлением

а - ; *б* - ; *в* - -

□□ □

, . 2 . 4,

$$N/\varphi_{uv}A_0 \quad R_{yo}, \tag{12}$$

uv - , . 3-5 . 4

$$\bar{\lambda}_x \quad l_0/i_x\sqrt{R_{yo}/E}$$

WWW.STROYTENDERS.RU

$\bar{u}_0 \quad \frac{f_{x0}}{l_0}\sqrt{E/R_{yo}}$; $\bar{v}_0 \quad \frac{f_{y0}}{l_0}\sqrt{E/R_{yo}}$;

( )

,

= 0,8 . 4 . 4.

f_{x0} f_{y0}

. 2.36.

uv

- , . 5.3 II-23-81*.

, □

, x = y = 1

$$\frac{N}{\varphi_{uv} k \quad A_0} \quad R_{yo}\gamma_c \,, \tag{13}$$

uv - , . 3 . 4; $k_{осл}$ - ,

, ; $k_{осл}$ = 1 -

( ); . 7 . 4 -

; - ;

A_0 - . ,

, $k_{осл}$ = 1.

$l_{осл}$ $b_{осл}$,

l_m $f_{ом}$ (. 8 4).

□

$$N/(\varphi\varphi \quad A_0) \quad R_{yo}\gamma_c \,, \tag{14}$$

- , ; -

,

.

, II-23-81* . 2.41:

-

$$\bar{\lambda}_{ef} \quad \lambda_{ef}\sqrt{\varphi \quad R_{yo}/E} \,; \tag{15}$$

- ,

(15)

$$m \quad e(A_0 a_c / I) \,, \tag{16}$$

a_c - , ,

.

□□□□

,

(, , . .),

II-23-81*

WWW.STROYTENDERS.RU

, ,

$\bar{\lambda}$ m_{ef} ,

. m_{ef} . 2.42-2.44.

,

, II-23-81*,

, :

v_0 1 0,04$\bar{\lambda}$ $\bar{\lambda}$ 2,5;

v_0 1,1 $\bar{v}$ 2,5, (17)

$\bar{\lambda}$ - .

$\lambda_{ef} = \lambda$.

(. . 2.35). k

k 0,8 0,25$\sqrt{m}$ / $\bar{\lambda}_{ef}$. (18)

, ,

(14), . 2.40.

, ,

.

. 2.39

( )

. 2.35-2.38. (12)

uv, . 6 . 4.

,

, .

(14) -

.

μ Ql / 4 , (19)

Q - ; $l_{вет}$ - ,

.

,

,

.

(. 2), (14),

- M

M Qtk / k , (20)

t - ,

WWW.STROYTENDERS.RU

(. 2); k - ,

$= t/l_1$ (l_1 -)

$$k \quad 1 \quad \chi ; \tag{21}$$

k - , ,

$$k \quad 1 \quad 0{,}5I \ / I \ , \tag{22}$$

I_Σ - , ; I -

.

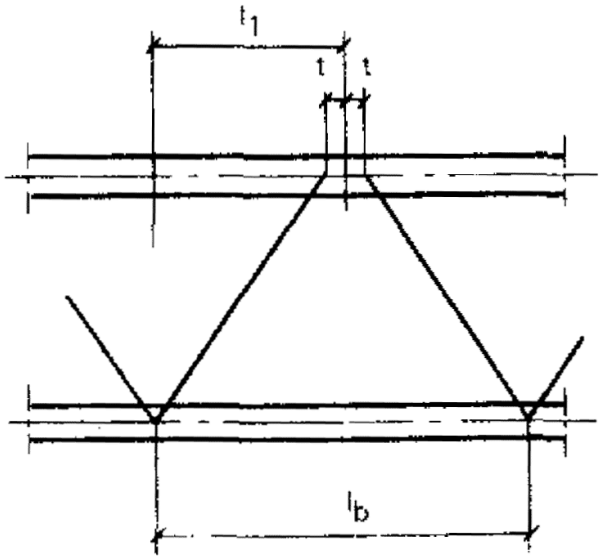


Рис Сквозной стержень с расцентровкой решетки

(20)

k /k = 1.

.

, ,

,

(. 9 . 4), , (. 10 . 4).

$$\sigma_{\max} \quad \beta R_{uo} / \gamma_u \ , \tag{23}$$

max - ,

,

; - ,

.

$$\beta \quad \exp[2\psi \ (T \quad T_{cr})] , \tag{24}$$

T - ,

; T_{cr} - ,

WWW.STROYTENDERS.RU

. 10 . 4 *t*,
(. 9 . 4); - ,
0,005 -1 3 , 0,0044 -1 09 2 .

R_{yo}, =
0,0041 R_{yo} = 234 = 0,0028 R_{yo} = 310 .
(23) (24),
* = R_{yo}/R_{uo},

.

9

	3	09 2	10 2 1	18 2
ΔT_{cr}	15	20	25	30

. 11 . 4. ,
,
.
,
. 6.8 .
□□□ □
(5
, 25%)
T_{cr}. T_{cr}, . 10 .
4, ΔT_{cr}, . 9
. . 2.45 .

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ

□□□ □
:
- ,
,
;
-
( )
, ,
( );
( ) -
3972-83 .
□□□ □ , ,
, (. . 1.6)
, .
□□□ □ , ,
. :
,
( ), III-18-75,
, ,
. 2.32-2.46 ;
, ,
, . 6.15 6.16 II-23-81*,

WWW.STROYTENDERS.RU

, III-18-75
, ,
;
, .
12.3, 12.8, 12.9, 13.5, 13.6, 13.9, 13.14, 13.16, 13.19, 13.25, 13.27, 13.46, 15.13, 16.15-16.18
16.23 II-23-81*,
,

. 2.32-2.46 .
,
. 13.1-13.4 II-23-81*,
(,
,
. .).
,
. 50 II-23-81*,
.
, . 50 II-23-81*
,
.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ УСИЛЕНИЯ СОХРАНЯЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

WWW.STROYTENDERS.RU

.

□□ :

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

,
;
, , .
.,
;
, ,
, , . .
□□ :
, , , ,
;
,
,
;

.
□□ , ,
, .
,
.
□□ , ,
.
.
,
.

.
.
□□ . 50 II-23-81 *
.
,
.
□□ , ,
(,
).
, ,

.

УСИЛЕНИЕ БАЛОК

□□ :
(
);

;

;

.

WWW.STROYTENDERS.RU

□ □ (___. 3)

«а» - «е»

.

«в»-«к»,

«и»

,

«к» .

, , *«в» «г»*

, ,

«д» «е»,

(,)

«ж».

□ □ (___. 4)

, *«а» «б»*

.

(*«в» «г»)*

.

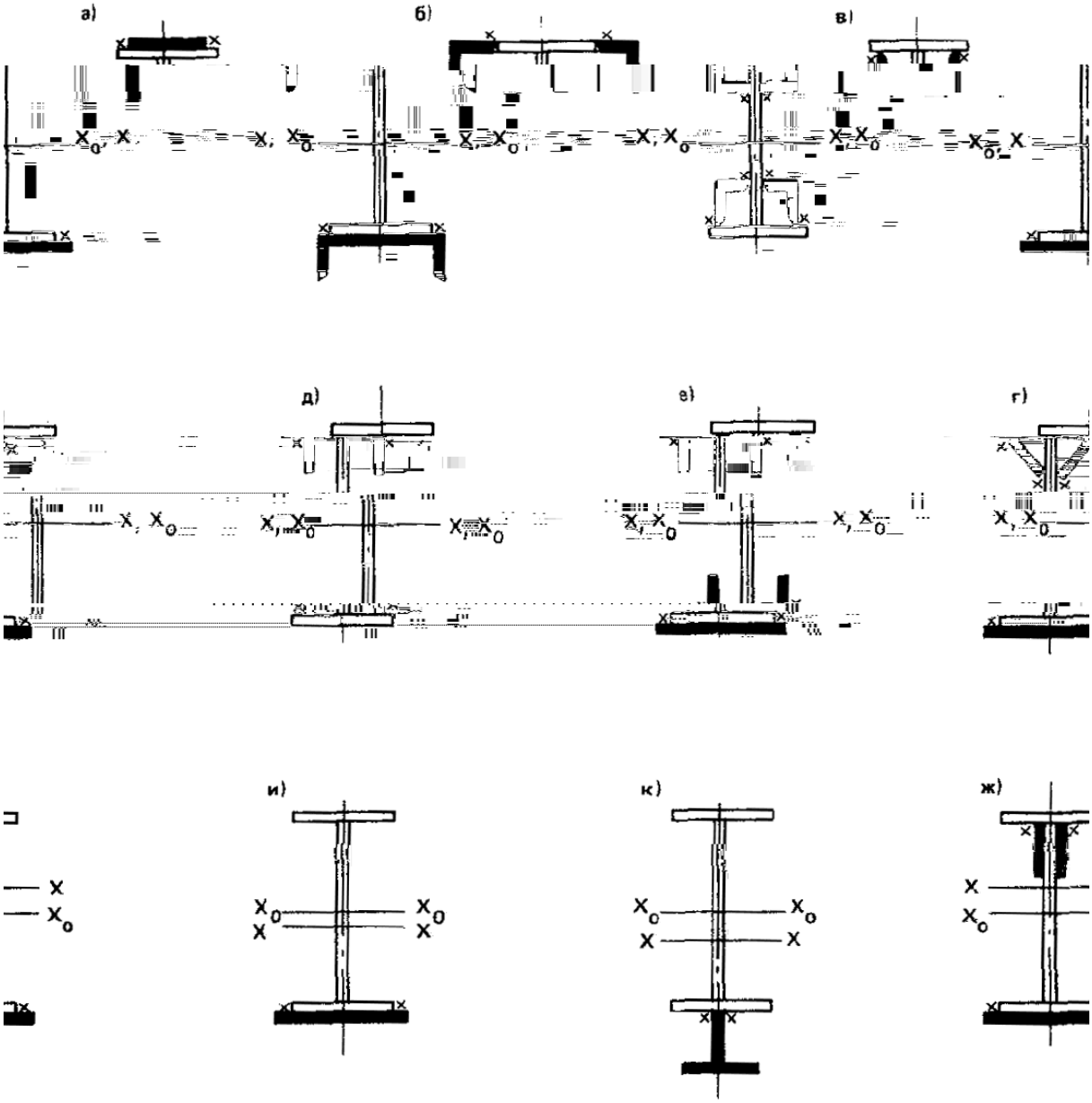


Рис □ □

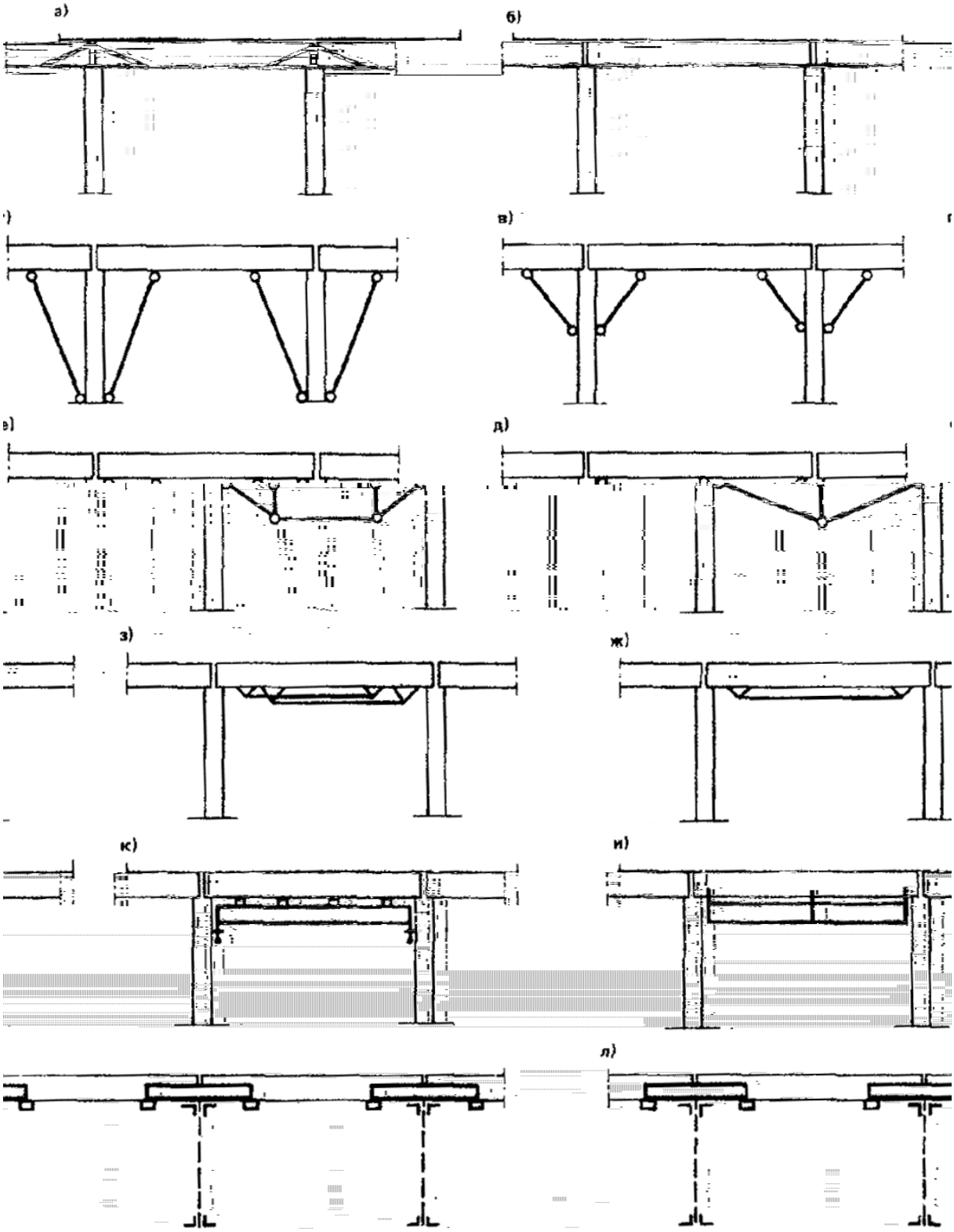


Рис □□Усиление балок путем изменения их конструктивной схемы

а-л -

WWW.STROYTENDERS.RU

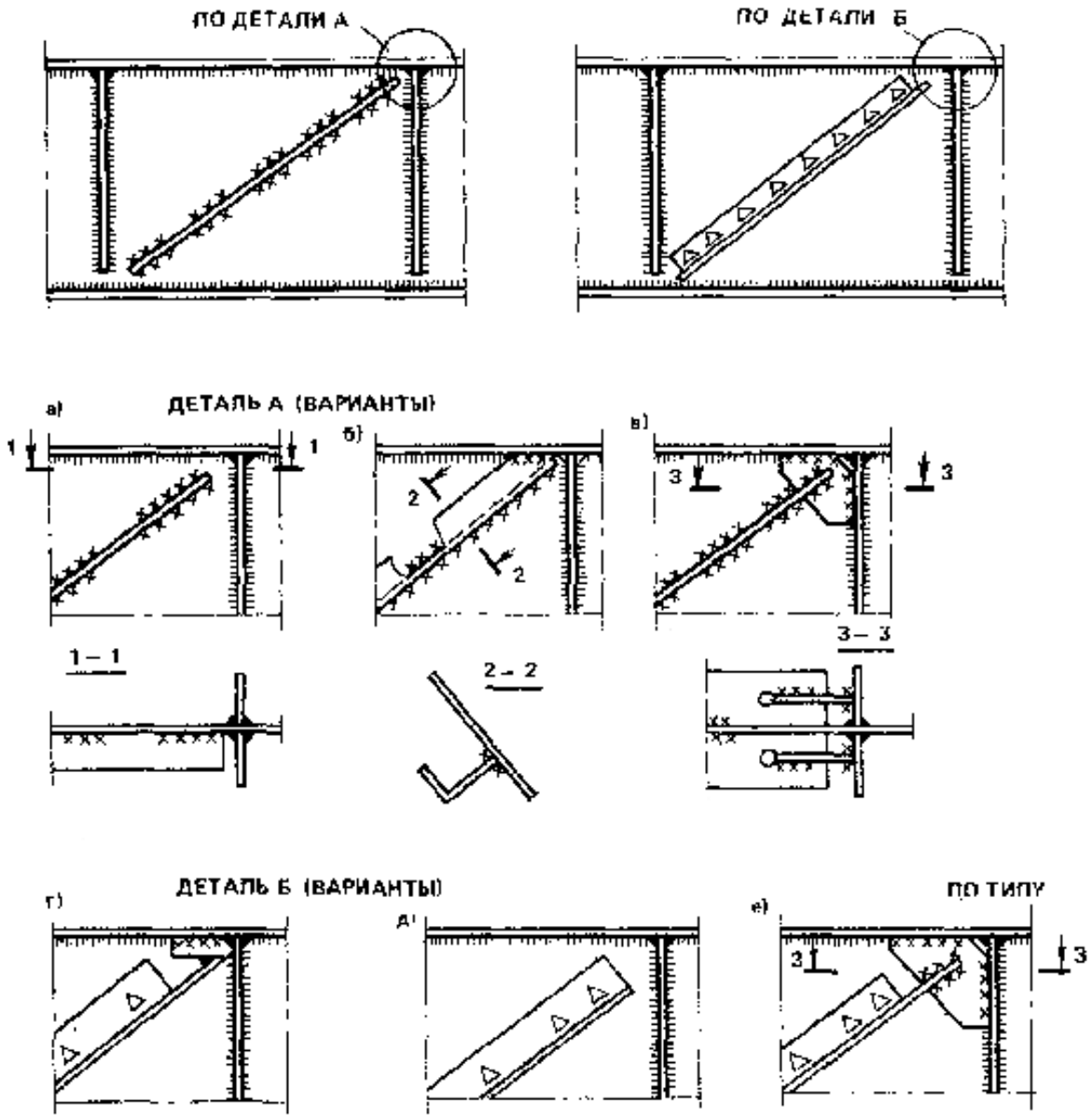


Рис □ □Установка наклонных ребер жесткости

а-д - ; б-г, е -

□ □

, ,

. (. 5)

, ,

,

- .

. , ,

( )

«в» «е» . 5

.

ОСОБЕННОСТИ УСИЛЕНИЯ ПОДКРАНОВЫХ БАЛОК

□ □ 7 8 ,

,

.

,

WWW.STROYTENDERS.RU

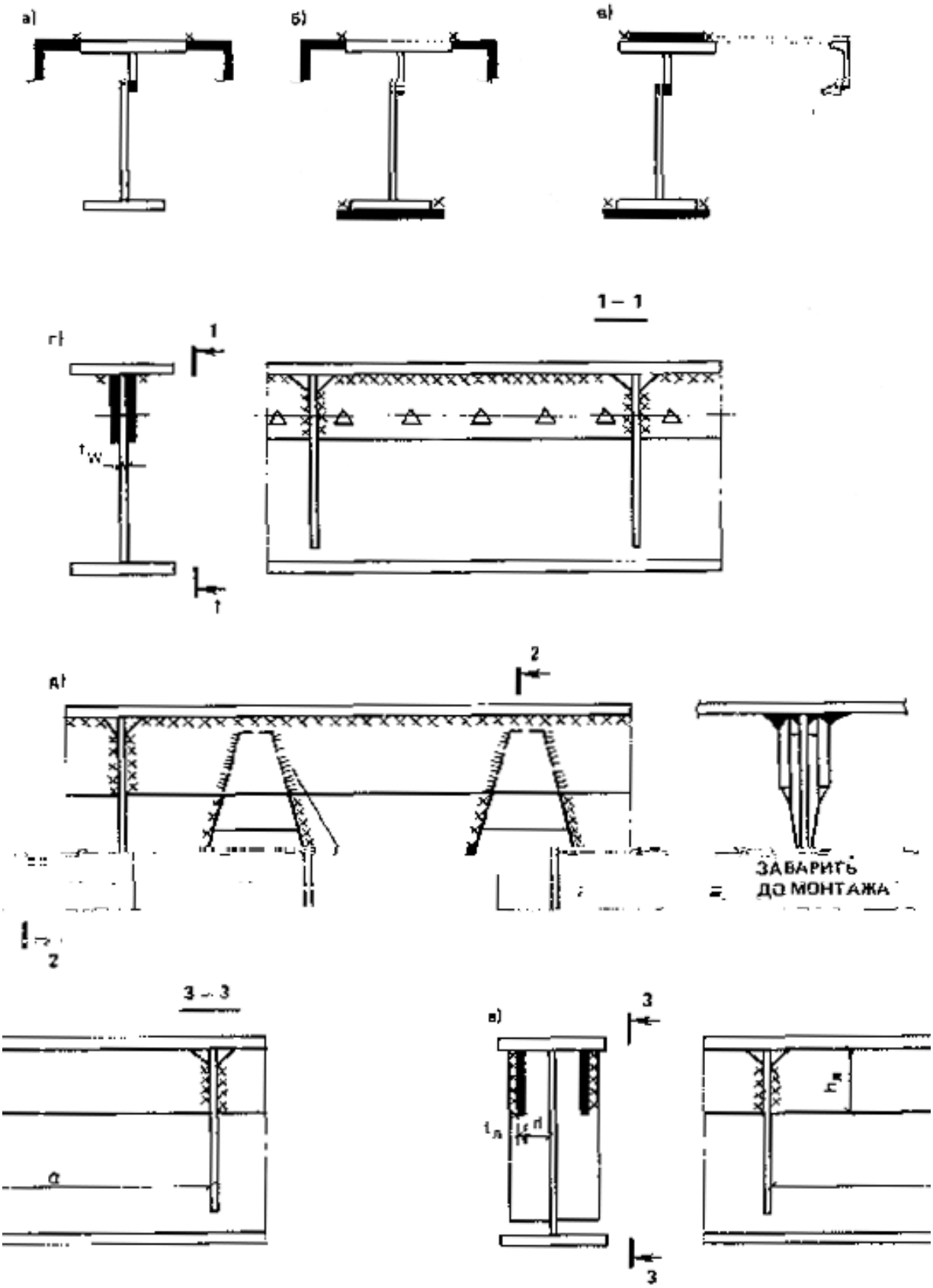


Рис □ □Усиление подкрановых балок
д-е -

□ □ (. 7)
«а», «в», «г». *«б»,*
,

WWW.STROYTENDERS.RU

, , (,
) . *«б» «д»*
-
.
«л» «м»,
.
□□□□
(. 8, ,).
(
)
(. 8,).

WWW.STROYTENDERS.RU

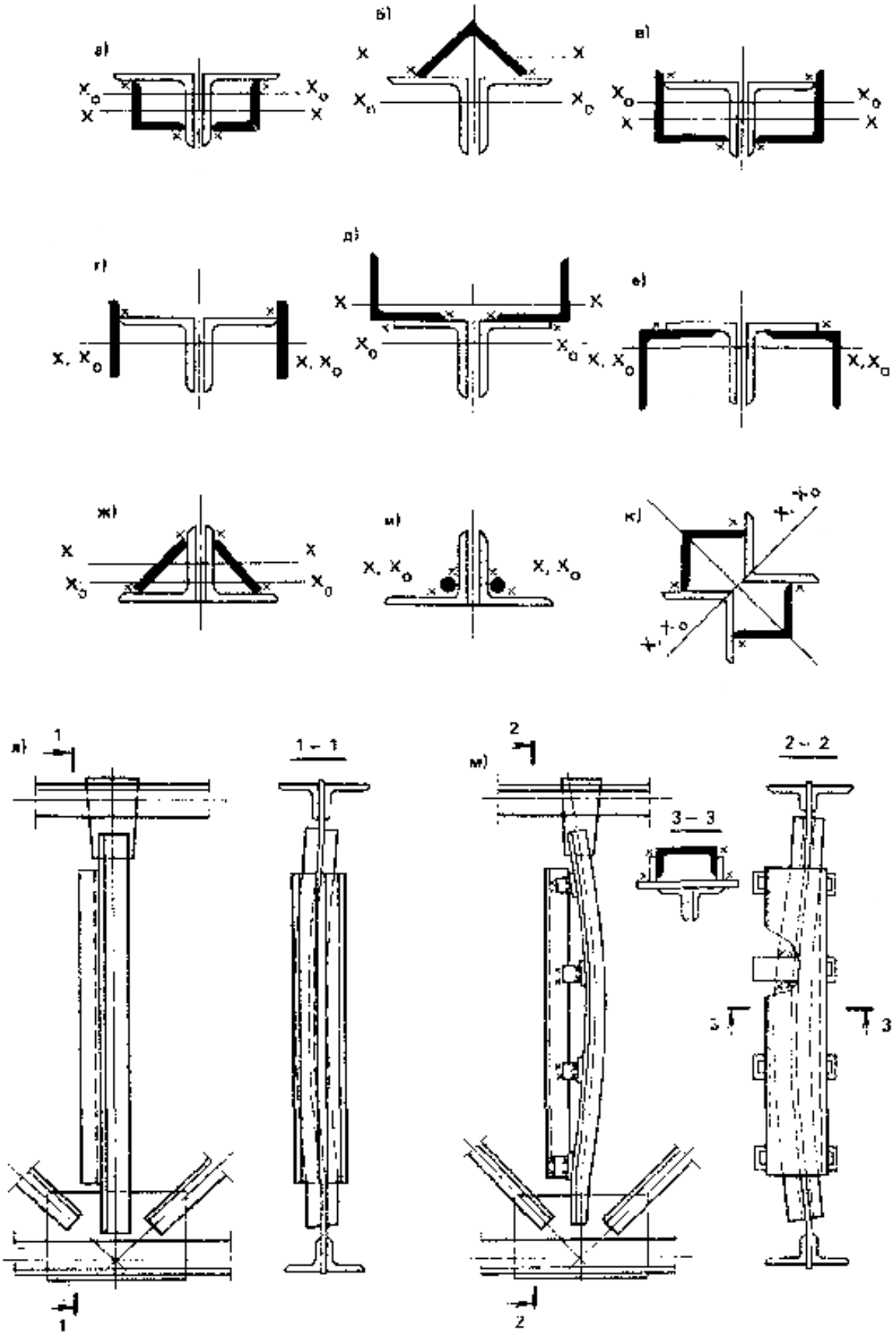


Рис □ □Усиление элементов стропильных ферм

а-м -

WWW.STROYTENDERS.RU

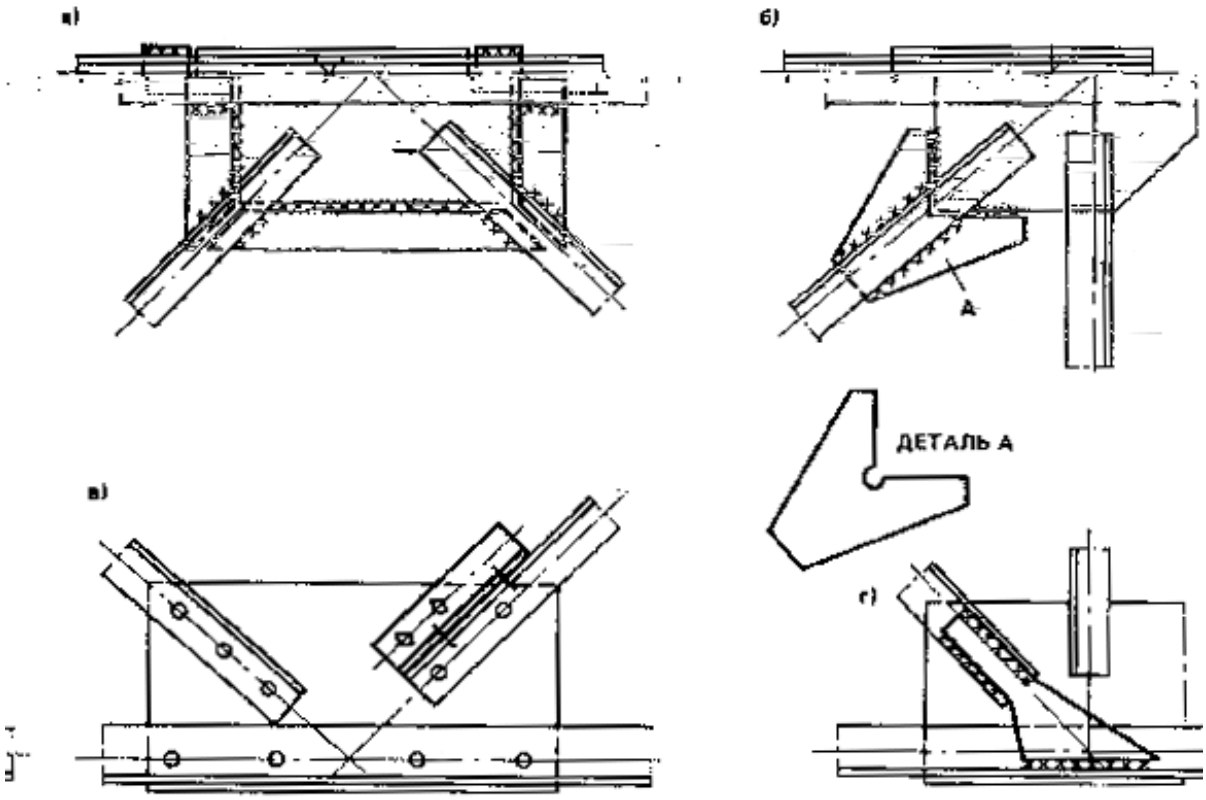


Рис □ □Усиление узлов крепления стержней стропильных ферм

□□ □ (. 9)

.

«а»

, .

.

«б» ,

, .

(*«в»)*

.

.

(*«г»).* , ,

. ; .

«д» , .

- (*«е» «ж»),*

(*«и»)*

(,).

WWW.STROYTENDERS.RU

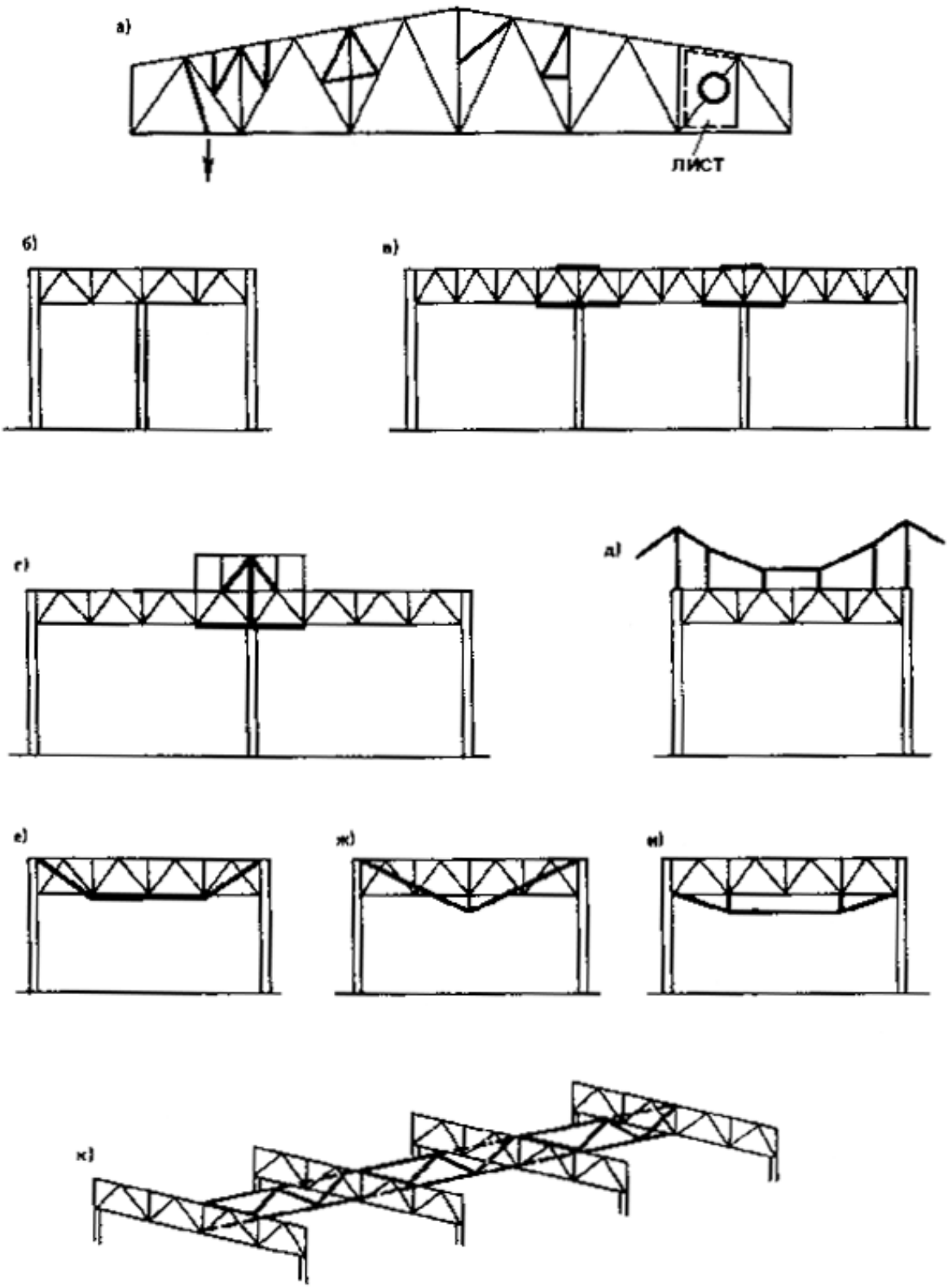


Рис Усиление стропильных ферм путем изменения их конструктивной схемы

а-к -

(. 9,)

,

.

,

,

.

WWW.STROYTENDERS.RU

УСИЛЕНИЕ КОЛОНН И ПОПЕРЕЧНИКА В ЦЕЛОМ

□□□ , , ,

.

, .

□□□□ (. 10)

.

-

,

.

.

,

:

;

.

□□□ (. 11)

.

(,

) (« »)

.

.

(«б»), - (

«г»).

. , . 3.11,

, (

«в»).

□□□

, .

□□□

,

.

.

(. 12).

(. 12, , ,),

.

(. 12,) .

WWW.STROYTENDERS.RU

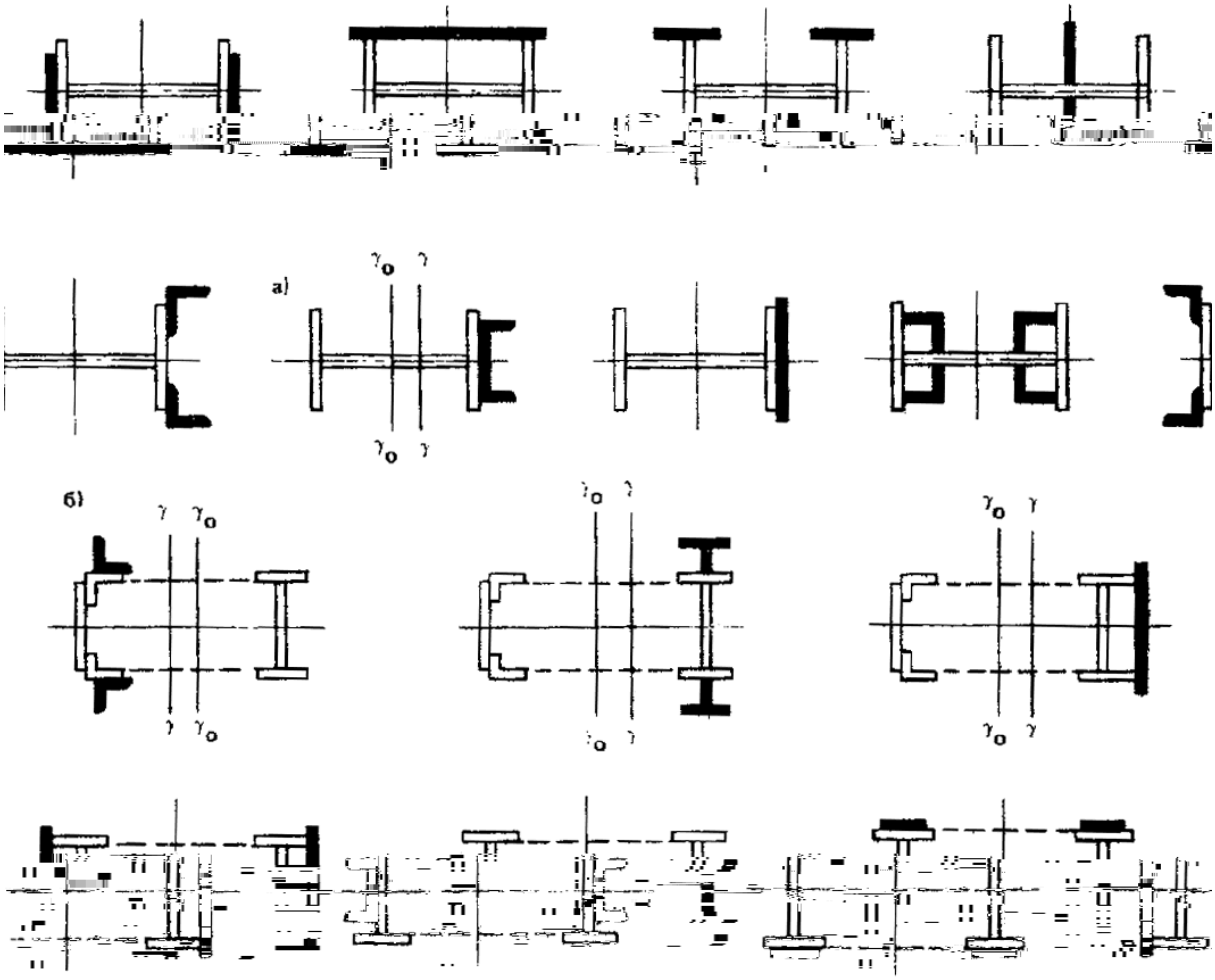


Рис Усиление колонн путей увеличения сечений
- *; б -*

WWW.STROYTENDERS.RU

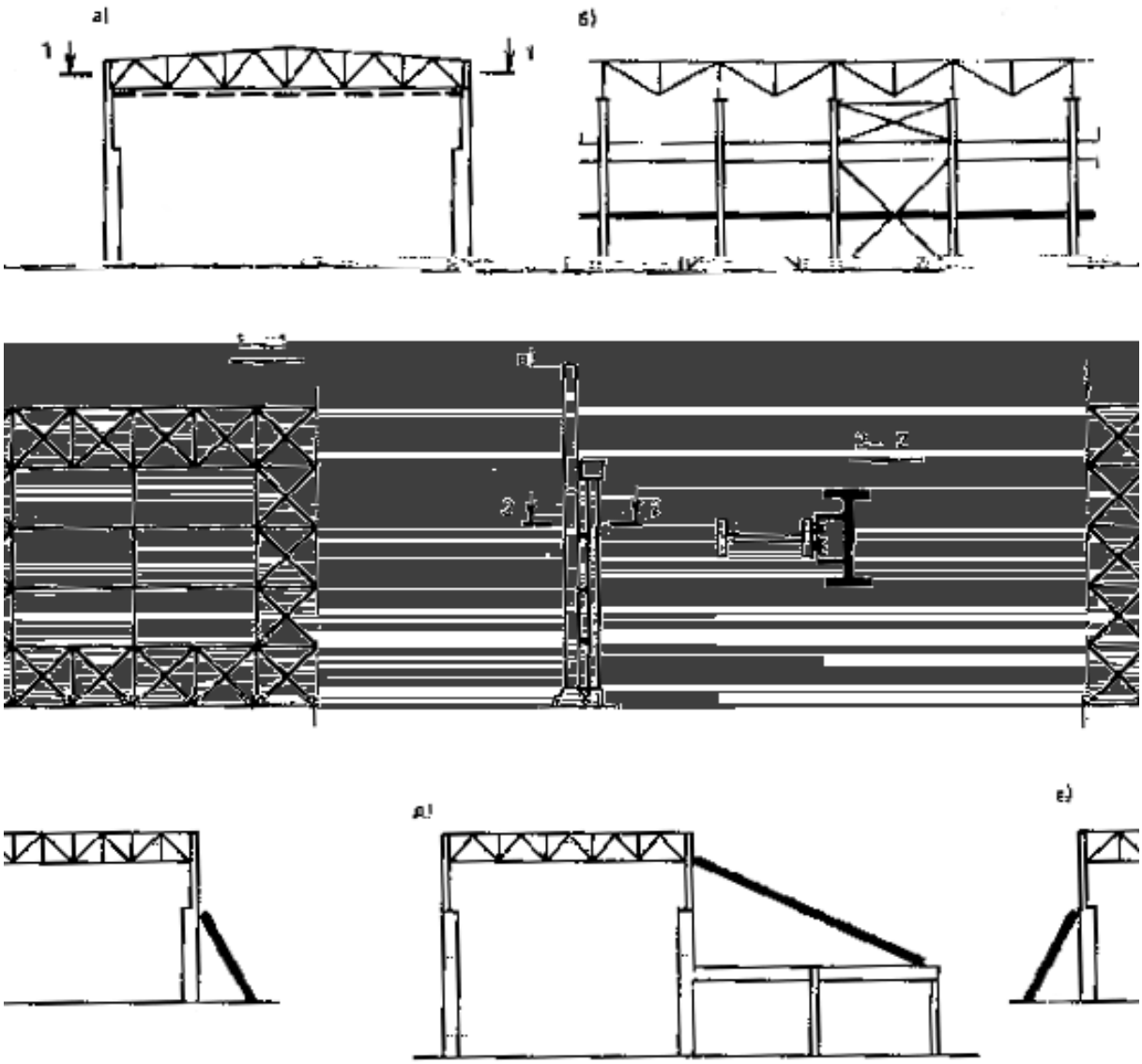


Рис □ □Усиление колонн и поперечника в целом путем изменения конструктивной схемы

а-д -

□□ □ , -

, (. 13).

, . ,

.

□□ □

( ),

.

.

,

.

□ □□

.

WWW.STROYTENDERS.RU

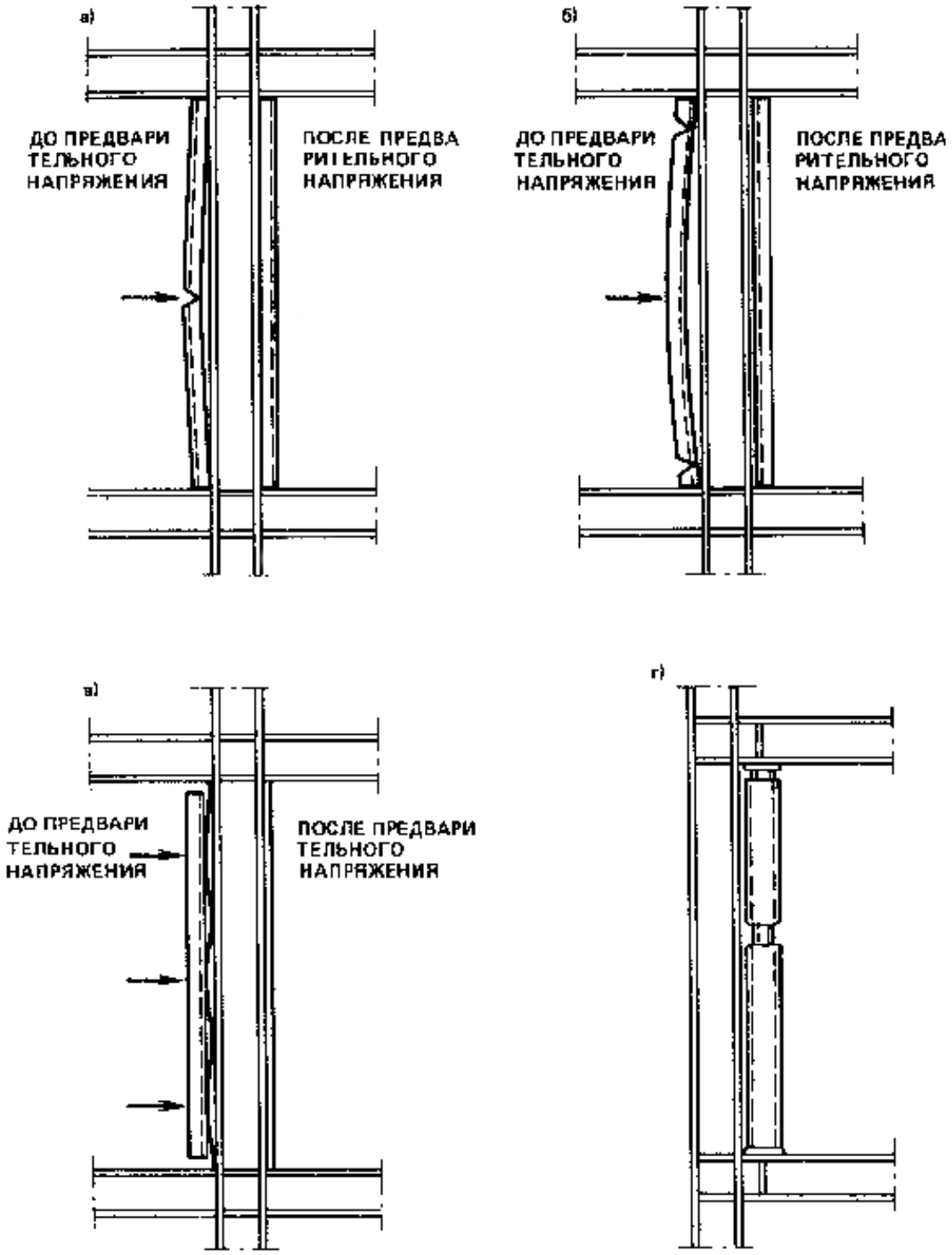


Рис □ □Усиление сплошных колонн

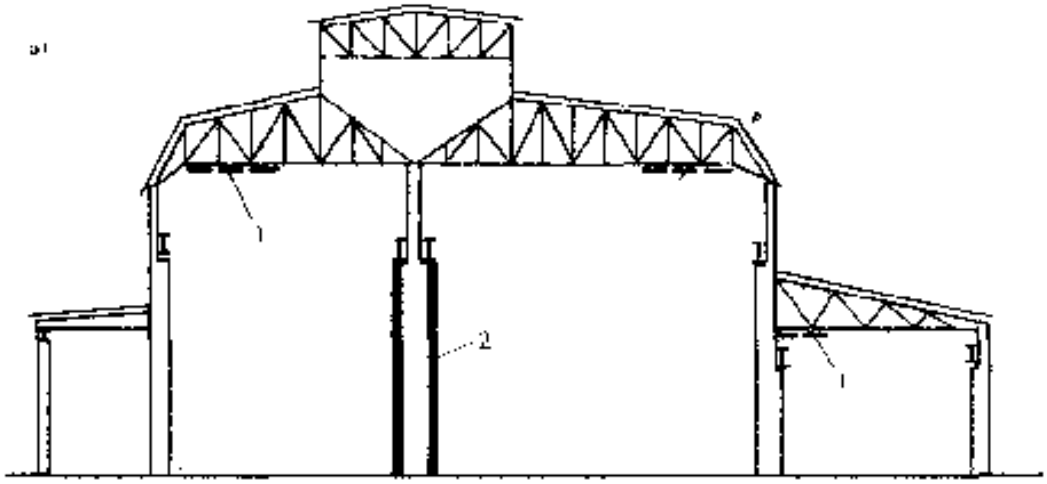
а-в - *; г -*

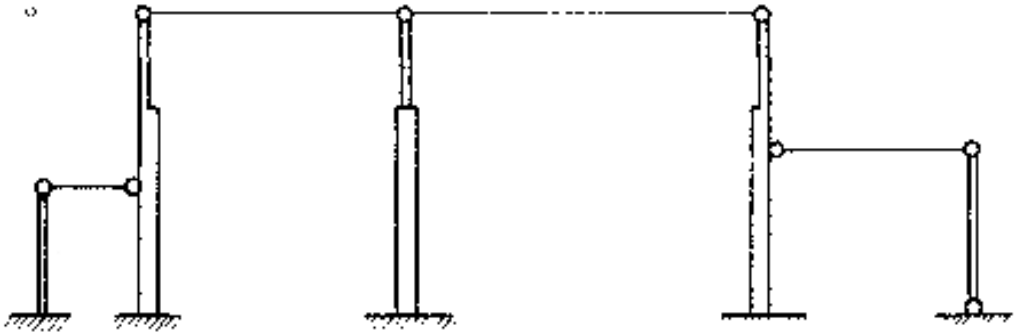
,

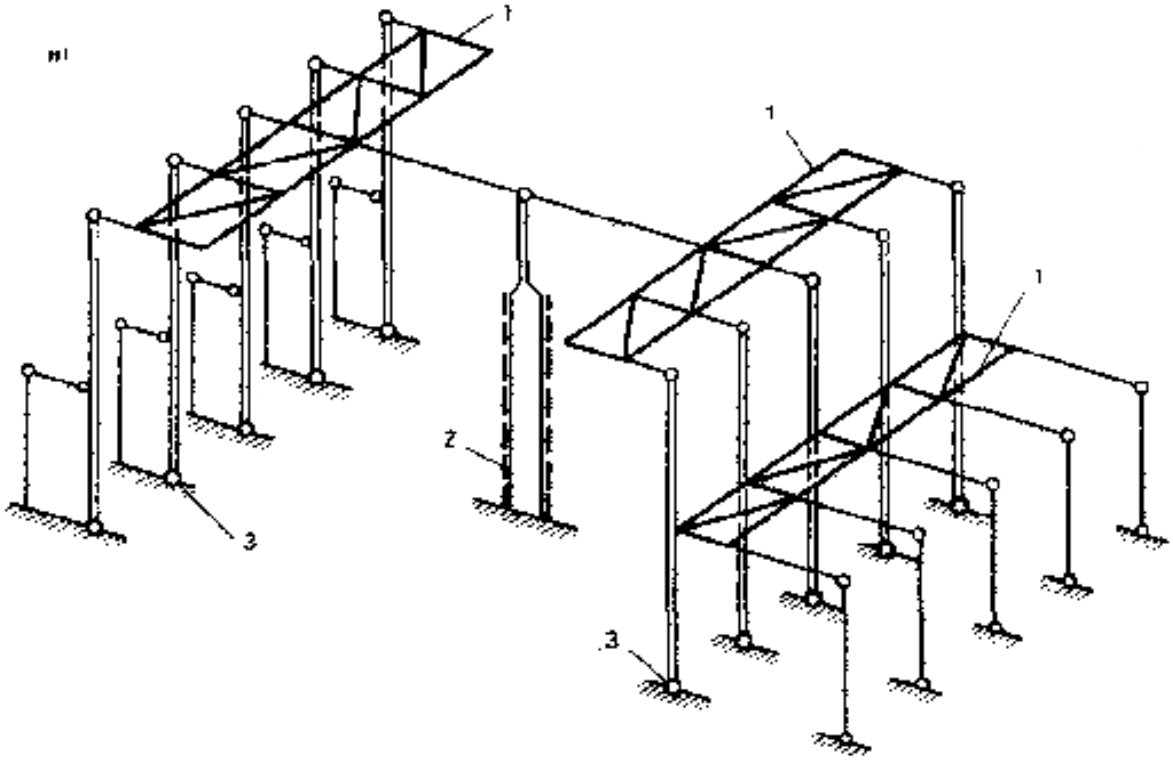
.

, .

WWW.STROYTENDERS.RU







WWW.STROYTENDERS.RU

Рис Усиление путем введения в схему дополнительных элементов жесткости и шарниров

а - ; *б, в* - ; 1 - ; *2* - ; 3 -

УСИЛЕНИЕ ЭСТАКАД ТРАНСПОРТЕРНЫХ ГАЛЕРЕЙ И ОПОР ТРУБОПРОВОДОВ

, .

, , .

.

.

, - . , , .

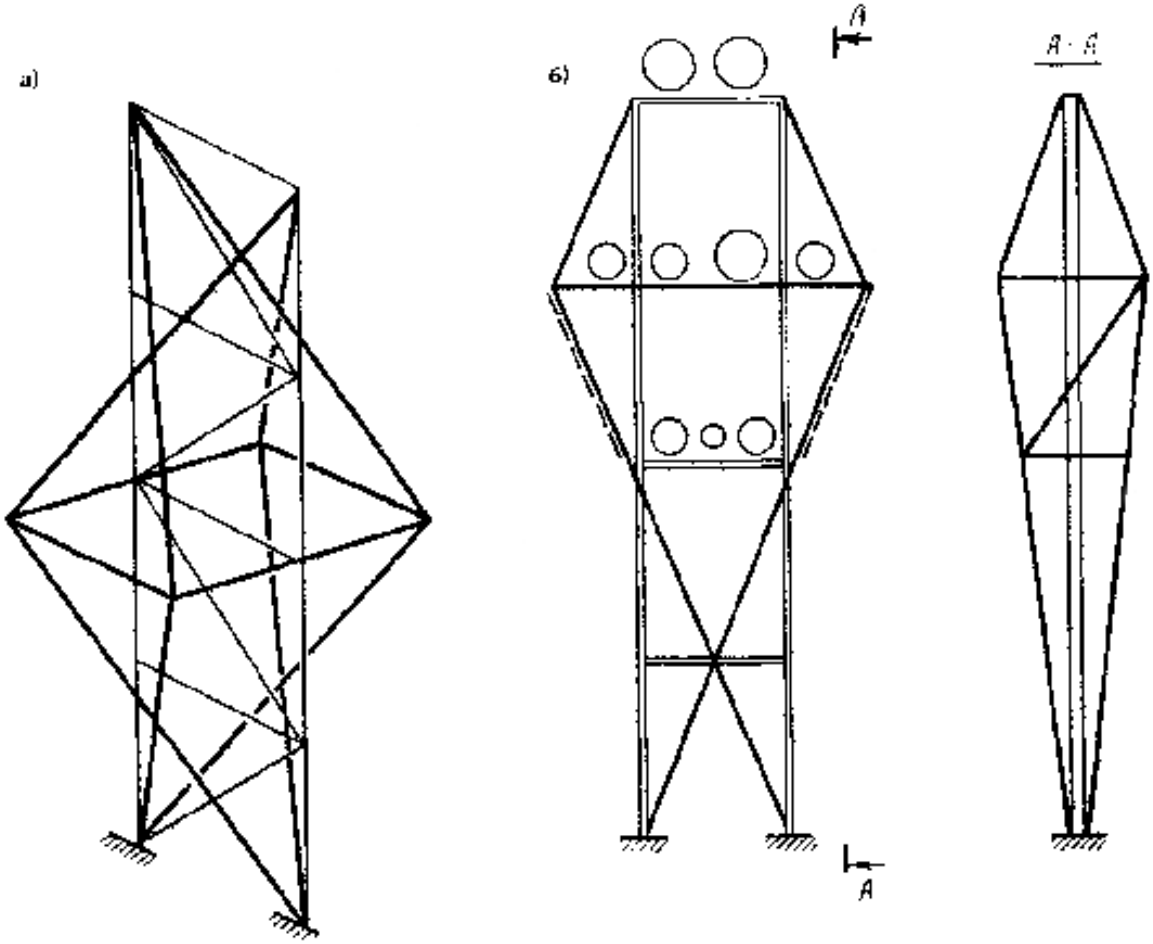


Рис Усиление плоских опор транспортерных галерей и трубопровода путем уменьшения свободной длины поясов с помощью шпренгельных систем

а - ; *б* - ( )

, (___. 14) .

УСИЛЕНИЕ ОПОР ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

WWW.STROYTENDERS.RU

. , ,
.

□ □

,
.

□ □

.
, , ,
.

ТРЕБОВАНИЯ □ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ТЕХНОЛОГИИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО УСИЛЕНИЮ

□ □

:

, -
;
(
) (,);

,
;
, , ,
(, . .);
, ,
.
,
, .
□ □ ( ),
, ,
. 1.06.05-85, .
,

( ) .
□ □ ,
, (
, . .),
,
.
□□□□ ( )

,
- .
□□ □

,
.
□□□□

:
( )
, . .;
20-30 300-500

WWW.STROYTENDERS.RU

;
, ;
,
.
( )
(, . .)
.
,
( ) , . 3.43-3.45.
□□ □
, , - .
(,)
.
,
- .
□□□

(7), 2-5 .
( )
.
.
( ) , .
,
.
□□ □ (0,3 .
. 4.11)
. 3.42 - 3.44,
.
□□ □
.
, , , .
.
.

□□РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ УСИЛЕНИИ ИХ ПУТЕМ УВЕЛИЧЕНИЙ СЕЧЕНИЙ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

□□ □
, .
, .
□□□
,
, , .
, ,
(, . .)
,
,
- .
□□ □ , ,
, ,

WWW.STROYTENDERS.RU

,
.

□□□□

,
(, ,
).

, ,
= 0,8.
. 4.26-4.30 .

. 3.42-3.46 .

□□ □

. 4 II-
23-81*.
0,9, . 5 II-23-81* .

□□ □ n
.
III (. . 1.6)
n = 0,8 ( ),
.

□□ □ ( ) :
, ,
. 1.3 2.01.07-85
;
, 2.01.07-85 ( )

(p,lim = 0,004). III

,

IV (

, . .).

, ,

: ,

( ); ,

, .

. 4.8.

0

(0 = | 0,max/R_{yo}|). ( )

0

$$\sigma_0 \quad \frac{N_0}{A_{0n}} \quad \frac{M_{0x}}{I_{x0n}} y \quad \frac{M_{yo}}{I_{y0n}} x \, , \qquad (25)$$

N_0, M_{0x}, M_{0y} -

.

-

M_0

$$M_0 \quad N_0 (e \quad f_0) \, , \qquad (26)$$

$e = M'_0/N_0$ - ; M'_0 -

, ;

$$f_0 \quad N_0 e/(N_0 \quad N_0) \, . \qquad (27)$$

f_0 - .

$M_0 = 0$

,

$$e \quad m_0 W_0 / A_0 \, , \qquad (28)$$

m_0 - ,

0, . 15; W_p - .

f_0

. -

.

,

, . 4.8

, , :

0 0,2 I ;

0 0,4 » II »;

0 0,8 » III IV .

,

, ,

WWW.STROYTENDERS.RU

(,).

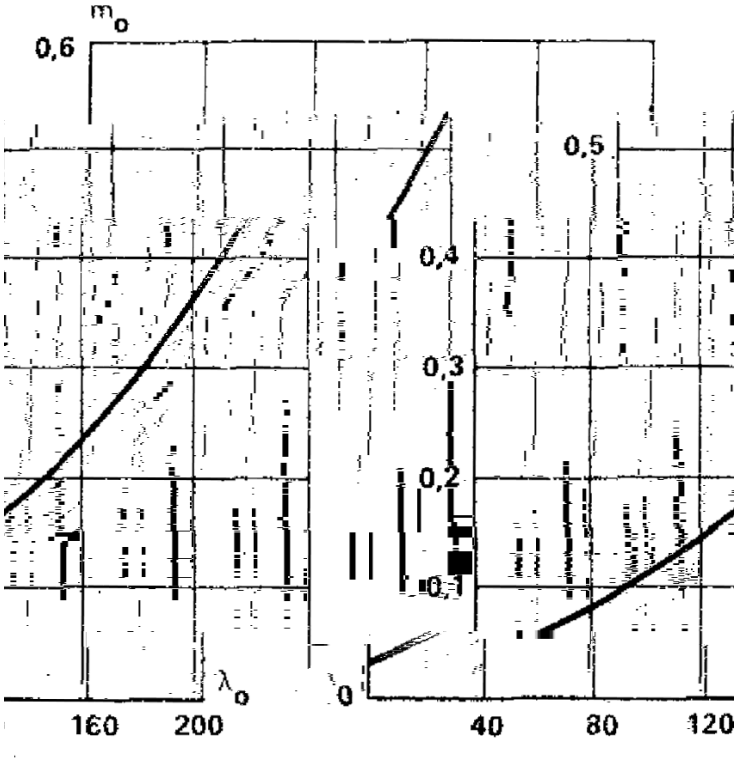


Рис Случайные эксцентриситеты

ПРИСОЕДИНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ УСИЛЕНИЯ

.

(. 12.8 II-23-81*).

.

III IV ,

30° , ,

( ) (. 16,).

, $80i_{min}$ $40i_{min}$

. i_{min} -

.

I II .

WWW.STROYTENDERS.RU

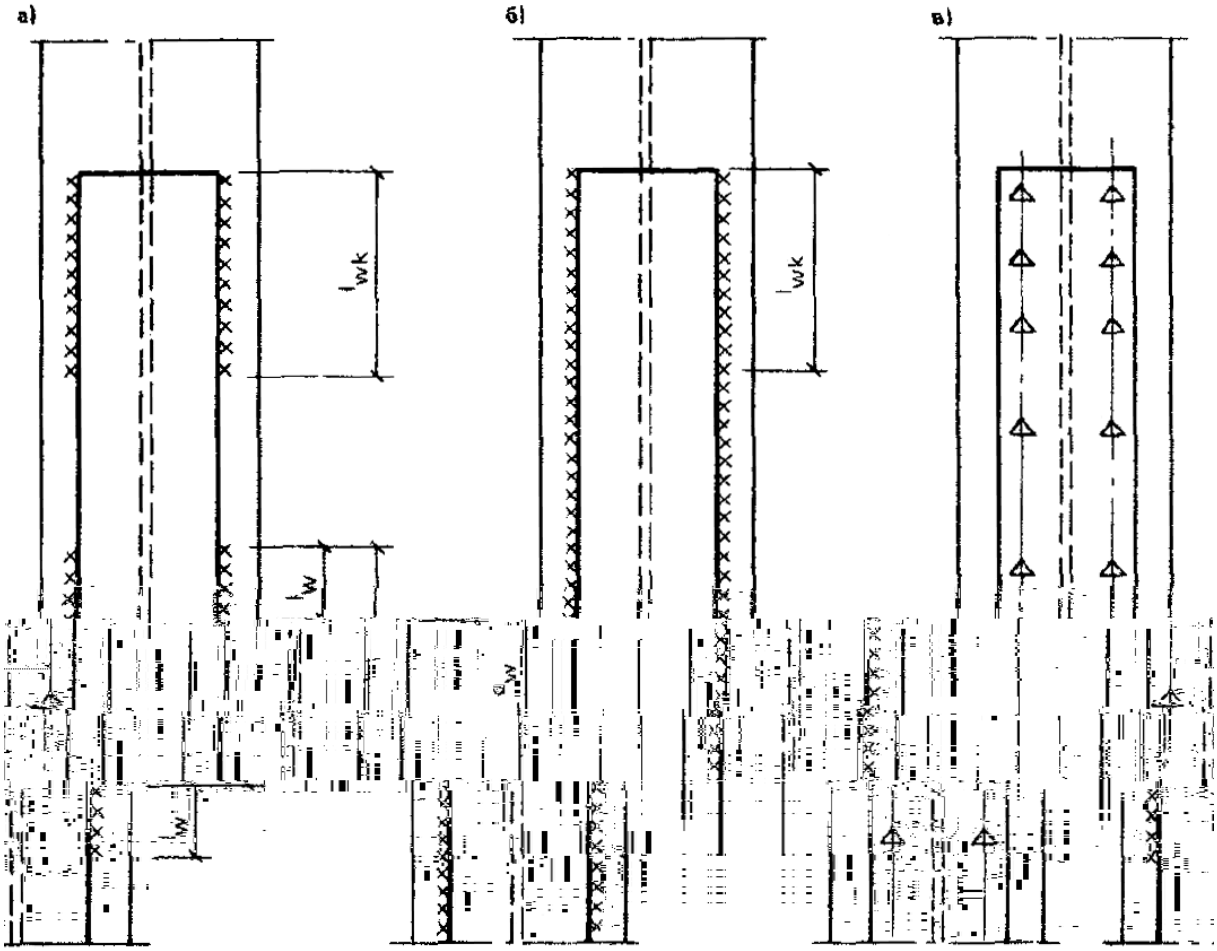


Рис □ □Присоединение элементов усиления

а - ; *б* ; *в* -

□□ □

$$T_r \quad \frac{Q_{\max} S_r}{I} a_w , \qquad (29)$$

Q_{max} - .

Q_{max} Q_{fic}, Q_{fic} -

, . 5.8 II-23-81*;

S_r -

; w - (. . 16, *а*).

□□ □

$$l_w \quad \frac{\alpha_w T}{\beta_w k_f R_w \gamma_w \gamma_c} \quad 1 , \qquad (30)$$

w - , ,

T,

. w, w R_w

f z, wf wz, R_{wf} R_{wz}, . 11.2 II-23-81*

. 50 .

WWW.STROYTENDERS.RU

.

, .

, (31)

; A_r - .

(N = 0) .

□ □ (. 16,), ,

. (32)

, (

85 $_w k_f$)

. (33)

□ □ (. 16, *в*)

, :

;

;

.

.

,

.

40*i* 80*i*

, (34)

$[N]_{min}$ - (, ,

. 3.5 II-23-81*).

, (35)

n - (. . 16,); $a_в$ -

.

.

$$f_* \quad f_0 \; 1 \quad \alpha_N \frac{I_r}{I_0 \quad I_r}, \qquad (36)$$

f_0 - .

f_0 . 4.11

; - ; I_r

, ,

$\alpha \quad \frac{N}{N \quad N_0}$

, ; -

, .

$_N = 1$.

($I_r/I<0,1$)

$f_* = f_0$.

,

, , $f_* = f_0$.

,

,

$$f_w \quad \alpha_N a \frac{Vl_0^2}{8I} \quad n_i y_i, \qquad (37)$$

a

($a = 1$); $V = 0,04k_f^2$ -

; k_f - ; $l_0=l_{ef}$ -

(l_0 -); y_i -

i-

,

; $n_i \quad 1 \quad u\frac{\ln(1 \quad \xi_i)}{\ln 2}$ - , -

; $\xi_i \quad \sigma_{0i} / R_{y0}$ - ,

i-

.

u : , , $u = 1,5$;

, , $u = 0,5$;

- $u = 0,7$; ,

, ,

$u = 1$. n($_i$) . 17;

$_{0i}$ (25) ;

. M_0 (26)

f_* f_0.

WWW.STROYTENDERS.RU

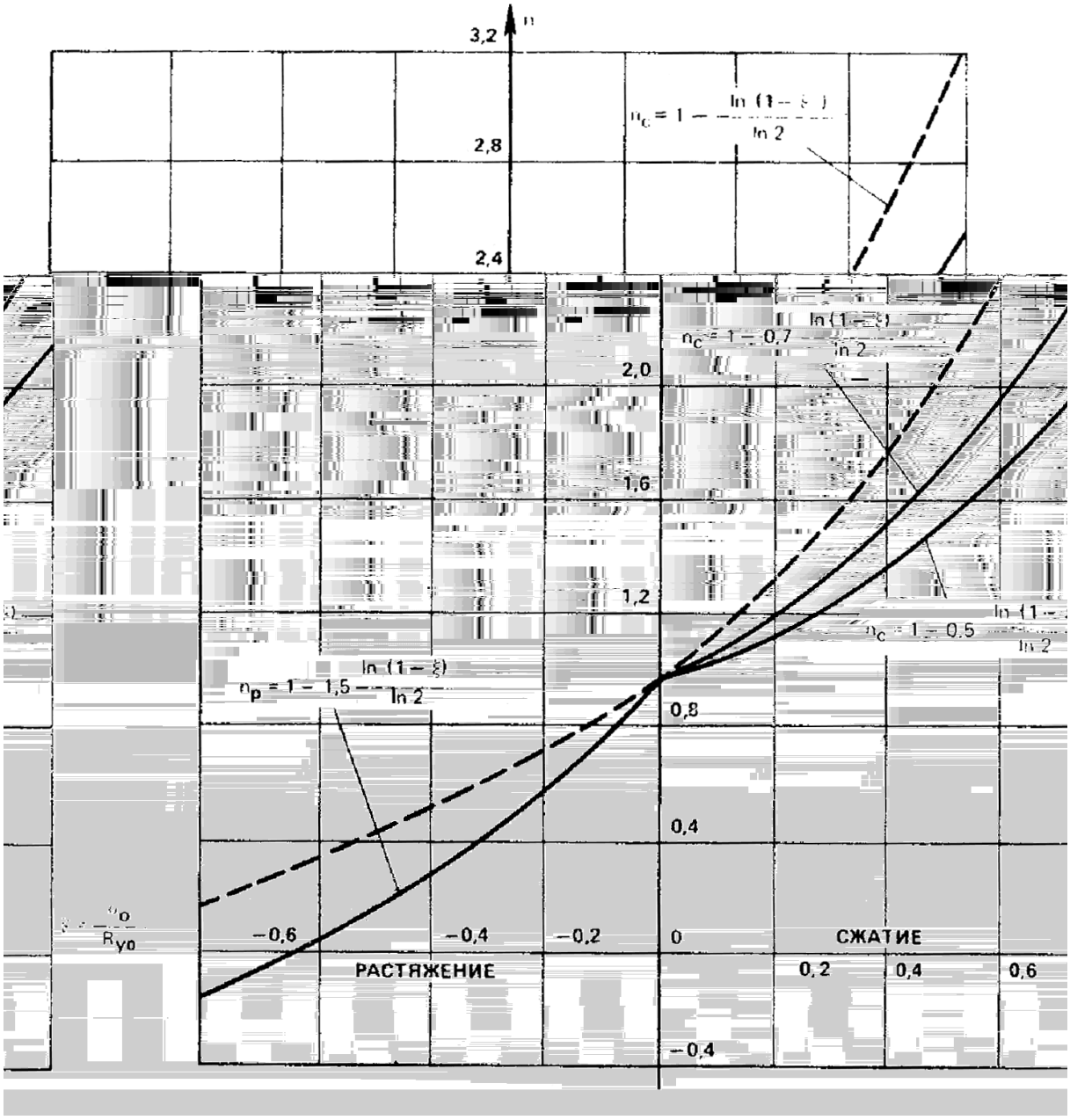


Рис □ □Зависимости ξ □сплошными линиями обозначены рекомендуемые значения □ пунктирными допускаемые

РАСЧЕТ УСИЛЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРОЧНОСТЬ

□□□□□ . 4.8 :

I, II III - .

,

.

, . 4.8;

IV - .

,

N M p,lim = 0,004;

N M ,

, .

□□□

WWW.STROYTENDERS.RU

:

-

$$N / A_n \quad R_{yo}\gamma_c\gamma_N, \tag{38}$$

N - , ;

, N = 0,95; ,

, - N = 0,95 - 0,25 0;

$$M / W_n \quad R_{yo}\gamma_c\gamma_M; \tag{39}$$

- -

$$\frac{N}{A_n} \quad \frac{M_x}{I_{xn}} y \quad \frac{M_y}{I_{yn}} x \quad R_{yo}\gamma_c\gamma_M. \tag{40}$$

(39) (40) 1 M = 0,95; II

III - M = 1. $N/(A_n R_{y0})$ 0,6 M N·

-

(40),

x y .

:

-

$$N \quad [N]\gamma_c; \tag{41}$$

$$M \quad [M]c_\tau\gamma_c, \tag{42}$$

- ,

1

$$c_\tau \quad 1{,}05\sqrt{\frac{1 \quad (\tau / R_{s0})^2}{1 \quad 0{,}5(\tau / R_{s0})^2}} \qquad \begin{array}{l} \tau \quad 0{,}4R_{s0} \\ \tau \quad 0{,}4R_{s0}; \end{array}$$

- -

$$\frac{N}{[N]\gamma_c}^{\,n} \quad \frac{|M_x|}{[M_x]\gamma_c} \quad \frac{|M_y|}{[M_y]\gamma_c} \quad 1, \tag{43}$$

n . 66 II-23-81*

.

$[N]$

$$[N] \quad (A_{0n} \quad \alpha A_{rn})R_{yo}\gamma_N, \tag{44}$$

= R_{yi}/R_{yo}; N = 0,95 - ,

; N = 0,95 - 0,1(+ - 1) - ,

.

WWW.STROYTENDERS.RU

[M]

$$[M] \quad [A_{0c}y_{0c} \quad A_{0p}y_{0p} \quad \alpha(A_{rc}y_{rc} \quad A_{rp}y_{rp})]R_{yo}\gamma_M , \qquad (45)$$

$A_{0c} \quad \frac{1}{2}[A_{0n} \quad \alpha(A_{rc} \quad A_{rp})]$ - ;

A_{0p} - , ; A_{rc}, A_{rp} - ,

(. 18,).

(, . 3, *u)*

$A_{rp} = 0$ $A_{rc} = 0$; y_{oc}, y_{op}, y_{rc}, y_{rp} -

(. 18,).

M (45) :

M=0,95;

M = 0,95 - 0,2 0(- 1);

M = 0,95 -0,lx x(+ 0 - 1).

(43) $0,5R_{so}$

- (40).

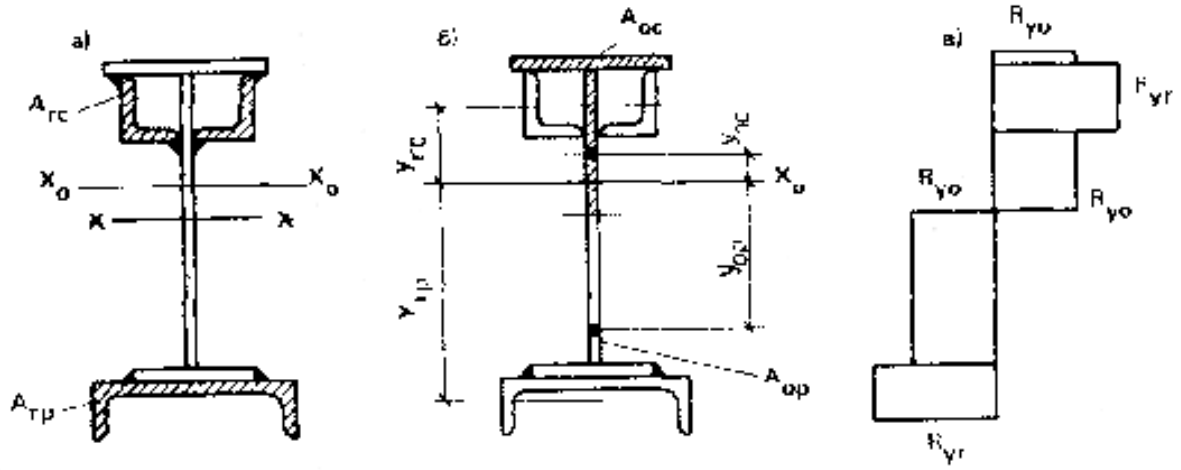


Рис □ □К определению момента внутренних сил в усиленном сечении при развитии шарнира пластичности

а - ; *б* - ( ) ; *в* -

□□□ □ - -

,

. 5 II-23-81*

.

РАСЧЕТ УСИЛЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ

□□□ □

$$N / \varphi_e A \quad R_y^* \gamma_c , \qquad (46)$$

e - , . 74 II-23-81*

$\bar{\lambda}$ $m_{ef} = \eta m_f$;

WWW.STROYTENDERS.RU

A - ; . 73 II-23-81*.

$$m_f \quad e_f (A / W_c), \tag{47}$$

e_f - ,
. 4.27; W_c -
; R^*_y - , . 4.28; -
, 0,9 (. . 4.5).

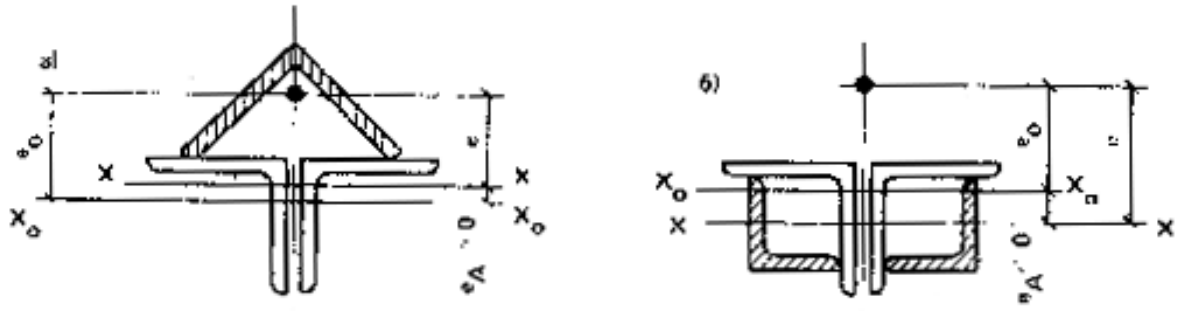


Рис □ □К определению эксцентриситета продольной силы при положительном *(а)* и отрицательном *(б)* значениях

-
(x□ □ y).
(x□ □ y), 0x□ 0y, (46)
.
□□□ □

$$e_f \quad e \quad f_* \quad k_w f_w, \tag{48}$$

f_* f_w - . 4.20 4.21.
f_w (f_w
+ f_*)
, k_w 0,5; $k_w = 1$.
(48) e -
. ,
, $e = e_0 - e_A$, e_A -
, (. 19,).
,
, e $e = M/N$, M -
.
- ( )
e_0 . 4.11
, ,
.
□□□ □ ,
R_{yr} R_{yo} (1 1,15)
R^*_y R_{yo}.
> 1,15

WWW.STROYTENDERS.RU

$$R_y^* \quad R_{yo}\sqrt{k_A k_i}\,, \tag{49}$$

$k_A \quad \alpha \quad \frac{A_0}{A}(\alpha \quad 1)$, $k_I \quad \alpha \quad \frac{I_0}{I}(\alpha \quad 1)$, I_0, I - ,

.

. 5.30 II-23-81*, ($I_x > I_y$) m (47). e_f f_* f_w, , .

, . 5.34 II-23-81* m_x m_y (47), f_* f_w , .

($_0$ 0,6)

(46), N N_0; (48) $k_w = 2$. f_w (37) , e_f.

, , , ,

$$N/\varphi_c\varphi \quad A \quad R_y^*\gamma_c\,, \tag{50}$$

c, - , . 4.33 4.34; A - .

e . 75 II-23-81* $\bar{\lambda}_{ef}$ m, :

$$\bar{\lambda}_{ef} \quad \sqrt{\lambda_y^2 \quad \alpha_1 \frac{A}{A_d} \quad \frac{\varphi \quad R_y^*}{E}}\,; \tag{51}$$

$$m \quad e_f(A/I_y)a_c\,, \tag{52}$$

y - , ;

1 - , . 7 II-23-81*; A_d - (-), ; a_c - , , ; e_f - $e_f = M/N + k_w f_w$; f_w - ; k_w - . 4.27; M - .

. 74 II-23-81* $\bar{\lambda}$

m_{ef} , :

WWW.STROYTENDERS.RU

$$\bar{\lambda} \quad l \quad / i \quad \sqrt{R_y^* / E} \; ; \tag{53}$$

$$m_{ef} \quad \eta m \quad \eta \frac{A}{W_c} \; \frac{M}{N} \quad f_{w,} \; , \tag{54}$$

l - ; i - , .

. 5.33 II-23-81*.

, . 5.15 II-23-81* . 4.6. . 5.16 II-23-81*.

ОЦЕНКА ДЕФОРМАТИВНОСТИ УСИЛЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

(,)

$$f \quad f_0 \quad f_w \quad f \; , \tag{55}$$

f_0 - , , ; f_w - ( ) , . 4.21; f - , , .

: 0 0,3; ; (,) , .

( ) f_w

$$f_w \quad a \frac{v_x l_r}{8I} (2l \quad l_r) \quad n_i y_i \; , \tag{56}$$

l - ; l_r - ; - . 4.21.

f , f - , . 13.1-13.4 II-23-81*

ОСОБЕННОСТИ СТАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ ПРИ УСИЛЕНИИ ИХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ СВАРКИ

.

:

WWW.STROYTENDERS.RU

g_f f i (57)

, (58)

n_i y_i - , . 4.21.

w w -

,

.

0 = 0,3

.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ УСИЛЕНИЯ

УСИЛЕНИЕ БАЛОК ЛАМЕЛЯМИ

. 6, *г*,

- . 6, *е*.

h . 6, ,

t - .

. 6, *е* *h* , *a* -

, . 7.24

II-23-81* .

, . 6, *г*,

, (59)

f_1 - ,

2.01.07-85; - ;

t_w, t - ; I_{1f} - .

M_t

, (60)

;

,

.

$$\sigma''_{loc,y} \quad \frac{\gamma_F F}{l_{efw} t_w} \sqrt[3]{1 \quad w}, \tag{61}$$

$w = 2h \quad t \ / \ A_t$ - ; A_t - ,

, h ; $l_{efw} \quad 3{,}25\sqrt[3]{I_{2f} / t_w}$ -

; I_2f .

□□ , . 6, г,

$$\sigma'_{loc,y} \quad \sigma'_{fy} \quad \gamma_c R_{yo} / \gamma_n . \tag{62}$$

II-23-81*,

$$h_{w,} \quad 1{,}1(h_w \quad h) . \tag{63}$$

$_c = 0{,}9$.

10

	2,55	2,15	1,84	1,71	1,61	1,53
$N \ 10^{-8}$	0,3	0,5	0,8	1	1,2	1,4
	1,46	1,36	1,26	1,19	1,08	1
$N \ 10^{-8}$	1,6	2	2,5	3	4	5

□□□ . 6, е N

, .

N , . 10

$$\alpha \quad \tau_{\max} / \gamma_v R_v , \tag{64}$$

$R_{vn} = 33 \quad (338 \quad / \quad ^2)$ - ; $_v$ = 1:

$$\tau \quad \sqrt{\tau_w^2 \quad \tau_t^2} . \tag{65}$$

:

$$\tau_w \quad 2{,}6 \frac{M_t dc}{I_f r} \beta \ \beta_a ; \tag{66}$$

$$\tau_t \quad 2{,}1 \frac{M_t d(h \quad c)^2}{I_f r^2} \beta_t . \tag{67}$$

(66), (67) : M_t - ,

$$M_t \quad Fe \quad 0{,}75 Q_t (h_r \quad c) , \tag{68}$$

e - (,

15); c -

$$c \quad h^2 b_f^2 t \ / 4 I_y , \tag{69}$$

WWW.STROYTENDERS.RU

$$I_y \quad \frac{t_f b_f^3}{12} \quad 2h\ t\ d^2 .$$

11

a,	1,2	1,5	2
a	1,05	1,28	1,56
t	1,1	1,43	1,65

12

a/2r	0,2	0,4	0,5	0.6	0,7	0,8	0,9
	0,059	0,116	0,145	0,173	0,2	0,226	0,252
	0,2	0,38	0,462	0,537	0,604	0,664	0,716
a/2r	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	3
	0,277	0,325	0,369	0,409	0,446	0,479	0,598
	0,762	0,834	0,885	0,921	0,947	0,964	1

(68) h_r - *c*,

$$I_f \quad I_t \quad \frac{b_f t_f^3}{3} \quad 2\frac{b_л t^3}{3} \ -$$

:

$$r \quad d\sqrt{0{,}432\frac{t\ h^3}{I_f} \quad 1 \quad \frac{t_f b_f^3}{4I_y}} \ ; \qquad (70)$$

$a = \ _t = 1$, 2 ; ,

, *a*, t *(a)*, (. 11).

a/2r . 12.

II-23-81* , fy

$$\sigma_{fy} \quad \frac{2M_t t}{I_f} \quad 1 \quad \frac{2r}{a}\gamma \ , \qquad (71)$$

- , . 12.

УСИЛЕНИЕ СТЕНОК БАЛОК НАКЛОННЫМИ РЕБРАМИ

□□ (. . 5)

.

(, ,)

:

$$b_s \quad \frac{h_{ef}}{30} \quad 4 \ ,$$

$$t_s \quad 2b_s\sqrt{R_{yr}/E} \ ,$$

$$I_s \quad 4h_w t_w^3 .$$

,

WWW.STROYTENDERS.RU

$$0{,}65 t_w \sqrt{E / R_{yo}}$$.

□□ , , :

$$N_s \quad {}_p / \sigma_p , \tag{72}$$

$$_p \quad \frac{h}{EA} \quad \frac{Q_1 \quad Q_2}{2} \sin\varphi \quad \frac{tg^2\varphi}{12m} \quad 2\bar{\eta}(1 \quad \mu) \; ; \tag{73}$$

$$\delta_p \quad \frac{h}{EA} tg\varphi \;\; \sin^2\varphi \;\; 1 \quad \frac{1}{12m} \quad 2\bar{\eta}(1 \quad \mu)\cos^2\varphi \quad \frac{k}{\sin\varphi} \; . \tag{74}$$

$\bar{k} \quad \frac{A}{A_s}$, $\bar{m} \quad \frac{I_x}{Ah_w^2}$, $\bar{\eta} \quad \frac{A}{A_w}$, Q_1, Q_2 - (. 20,); A, I_x - ; h - ; A_w - ; A_s - ($A_s = 2b_s\, t_s$); = 0,3 - .

□□ , ,
:

$$M'(z) \quad M(z) \quad N_s(z\cos\varphi \quad \frac{h}{2}\sin\varphi) \; ; \tag{75}$$

$$Q'(z) \quad Q(z) \quad N_s \cos\varphi \; ; \tag{76}$$

$$N \quad N_s \sin\varphi , \tag{77}$$

$M(z)$, $Q(z)$ - z , , ; M', Q' - , .

:

$$\sigma \quad \sigma \quad \frac{M'}{I} y \quad \frac{N}{A} \; ; \tag{78}$$

$$\tau \quad \tau \quad \frac{Q' S}{I t_w} , \tag{79}$$

I, S, A - ; - , .

□□ , ,
:

$$\sigma_{\max} \quad \gamma_c R_{yo} , \; \tau_{\max} \quad \gamma_c R_{so} ; \tag{80}$$

$$\sigma \quad \sqrt{\sigma^2 \quad 3\tau^2} \quad 1{,}15\gamma_c R_{yo} ,$$

, .

WWW.STROYTENDERS.RU

,

, II-23-81*,

$$\tau_{cr} \quad \frac{\pi^4 E t_w^2}{3{,}07 a^2 (1 \quad \mu^2)} . \qquad (81)$$

.

$$1{,}2 N_s / \varphi A \qquad \gamma_c R_y , \qquad (82)$$

A -

$0{,}65 t_w \sqrt{E / R_{yo}}$; - ,

.

$N \qquad 1{,}2 N_s \cos\varphi$.

WWW.STROYTENDERS.RU

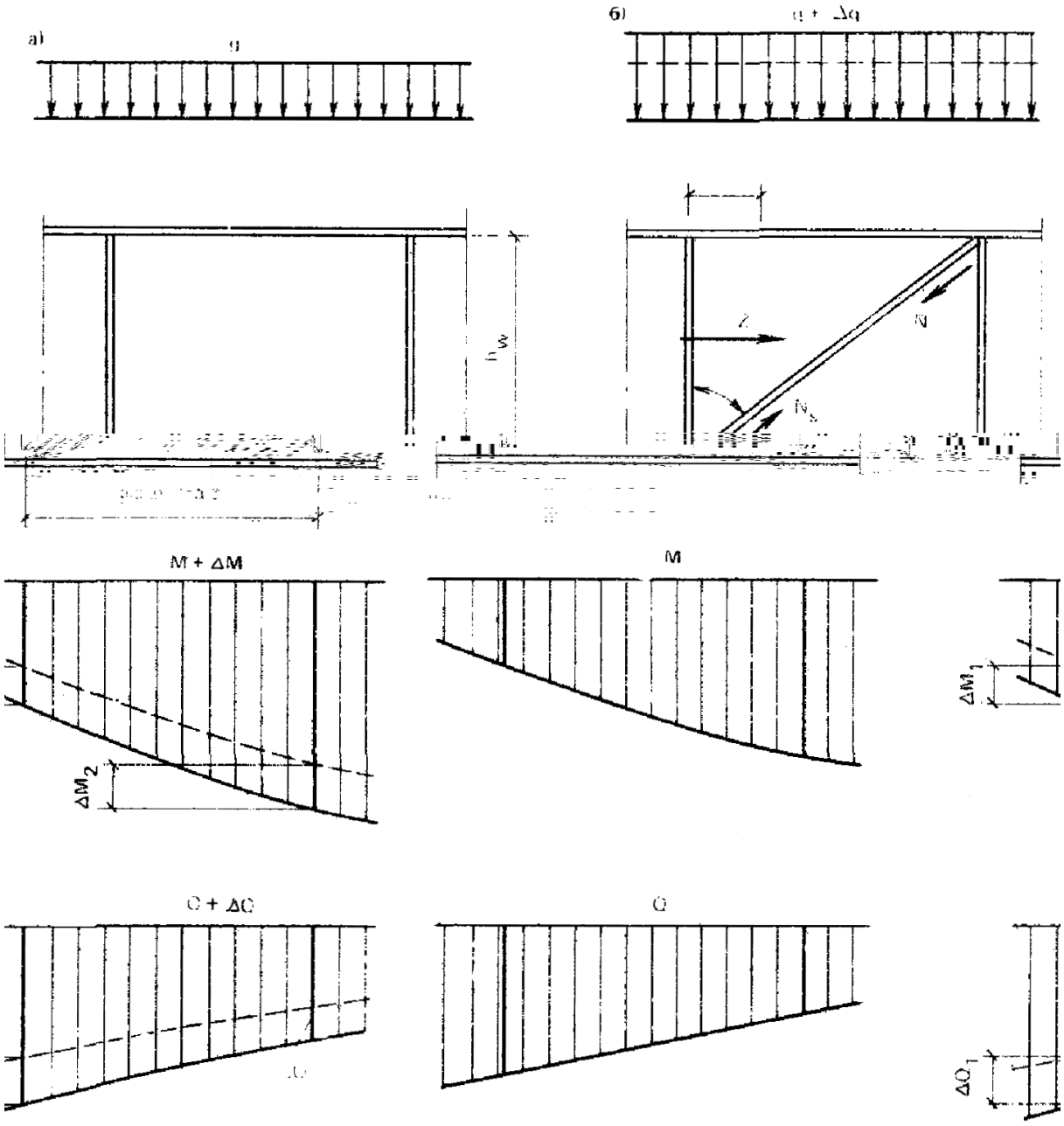


Рис □□□К расчету наклонных ребер

а, б -

ИЗМЕНЕНИЕ СПОСОБА КРЕПЛЕНИЯ ПОДКРАНОВОГО РЕЛЬСА

□□

( ) . 5 ,

,

,

(. 21, *а б*).

□ □□

(. . 21,) M_t

ty,

$$\gamma_{ty} \quad \frac{Fr_2 \quad M}{M \quad F(r_1 \quad r_2 \quad h_r)}, \qquad (83)$$

F ; r_1 -

WWW.STROYTENDERS.RU

; r_2 - ; h_r - ; M -

$$M \quad a_n b_n^3 E_p k_{0a} /(8t_n), \tag{84}$$

a_n, b_n, i_n - , ; E_p -
(E_p = 0,3 10^3...0,5 10^3); k_{0a} -
.

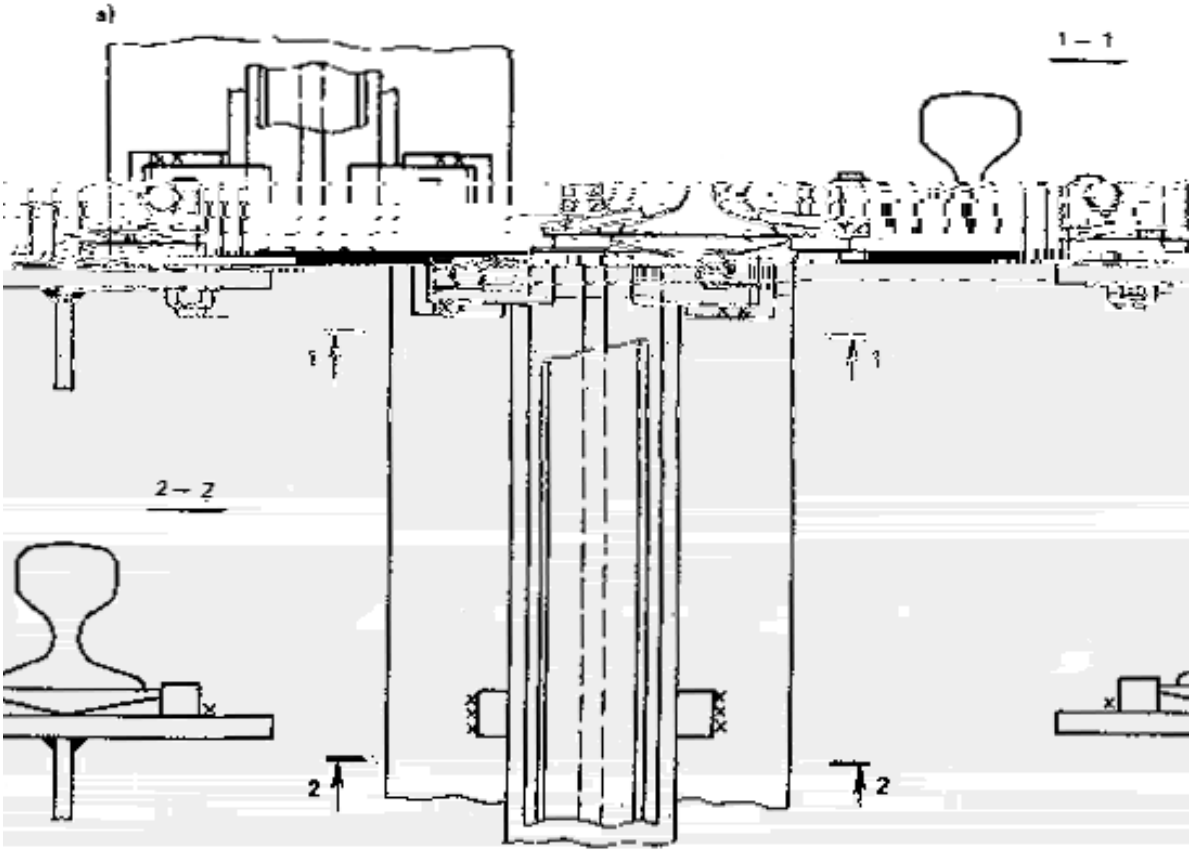
M_t (147) II-23-81* e
5 .
□ □
. 13. 408
432 9831 3825
(-) -26 -40.

loc, y

$$\sigma_{loc,y} \quad \frac{\gamma_{f1} F}{3t} \sqrt[4]{\frac{bk_0}{EI_p}}, \tag{85}$$

b - ; EI_p - ; k_0 -
, ,
. 13.

WWW.STROYTENDERS.RU



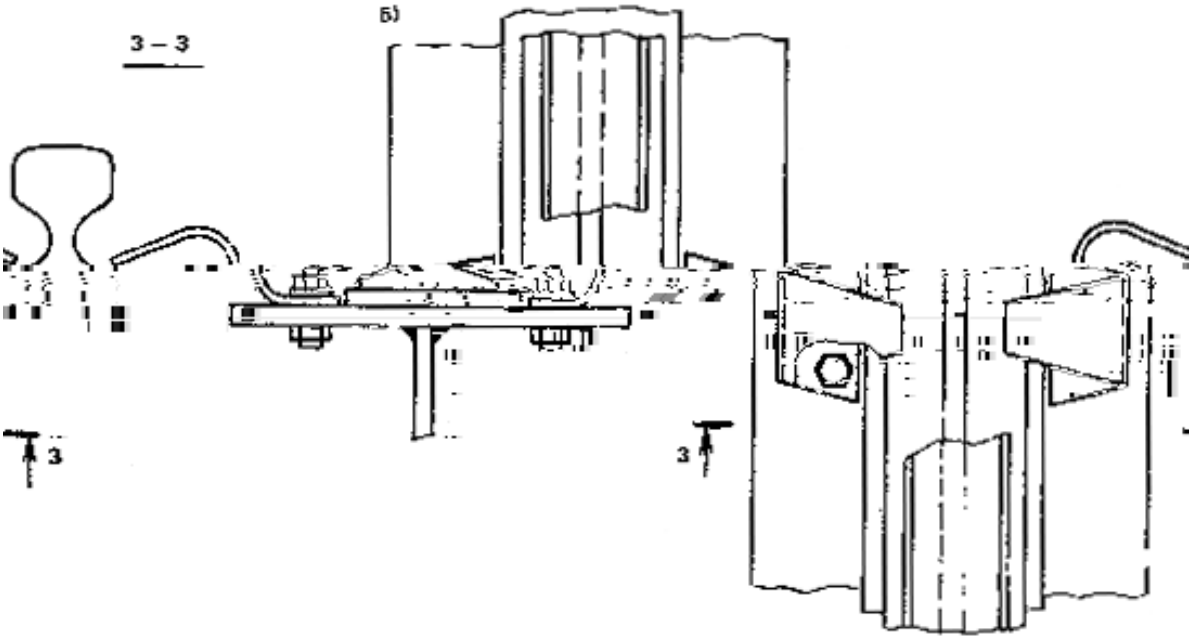


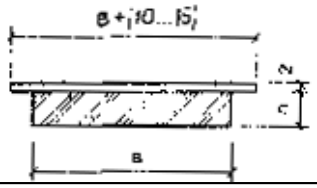
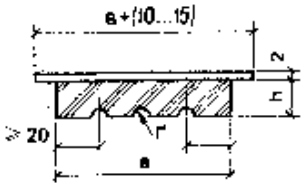
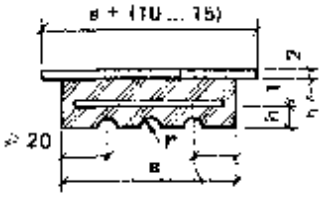
Рис □□□Крепление подкранового рельса

а - с ; *б -*

13

,		h r,	k_0 (/ ^{3}) 263-75				
			70	75	80	85	90

WWW.STROYTENDERS.RU

200-250		h = 4	7	7,5	9	10	11,5
		h = 6	4,5	5,3	6	6,5	7,5
300-400		h=6, r=l	3	3,3	3,7	4,1	4,7
		h=8, r=2	1,7	2	2,3	2,5	2,7
500-700		h=5, r=2	2	2,3	2,7	3	3,3

14

k_0, / 3	*a,*	u				
		70	80	100	120	140
1	2	3	4	5	6	7
1,5	1000 1500 2000	-	-	0,06 0,14 0,24	0,05 0,12 0,2	0,04 0,1 0,17
2	1000 1500 2000	-	-	0,08 0,18 0,3	0.06 0,15 0,25	0,05 0,13 0,22
2,5	1000 1500 2000	-	-	0,1 0,22 0,34	0,08 0,18 0,3	0,06 0,15 0,26
3	1000 1500 2000	0,19 0,36 0,51	0,16 0,32 0,46	0,12 0,25 0,39	0,09 0,21 0,34	0,07 0,18 0,3
3,5	1000 1500 2000	0,22 0,4 0,55	0,18 0,35 0,5	0,13 0,28 0,42	0,1 0,24 0,37	0,08 0,2 0,33
4	1000 1500 2000	0,24 0,43 0,58	0,2 0,38 0,53	0,15 0,31 0,46	0,12 0,26 0,4	0,1 0,23 0,36
4,5	1000 1500 2000	0,26 0,46 0,61	0,22 0,41 0,56	0,17 0,34 0,49	0,13 0,29 0,43	0,11 0,25 0,39
5	1000 1500 2000	0,28 0,49 0,64	0,24 0,44 0,59	0,18 0,36 0,51	0,14 0,31 0,46	0,12 0,27 0,41
5,5	1000 1500 2000	0,3 0,51 0,66	0,26 0,46 0,61	0,2 0,38 0,54	0,16 0,33 0,48	0,13 0,29 0,44
6	1000 1500 2000	0,32 0,54 0,68	0,27 0,48 0,63	0,21 0,4 0,56	0,17 0.35 0,58	0,14 0,3 0,46
6,5	1000 1500 2000	0,34 0,56 0,7	0,29 0,5 0,65	0,22 0,42 0,58	0,18 0,37 0,52	0,15 0,32 0,48
7	1000 1500 2000	0,36 0,57 0,71	0,31 0,52 0,66	0,24 0,44 0,6	0,19 0,38 0,54	0,16 0,34 0,5
7,5	1000 1500	0,37 0,59	0,32 0,54	0,25 0,46	0,2 0,4	0,17 0,35

WWW.STROYTENDERS.RU

	2000	0,72	0,68	0,61	0,56	0,51
9	1000	0,42	0,36	0,29	0,23	0,19
	1500	0,63	0,58	0,5	0,45	0,4
	2000	0,76	0,72	0,65	0,6	0,56
10	1000	0,44	0,39	0,31	0,25	0,21
	1500	0,66	0,61	0,53	0,47	0,42
	2000	0,78	0,74	0,69	0,63	0,58
11,5	1000	0,48	0,42	0,34	0,28	0,24
	1500	0,69	0,64	0,56	0,51	0,46
	2000	0,8	0,76	0,71	0,66	0,62

: 1. k_0 .

2. k_0 : 70, 80 - k_0 3; 100, 120, 140 - k_0 1,5.

fy . 13.34 II-23-8t*

u, . 14, ,

k_0 .

УМЕНЬШЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ДЛИНЫ СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

(> 60)

, (. 22).

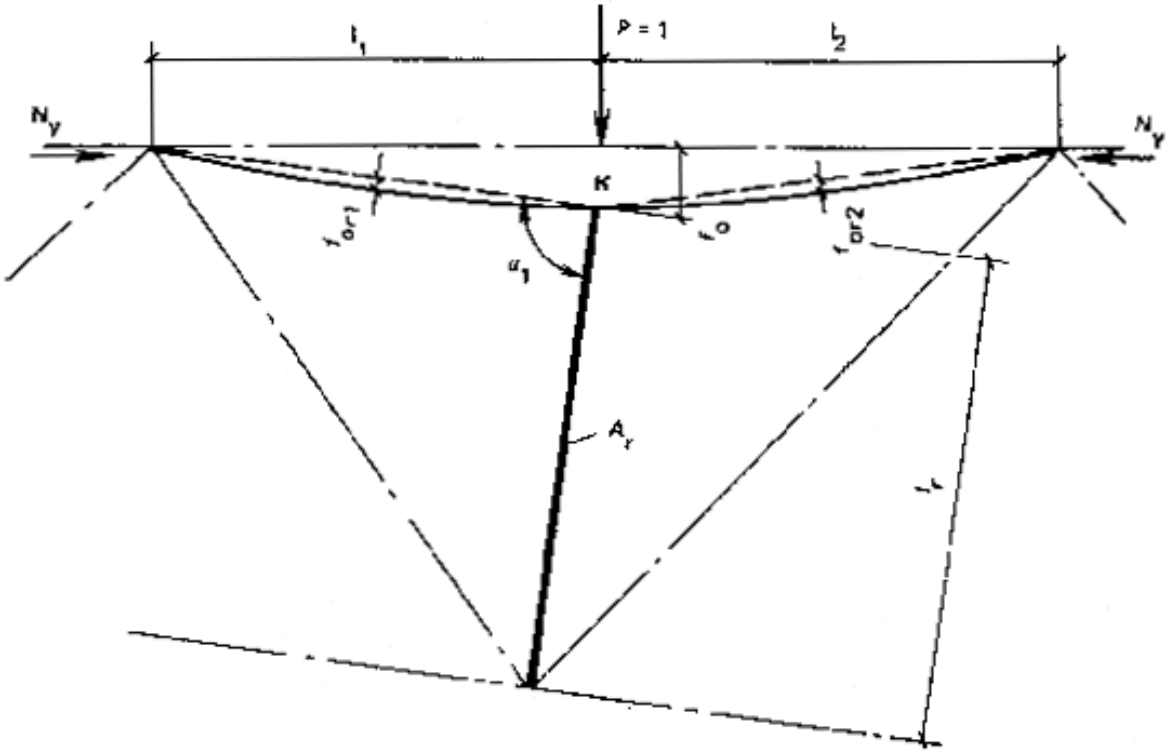


Рис Усиление сжатого элемента путем уменьшения расчетной длины

(. 22) ,

$$l_{min}^3 / El \quad 50c, \qquad (86)$$

l_{min} - l_1 l_2; I - ; c -

, ,

= 1, .

WWW.STROYTENDERS.RU

(. . 22) c

$$c \quad l_r / EA_r \sin^2 \alpha_1 , \qquad (87)$$

A_r l_r - .

N, Q'_{fic} $0{,}02N_y$, N_y -

(. . 22).

□ □ f_0,

l_1 l_2 f_{or1} f_{or2}. l_1 l_1

$f_{or1} = f_{or2} = f_0/4$.

□УСИЛЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ И ПРИСОЕДИНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ УСИЛЕНИЯ

СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

□ □

. ,

.

,

, ,

. , ,

.

, ,

, .

, ,

(. 23),

4,5.

□□□

.

.

□ □

(. . 8).

,

,

.

□□□ ,

.

,

.

□ □ (

) ,

, -

0, . 3.

.

WWW.STROYTENDERS.RU

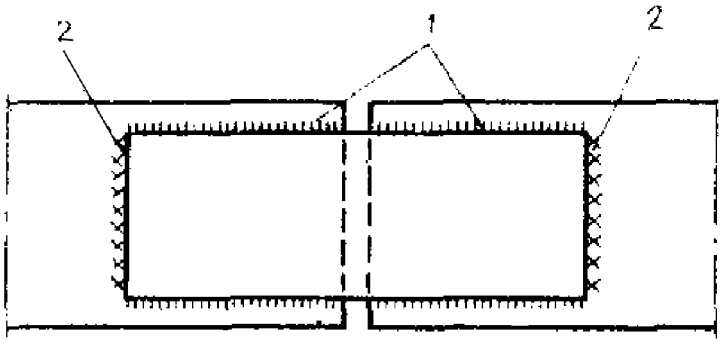


Рис □□□Усиление сварного соединения доваркой лобовых швов
1 - ; 2 -

4 , 220 , ,
( ) 4 .
( ) 4 2
.
. 55 II-23-81*.

, 100 ° .
15°
- 30 0° - . 30 .
5° .
□□

,

$$N \quad R_{wf}\gamma_{wf}\beta_f k_f (l_w \quad D),$$

R_{wf} - ; wf -
, , ,
I_1, I_2, II_1 II_3, wf= 0,85
R_{wun} = 410 (4200 / 2); c -
; f - , :
580 (5900 / 2) - . 34 II-23-81*, . 580 -
, f = 0,7; k_f -
; l_w - ; D - ,
:

$$D \quad 0{,}15m^2 A_s I \quad / t^2$$

m - ,
, , . 15; A_s -
, 2; I - , (. 16); t -
(-), .
D
(. 24)
k_f
(,
. .).

WWW.STROYTENDERS.RU

15

,	m ,			
	8	12	16	20
6-8	1	1,08	1,24	1,5
7-8	1	1,06	1,19	1,4
8-10	1	1,04	1,14	1,33

16

,	, ,		
4	160-200	120-160	110-150
5	200-250	-	-

□□

:

;

(, , .), ,

;

(5-).

.

.

6.8.

, , ,

. , ,

;

(. 25):

200 ,

75 ;

60°;

(, ,) 100 ;

4,5*t*, *t* -

, ;

,

;

20 .

,

.

.

WWW.STROYTENDERS.RU

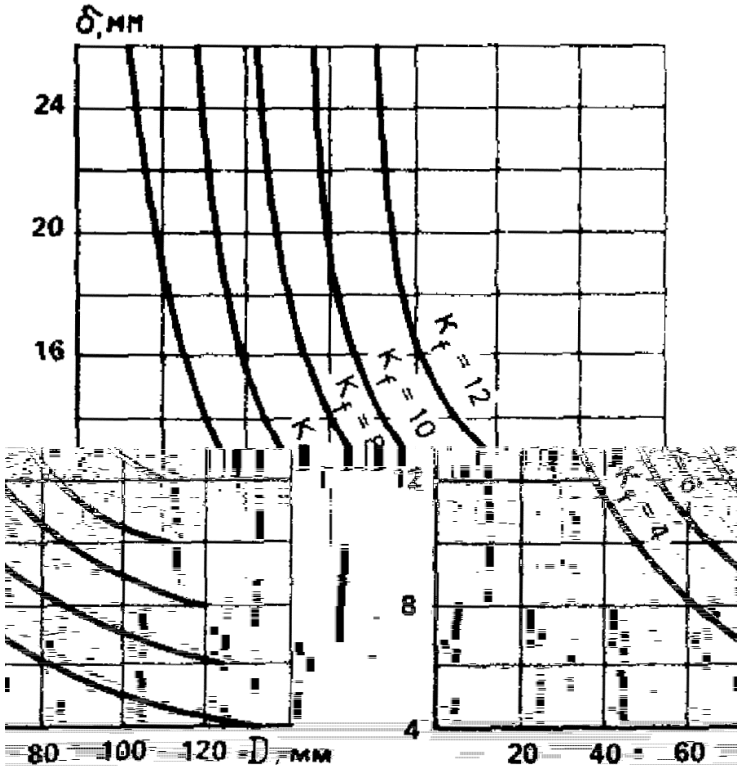
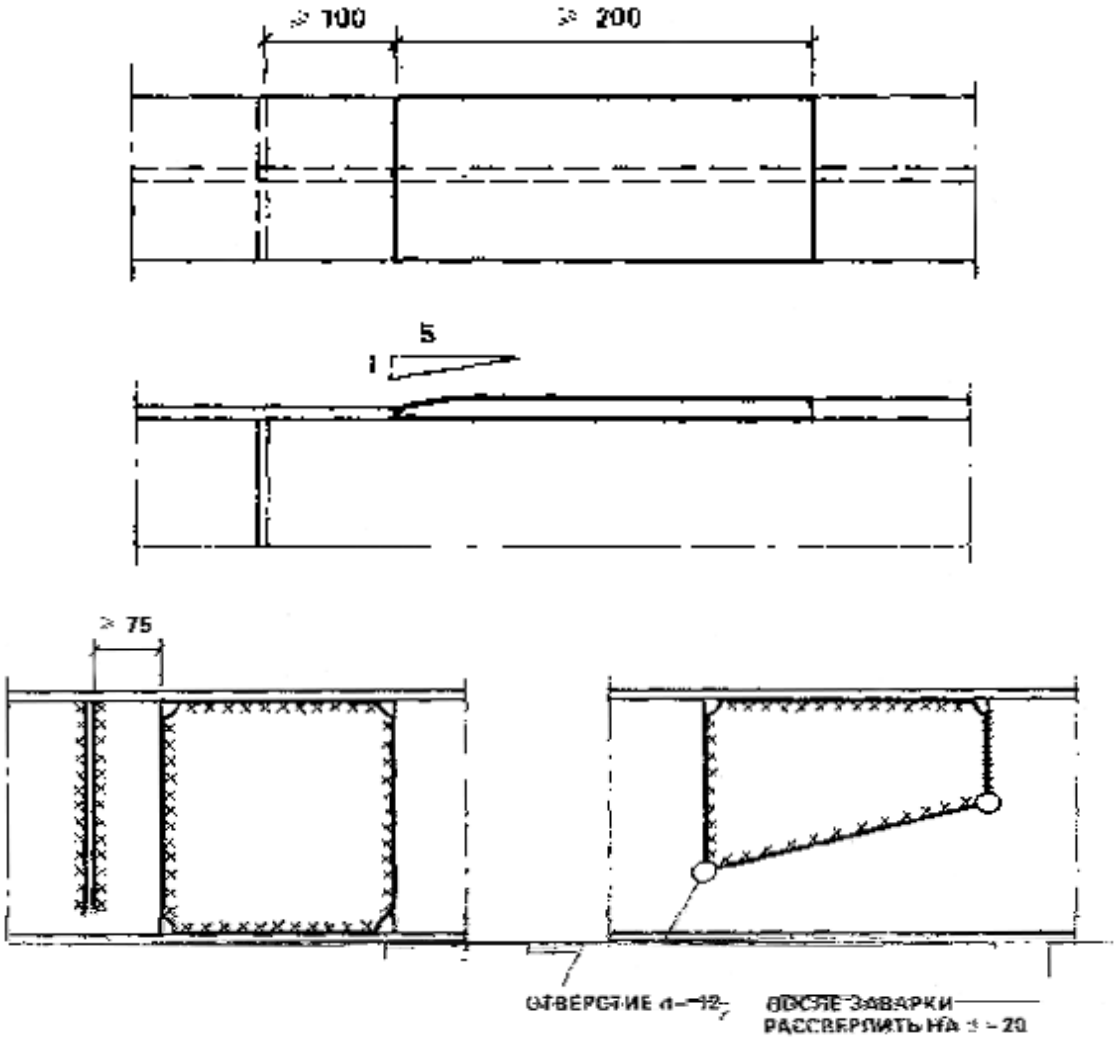


Рис □□□Зависимость *D* от σ и k_f



WWW.STROYTENDERS.RU

Рис □□□Конструктивные требования к взаимному расположению швов

. 11 . 4, 1 , 1 , 1 , 2 , 3 , 3 , 3 , 1 , 2 , 3 4 ,
,
. 1
3
.

ЗАКЛЕПОЧНЫЕ И БОЛТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

□□
,
,
22356-77* 7805-70*.
□ □□
- : ,
, ,
(,).
II-23-81*.

WWW.STROYTENDERS.RU