52857.3—2007

27   2002 .   184-   «   »,
                              —   1.0—2004 «   . -
        »

1   «   -
                                          » (   ):
«   » (   );   «   -
            -                                    -   »
(   );   ,   -
    (   )

2   260 «   -
        »

3   -
                              27   2007 .   503-

4
                      ;   97/23   29   1997 .
    ;   13445-3:2002 «   ,   .   3.   » (EN 13445-3:2002 «Unfired
pressure vessel — Part 3: Design»)

5

                                                                                                                    -
                      «   »,   —   (   )
                                  «   ».   -
                «   ».   -
            .   -
      —   -

II

.

Vessels and apparatus. Norms and methods of strength calculation. Reinforcement of openings in shells
and heads under internal and external pressure. Strength calculation of shells and heads under external
static loads on the nozzle

—2008—04—01

1

,   ,
,   ,   *
.   .
.
52857.1   **52857.2.**

2

:
52630—2006   .
52857.1—2007   .   -

52857.2—2007   .   .   -
,
—   -
—   -
-
«   )»,   1   ,
,   .
(   ),   -
(   )   .   ,   ,
,   ,   .

3

:
—   ,   .   .1 (   ),   [2];
,—   ,   [2];
—   ,   [2]:
[3]—   ,   [2];

b — , . .2

. ( ), , ;

— , , ;

. ', *— , :

c_{S)}, * _4"— , ;

D — , ;

D.— ( ) .

. .46 ( ), ;

D_p, *Dp'*. *Dp"*— , :

D_c — , ;

D_2 — , :

d, d\ of"— , ;

d_e — , , ;

df# — , ;

d, — , ;

d_2 — , :

dp — , ;

d_c — , ;

— , . .5 . ( ), :

Ft, F, — , . ;

l ,· _2, _3 — :

L_0 — , , , . *

.1 ( ), ;

£. — ,

. .4 ( ), ;

L_2 — -

, ;

l — , ;

/ — , ;

l_3, *lj*, l_3* — , . .6 .7 ( ), ;

— , ;

$l_t p$, *ftp- ftp- 1 - /jfi fip* — , ;

1_2 — , :

l_2 — , ;

, . — ; . - ;

— . ;

1)— . ;

lpi, — . .

iPb "• . ;

R — , ;

R — , . .8 (-

). ;

R' — < , . .8 (-

), ;

*R** — *d*. . .8 (-

). :

R_c — , :

— , . .9 .10 ( ),

:

s — , , ;

s_p — , , ;

S'.s,'. s' — , :

s«p. Sip. s_{lp}' — , ;

$s_2.s_2'_f$ *s/* — , :

$s_3. s_3'. s_3"$ — , ;

—   , .   .116, ( ), ;

V. V, —   ;

—   , ;

. —   ....';

—   ,   .   , .   *

     . ( )....';

—   ,   , .   .116 .5 ( ).

Xu 2. . X* . > >. xi* —   ;

—   :

[ ]—   ,   .

   ;

( ], —   . ;

[ ]₂—   . ;

[oh —   .

   :

[ ] —   , ;

—   ;

. ,. ,'—   ;

—   ,   , *

       , .   .12 ( ),... ;

*, '—   ,   , *

      , .   .12 ( )....⁹;

< —   , *

    . .   .13 ( ).... *.

4

4.1   (-

).   ,   -

.   , -

    ,   52630.

—   , , ,   .

   ,   -

       ,

52857.9   .

4.2   ,   1.

1

		, ( )	( )	- ( )
1) -	$\dfrac{1}{"}$ ≤	$^{d}p"^{2c}s_{,,10}$	£066	£0.6
		s - at $D_{\#}$ cosa	50-,	

11

dID £ 0.8.   — **dID** £ 0.6.

4.3   »

,   (.   . 116)   45*.

d_t d_2 (.   . 11)

$$\frac{d_1}{d_2} \leq 1 + 2\frac{\sqrt{D_p(s-c)}}{d_2}.$$ (1)

(.   . 11),   *

(.   .11).

(   )   (.   .5)   *

*.

4.4

,   ,

Z [0.10 (+ 2s); 0.09 $(D * s)$].

,

$<J_p$ max[(s •*   ); 0,2jD_p(s -   )].   (2)

-

.

,   5.1.5.4.

.

4.5   ,

.

5

5.1
5.1.1

:

-

(3)

•   ,

$$D_p = \frac{D_k}{\cos\alpha};$$ (4)

•

$$D_p = \frac{D^2}{2H}\sqrt{1 - 4\frac{(D^2 - 4H^2)x^2}{D^4}};$$ (5)

•   - 0,25 D

$$D_p = 2D\sqrt{1 - 3\left(\frac{x}{D}\right)^2};$$ (6)

•   ,

(7)

R—   52857.2.

5.1.1.1

.4.   .56.   .6 (   )}

$$d_{,,} = d\ ^*2\ ..\tag{8}$$

[.   . 11 . (   )],

$$d_0 - \max\{d:\ 0.5f\} + 2c..\tag{9}$$

[.   .5

(   )]

$$\backslash/\ \backslash^2$$

Hsl

5.1.1.2

[.   .11   (   )],

$$d_p - (d\ ^*2\ .)(1\quad tg^2y\ \cos^2 w).\tag{11}$$

[.   .116 (   )]
(- 0).

$$\frac{d+2\ .}{\cos^2}\tag{12}$$

$$d_0 = (d_2 + 2\ .\ :,)^{\wedge}\sin^2 <o\ + \frac{(d_{L\pm}2c_1)(d_L+}{2(d_2\ ^*2_{Ci}f}\qquad J\tag{13}$$

(i) = 0.

$$6\quad 6\quad 1.5\ (r{-}s_0)\quad 2c_s.\tag{14}$$

5.1.2

(   )

3s [.   .4 (   )),

tp -1.   -

3s,   q>£ 1   .

60*

(.   .12 (   )),   < , = 1.   < , £ 1   -
.

5.1.3
5.1.3.1
52857.2.   ,   , s_p

$$4< [\ ]-\ ^1 \qquad (15)$$

<   5.1.2.
5.1.3.2   ,   ,   »
.

$$\_ p(rf + 2\ *) \qquad (16)$$
,   "

< ,   5.1.2.
d-d,.

5.1.4   ,   -
[.   .6 (   )),   :

$$/_1 = min\}/,;\ 1\ \ 2\ \ 5\ +\ \ 2\ ,)\ (s, -\ \ _4)\}. \qquad (17)$$

$$' = min\{/_3;0.5^\wedge(d + 2c_s)(s_3 -\ ,\ -\ *,)\}. \qquad (18)$$

[.   . 13 (   )]   *d - d_2.*
[.   .7 (A)] $s_3 = s,.$

5.1.5
5.1.5.1   ,

$$- J0_p(s-c). \qquad (19)$$

5.1.5.2   ,
(.   .10 (   )]   -

$$/ = min (\ \ L_0). \qquad (20)$$

(.   .9 (   )),

$$\{21)$$

5.1.5.3

$$'_2 =min\{(_2;^\wedge D_p (s_2 + s-c)\}. \qquad (22)$$

5.1.5.4   , $L_K < L_p$ [.
.4 (   )], $/ ./_2$:
•   ,   ,   [.   -
.4 (   )) —   (20)   (21) (22):
•   -
[.   .46 (   )],
:

$$I» * U. /\ \ ^{s\ min} \{fo\ \ - \qquad (23)$$

5.1.6 :

-

-

-

$$_{X3}.minjl,0;\quad j.$$

5.1.7 ,

,   ,

$$d_{at}\sim 0,4fa(s-c).\tag{24}$$

5.2

,   ,

{ . -

.2 (   )]

$$b*jD;(s-c)_{+\ t}JD;(s-c).\tag{25}$$

5.2.1   ,   ,

,

,

$$< - 2(\wedge\ ``\qquad\qquad <26>$$

$$tf_p\ Sdo-\tag{27}$$

.

(27)   5.2.2   5.2.3.

5.2.2

5.2.2.1   8

,

$$A*, (s, -\quad - ,)\ \backslash\ iaAfc +\quad («\ -\ *\ -\ „)*\quad /\ (s - s_p - \ )\ S\ 0.5\ (of* - </,,)\ s,,.\tag{28}$$

S.2.2.2   [.   . 1 (   ))

$$A,+A_3*A = 0.5(d_p-d_{eil})s_p.\tag{29}$$

,   3   · &

$S|_P$ $s_e.$

,   ,   3·   : /,   (17).

/jp   (18).

5.2.2.3

$$\frac{,^* \_!\_\{0.5(d_e - d^\wedge s, - /,, (s - s_p -c)-/_{1p}(s, -s_{lp} -c_s)xi -^\wedge(\text{«}s - c,,)x_3\}.}{A^*} \tag{30}$$

$A_2 - k_0 s_2 —$.

$s_2 > 2s.$

, $0.5s_2.$ $— 0.5s_2 + $.

5.2.3

$$\backslash \,) \quad \frac{2 \,.(\quad - \quad)}{Op *\{s-e)V} \text{„} \tag{31}$$

$,- 1 —$;

$, =2 —$.

$$V \quad \min \quad \frac{}{} \quad <\!>(\bullet\bullet \tag{32}$$

$d-d,.$

5.3 ,

(25). [. .2 .

( )] ;

5.2,

,

]. $\dfrac{2 \quad \{*- \;) \;)}{0,5(D\pounds + \wedge) + (s - c)V} \,v' \tag{33}$

$$V=\min \quad \frac{I}{K_3\left(0,8+\dfrac{\sigma'_p+\sigma''_{op}}{2b}\right)+K_1\left(\begin{array}{c}d\bullet + 2c; \; q\!>' \; t\backslash p \; d'' * 2c; \\ \text{«} \quad \pounds 5\end{array}\right.} ; \frac{b(s\sim c)}{} \quad flp 1 \quad \widetilde{} \quad \frac{}{} \tag{34}$$

[. *

.8 ( ))

$$V - \min \quad \frac{1 + \dfrac{5pW - <\pounds)Xi + \quad - g\text{»})XI + *g\text{»}2Xa \quad ' \quad (* \;-\;-\text{»}\;-\;-' \quad * \quad - \;:\;-<,)}{(\$ - \;)}}{* \;(\quad * \quad) \quad * \;(tf' \quad * \quad *)} \tag{35}$$

$ij \text{ » } \min\{b;/;_e + /_2\}.$

(34) (35) $tf = d/ \quad < \quad = df.$

( )

(3s)

(33). (34) (35) $< = 1.8$ $< \pounds 1$

.

< ,'= 1   < ,*= 1.

.12 (   )],   ' '   60 ° .

< ,' £1   >," £ 1

$_3$

, =   (36)

(1   . .   .

$_3$ - 1.

,   (.   .2.   ' '   ),

[.   .14 (   ))

$$V = \min \left\{ (1 + \quad , + d*2 \ ) + 4/_1 \quad \frac{(tf*2 \ )}{(1 + \cos^2 p2)(0.8a2 + d*2 \ )*4/_1} \quad 4f_{1p}\left(\frac{(s_1 - c_3)}{(s - c)}\right) Xi \quad (d*2 \ ) \right\} \quad (37)$$

5.3.   ,

. 10.   .

5.4   ,

$$[ ] * \frac{[\rho]_n}{\sqrt{1 + ([\rho]_n)^2}} \quad (38)$$

—   ,

(31)   —   < = 1.0;

—   ,   52857.2—

.

[ ]   5.3

,   .

.

6   [.   . 15 (   )]

6.1
6.1.1
                                                        :

a)   0,001£s/D$_c$£0,1;

)* =   £10.

s,—   ;
)   ,   -

,   ^R$_{(}$ s$_>$:

)   s,   jd$_c$ s,.

6.1.2

:

)　　　　　　　　　　. s, = s;

)　　　　　　　　　　　,　　　l_2 a ^R_c (s + s$_2$)

　　　　+　　　1_2 < V^{R}d^s * s$_2$>- Tos$_a$*s + min (S$_2$_J----------------------:5) 2-
　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　+ *2'

6.1.3

　　　　　　　　　　,　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　-
　　.　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　-
　　　　　　　　　　　　　　.

6.1.3.1　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　5.2.3.
6.1.3.2　　　　　　　　　　　　　　[FJ

　　　　　　　I^]MoHs-cHmax[C,;1.81].　　　　　　　　　　(39)

　,　　　　　　　,　　　　　　　　. 16 (　　　　　），　　　　-

　　　　　　　　,» $_0$+ ,　 + $_2$X^2+ $_3$X* + $_4$X*.　　　　(40)
　　　^　　　　　　s, = (s -).
　　　$_0$ - «　　　　　　　　　　2.
6.1.3.3　　　　　　　　　　　　　　　　　（　s, / s, i 0.5)
:

　　　　　　IF,] = min{[F,,]:[F,$_2$]}.　　　　　　(41)

　　　　　[F,,]

　　I^i1 = [ ] (s *2 s$_2$-)^2 max [　,; 1. 81].　　　(42)

　　s_t,　　　　　6.1.2.
　　　　(F,$_2$]

s,　s, £ 0.5

　　　　　　　^{s} °] (s-c)^2 max {　,; 1. 81].　　　(43)

　　d_e-D$_2$　s_i-s-c.
　,　　　　　，　　　　　　.16 (　　　　　），　　　-

　　　　　　，= .,+ ,　 + $_2$X^2 + $_3$X^2 + $_4$X*.　　　(44)

　$_0$ - $_4$　　　　　2.
6.1.3.4　　　　　　　[MJ,　　　　　　，　　-
　　，

　　　[　] = (0]{s - cf^　 | $_2$;4.9].　　　(45)

　$_2$　　　　　，　　　　　　.17 (　　　　　），　　-

　　　$_2$ $_0$* ,　 + $_2$ ^{2} + $_3$X^2 + a$_4$ X*.　　　(46)
　　　s_3 - s - .

6.1.3.5 9^-4 **3.**   ( ]   (s, / , a 0.5)   -

$$= \tag{47}$$

[₁]   -

$$[\quad \backslash - [\;](\quad *2\% - cf\% \quad (\; :4.9]. \tag{48}$$

$s_3.$ **6.1.2.**
$[\; , \;]$
(s, / , 0.5)

$$[\quad _2] = [\;](\; - cf \; \pounds \quad \wedge \quad]. \tag{49}$$

$s_3 = s - \quad d_c = D_2.$

₂   ,   .17 ( ),   -

$$_2 \quad _0+ , \quad + _2 \quad ^2 + _3 \; \backslash+ _4 \quad .^4. \tag{50}$$

6.1.3.6 $_0^-4$ **3.**   (,
,

$$1 \quad ,] = [o](s - cf^\wedge f \quad (\; _3;4,9]. \tag{51}$$

₃   ,   .18 ( ),   \
:

$$_3 ^\gg _0+ , \quad * _2 \quad + _3 \; \backslash+ _4 \; \backslash. \tag{52}$$

/ $Sj = S - .$
$_0^-4$ **4.**
a, f a$_s$ 0.2 0.5.   ₃
6.1.3.7   .   **[M$_t$]**   (, / , 0.5)
:

$$[M_y] = \min\{[/ig\};(Agi\}. \tag{53}$$

(,,)   -

$$[\;]-[\;](\; +*2*2 \; f\pounds \quad (\; _3;4.9]. \tag{54}$$

₃   ,   .18 ( ),

$$_3 \quad _0+ , \quad + _2 \; \backslash+ _3 \; \backslash+ _4 \; ^4. \tag{55}$$

$, = + X_2 s_2 - .$
- »   **4.**

[M_rt J   *

$$[\quad_7\backslash = [o](s - cf^\wedge \quad [\quad;4.9].\tag{56}$$

_3_   ,   . 18 (   ),   I,,

$$_3 = \;_0 + \;,\quad + \quad + \;_3 \backslash + \;_4 .\tag{57}$$

. $d_c = D_2 v \backslash s_t = s - \;.$

_0^- _4_   4.

s, f s,   0.2   0.5 .   .18

(   )

6.1.4   :

$$\ll V \quad \left|\frac{p}{[p]}\right| \le 1;\tag{58}$$

$$_2 = \left|\frac{F_z}{[F_z]}\right| \le 1;\tag{59}$$

$$\% \qquad \overline{IM_t} \qquad \left(\frac{M_y}{\cdots}\right)^2 \le 1.\tag{60}$$

,

$$\sqrt{\left[\max\left(\left|\frac{\Phi_\varrho}{C_4} + \Phi_z\right|;|\Phi_z|;\left|\frac{\Phi_\varrho}{C_4} - 0{,}2\Phi_z\right|\right)\right]^2 + } \; |^*1.0.\tag{61}$$

_4_   1.1.   -

.   _4_ - 1.

_4_   .   _4_   ,

(61)   *   .

6.1.5   -

:

$$\frac{(\ll +_{5,}),}{_4(\ll_1- \;^*)\, n(d + s,)^2(s_1 - c_s)} \qquad \frac{\le'\;+-?\,,}{^*(<^{**}\,\ll i)(^*i - \;^*)} \underline{\qquad\qquad} sW'$$

F_2 ,   .

,

$$[\;\backslash \qquad \frac{|F_z|}{[F]} \le 1,\tag{63}$$

[ ]   ( ] —   ;

[ ] —   .

[ ]. (F) [ ]   52857.2   .

F   ,   —   ,

(63) F,   .

2

				ᵃ S	
.	0.60072181	0.95196257	0.0051957881	-0.001406381	0

3

		aᵢ		»	**
-	4.526315	0.064021889	0.15887638	-0.021419298	0.0010350407

4

	* 0	,	*	« 5	
& 0.2	4.8844124	-0.071389214	0.79991259	-0.024155709	0
2 0.5	6.3178075	-3.6618209	4.5145391	-0.83094839	0.050698494

6.2 ¹>
6.2.1

:

) 0.001 £ s/R$_c$ £ 0,1.

-£-<0.001 ,

.

,*7^ ⁵¹⁰-
s>— ;
) , -

, , ^R_t s,;

) s, ^ds_t.
6.2.2

:

) . s, - s;

) , / a + s$_2$) s$_>$-s*s$_3$X$_3$. / < ^ft_c(s + s$_2$).

6.2.3

, -
. -
.

6.2.3.1

$$\lambda_s = \frac{d_c}{\sqrt{R_c \, s_c}}: \qquad K_4 = \min\left|_k \quad \frac{- \quad .) \, fg1.-P1.4l}{v'7}\right.$$

¹¹ , ,
, 0,4 . R$_c$
.

6.2.3.2   **5.2.3.**

6.2.3.3   **[F,]**

,   . 19 ( ),

$$|FJ« [ ]<s -)^2 (182+ 2.4 ^1 + {}_4 X, + 0,91 {}_4 {}^2), \tag{64}$$

X,   **s, = s - .**

6.2.3.4   **[FJ**

$$IF,] * min (IF,,]; [F,_2]\}. \tag{65}$$

{F,,]

,   . 19 ( ),

$$[F,d = [«1 \, is + {}_2{}^* \cdot) < 1.02 + 2.4^1 + X, + 0.91 {}_4 =); \tag{66}$$

X* »   **s, = s + fes${}_2$ - ,**   **6.2.2.**

$$(F,_2J = lo)(s -) (1.82 + 2.4^1+ {}_4 X, + 0.91 {}_4 {}^2). \tag{67}$$

X, $s_3 - s - = D_2,$ =1.

6.2.3.5   (${}_6$)

,   .20 ( ),

$$[>1 - [o](s - cf \wedge (4.9 + 2.0^1 + + 0.91 {}_4 X^2). \tag{68}$$

X,   **s, = s - .**

6.2.3.6   **[MJ**   *

$$(! (1 {}_{61}\}; [,,]\}. \tag{69}$$

I4i1.   *

.   ,   .20 ( ),

$$(40 \cdot M(s + 7.2^*2 \quad ? \quad <4\text{-}9 + ZOjUKIkt + 0.91 {}_4 >^*). \tag{70}$$

Xj   **s${}_a$.**   **6.2.2.**

[M${}_{ti}$]

,   .20 ( ),

$$[M«I - - cf £ (4.9 + 20^1 + X» + 0.91 {}_{,,} /.?). \tag{71}$$

X, $Sj = s - <3 - D_2,$ - 1.0.

6.2.4   :

$$= {}_1) {}^{<1:} \tag{72}$$

$$,= {}^{t_2} si: \tag{73}$$

$$^* = {}_{141} 51. \tag{74}$$

,

$$\max (| \quad ,|; \{ \quad _7|; | \quad - 0.2 \quad ,|> \quad | \quad | \quad 1,0. \tag{75}$$

6.2.5

$$4\{s,-c_e) \frac{1»}{} + \quad + \quad \frac{4\_*}{\_} \quad _4)^+ \quad *(d + Si\overline{H}si-c,) \frac{F*}{\overline{}} \, ^1 \quad < r_0 i, \tag{76}$$

F_2 ,   .

= 0

$$1+ \quad 41\_ \tag{<77>}$$

F , —   ,

(77) F_t .

[]]   [ ] —   ,

52857.2.

(   )

,

.1 —

а

б

в

.2 —

а

б

а

б

а

в

.4 —

(-
)
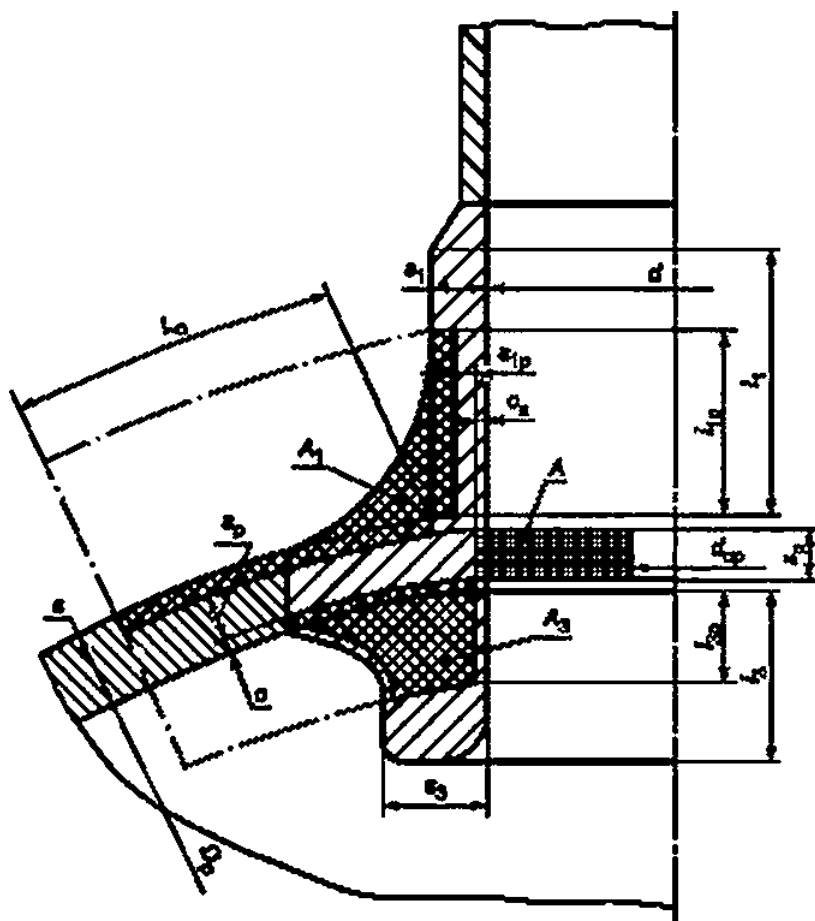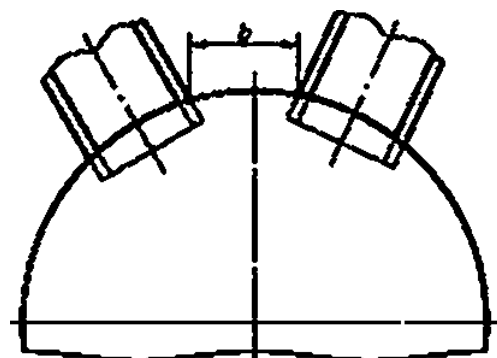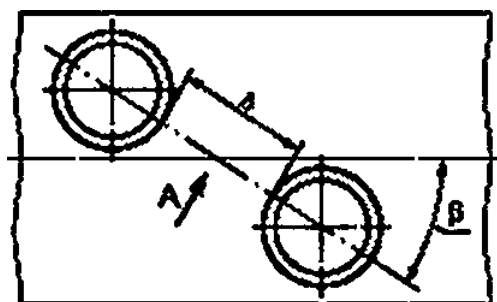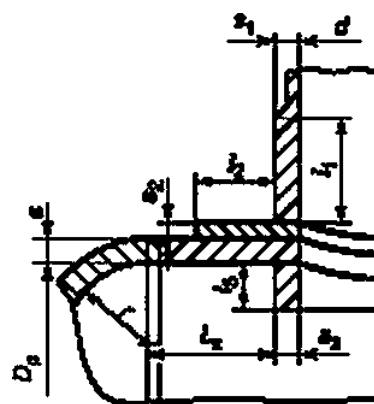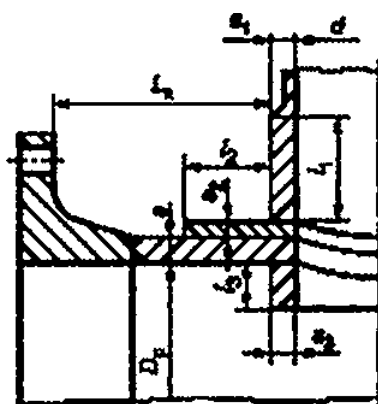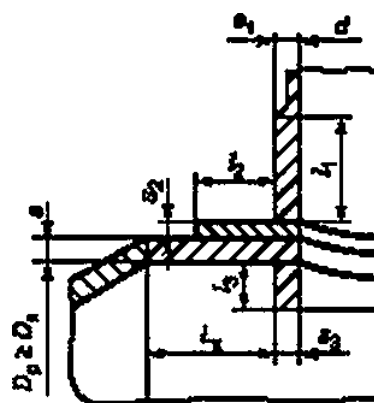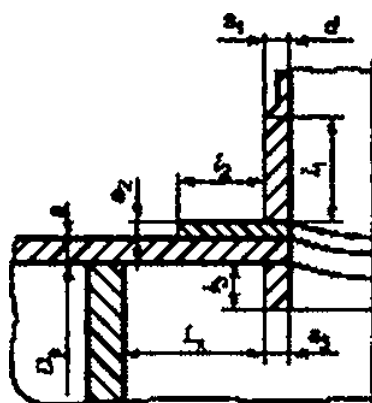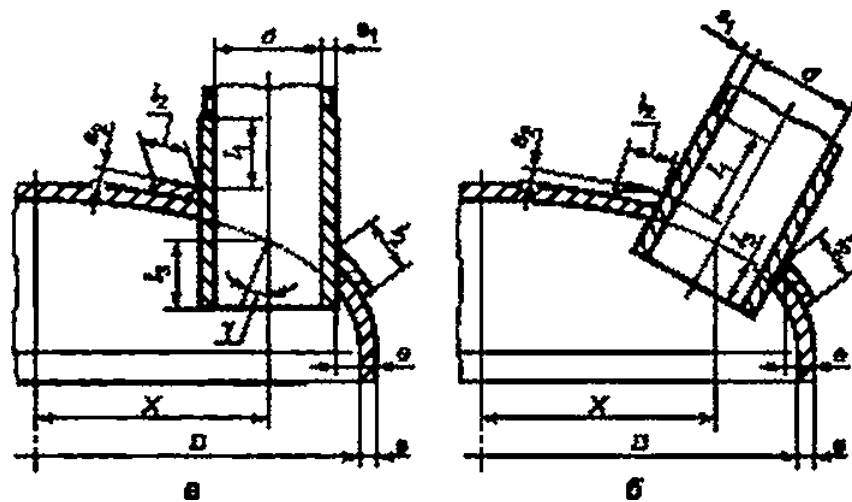
.5 —
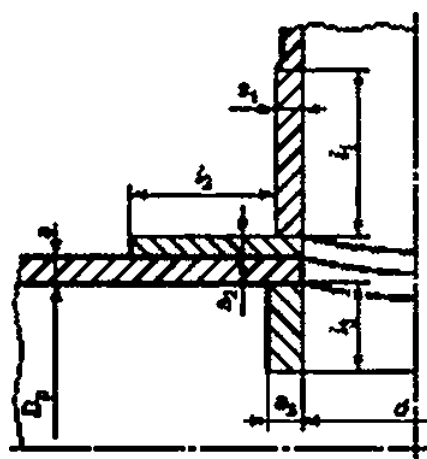
.6 —
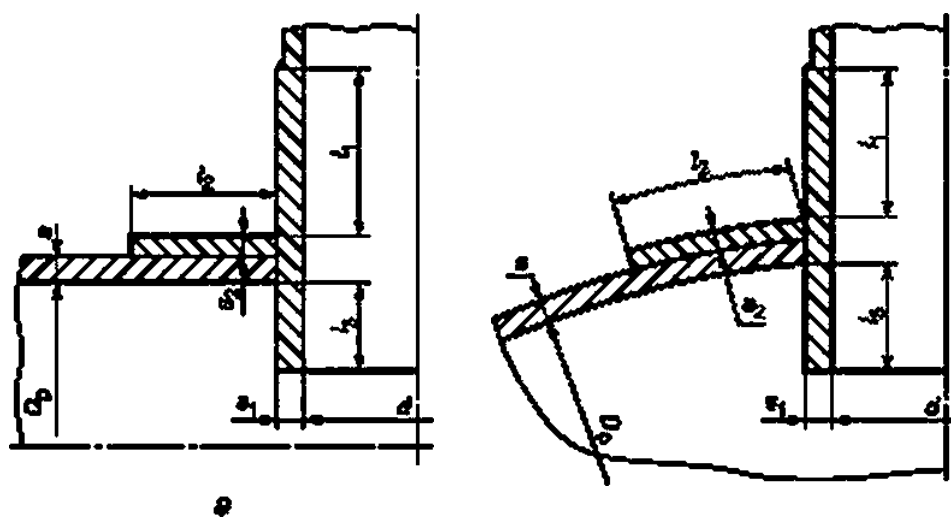
.7 —
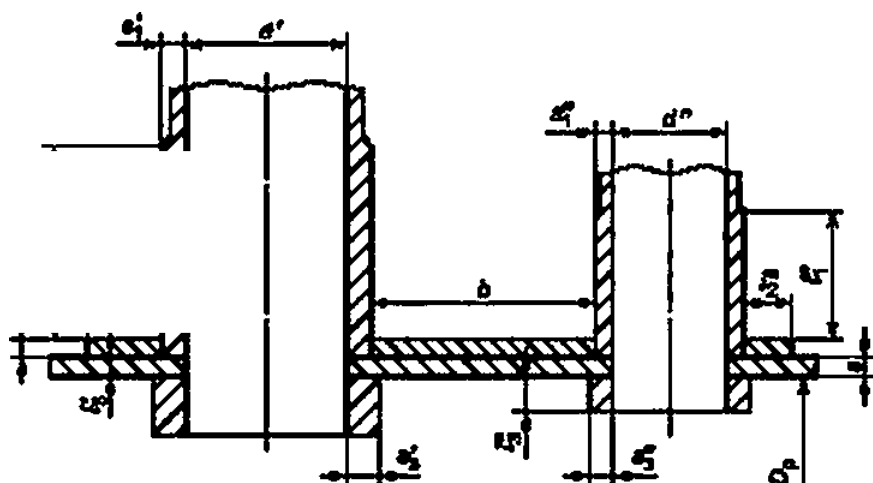
а — укрепление круговым накладным кольцом
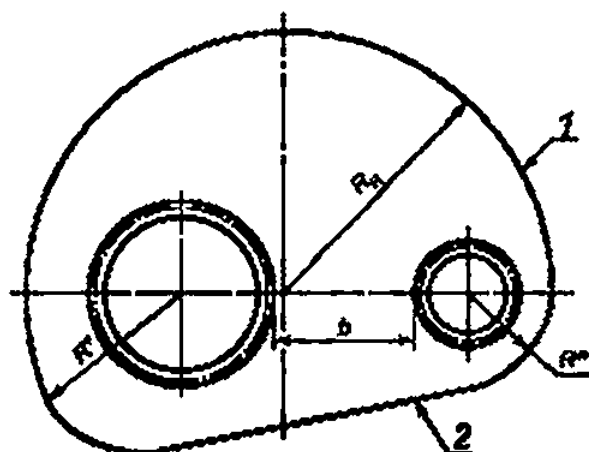
б — укрепление несимметричным кольцом

А.8 —
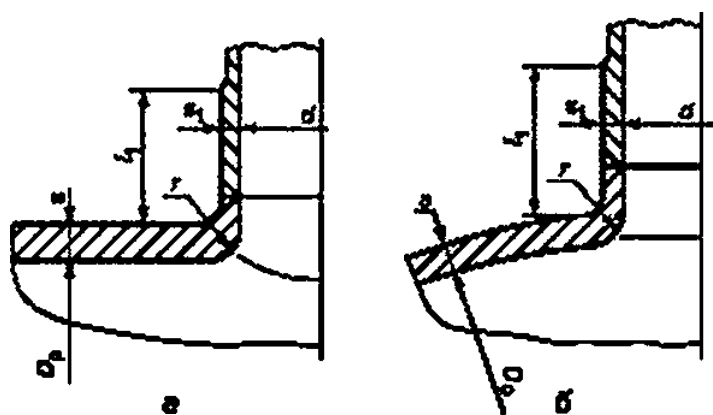

.9 —
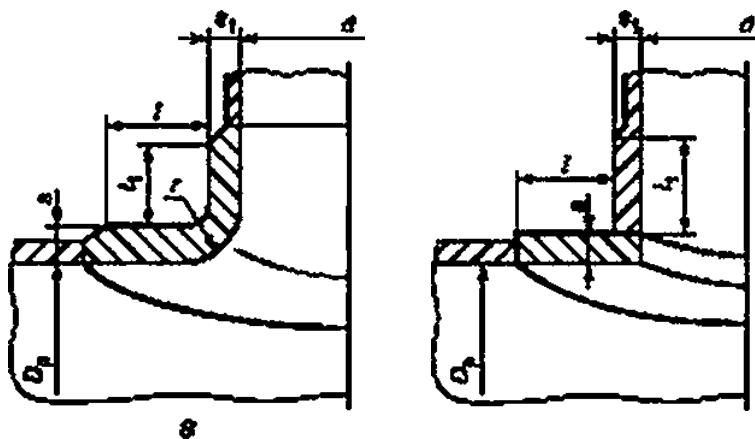
. 10 —
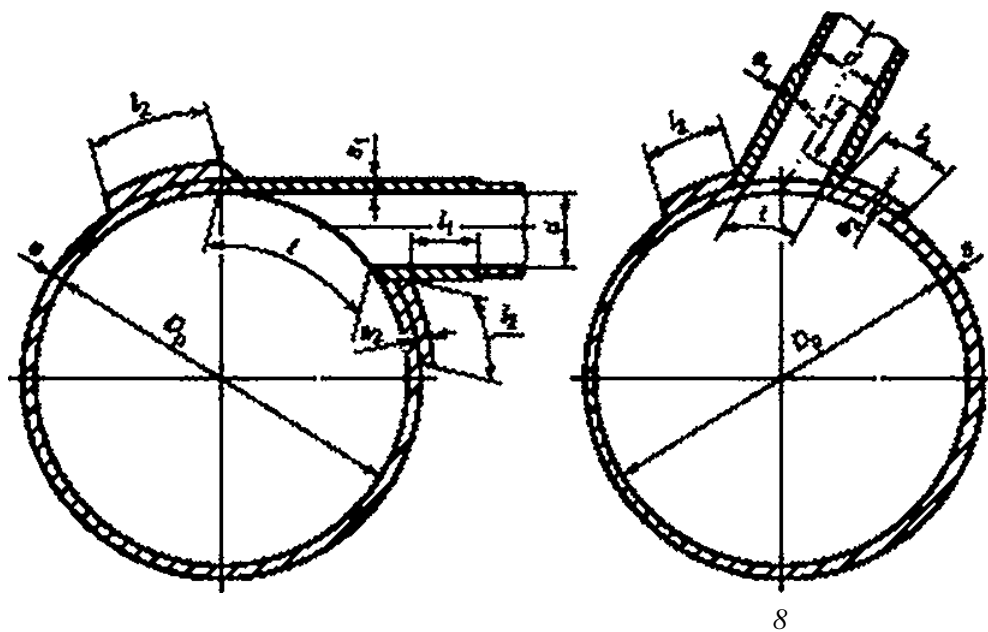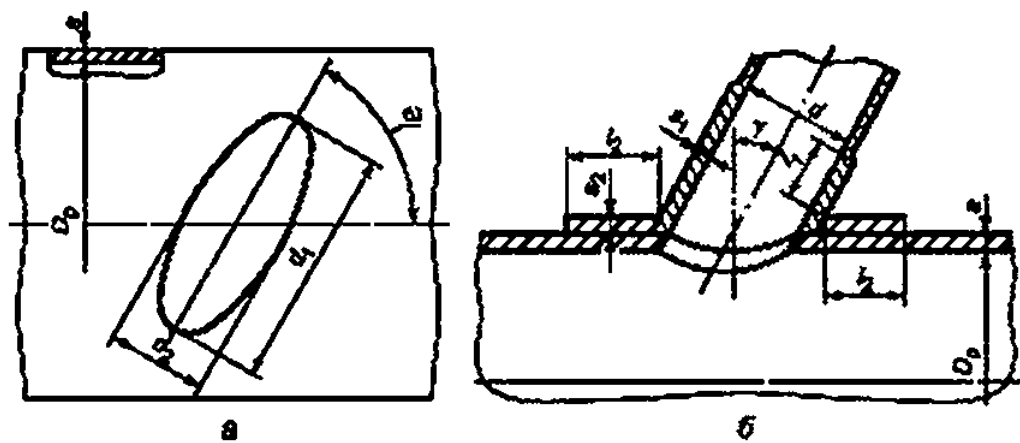
.11—
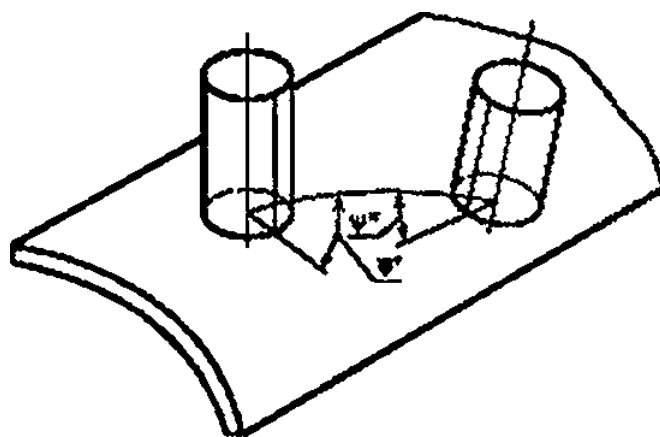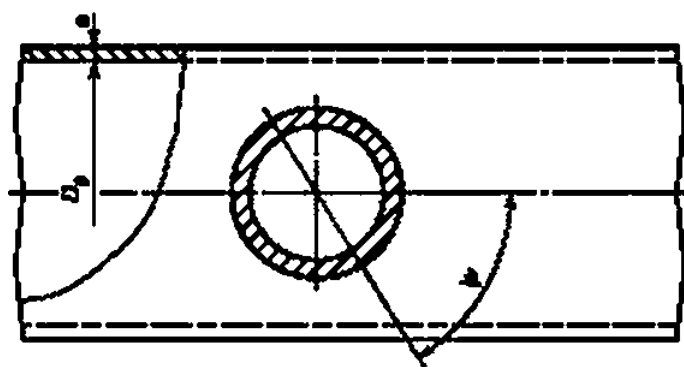
.12 —
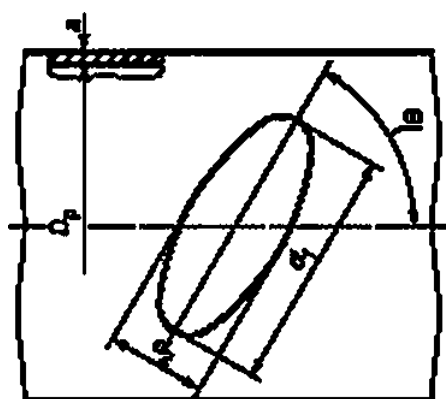
13 —
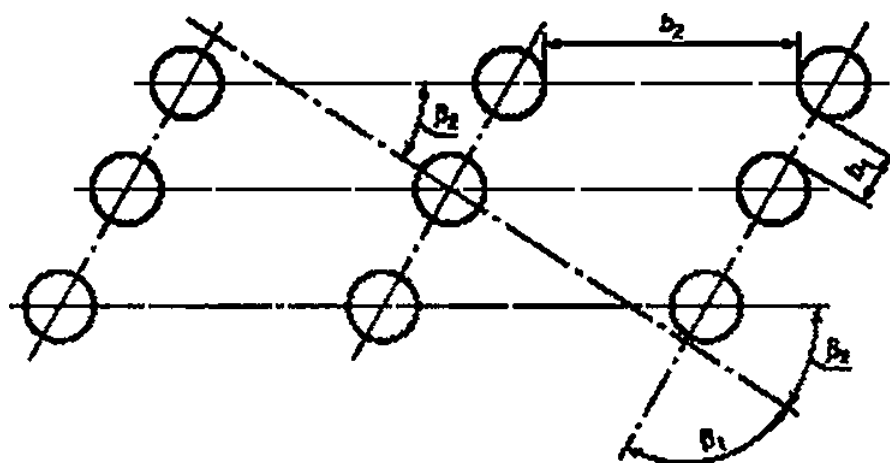
Рисунок А.14 — Ряды отверстий

. 15
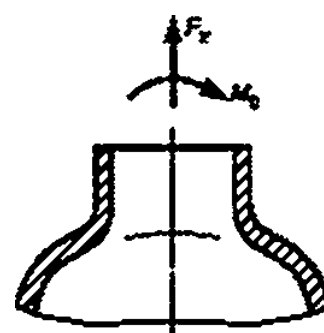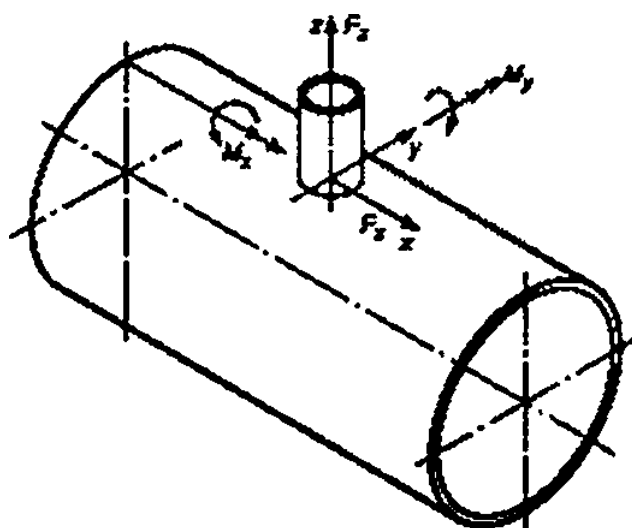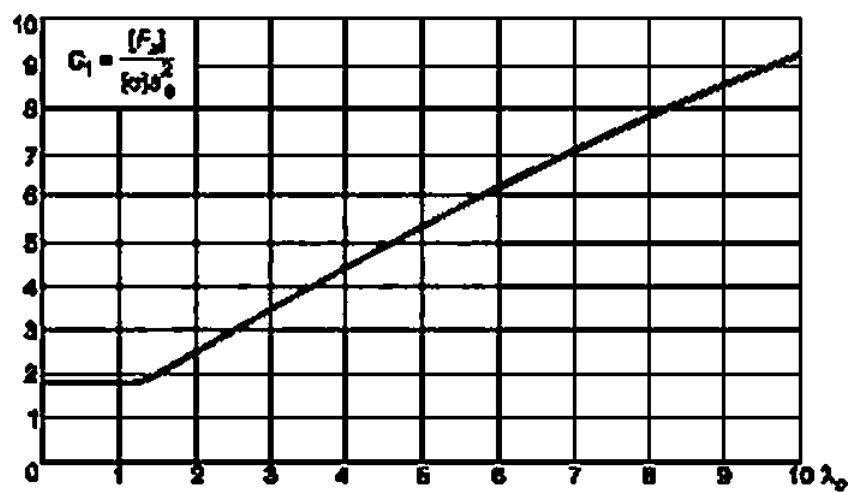
Рисунок А.16 — График для определения C_1
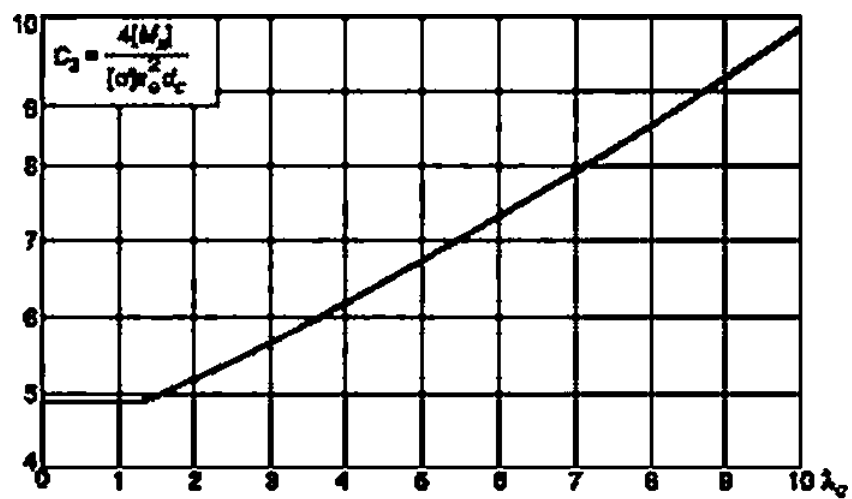
Рисунок А.17 — График для определения C_2
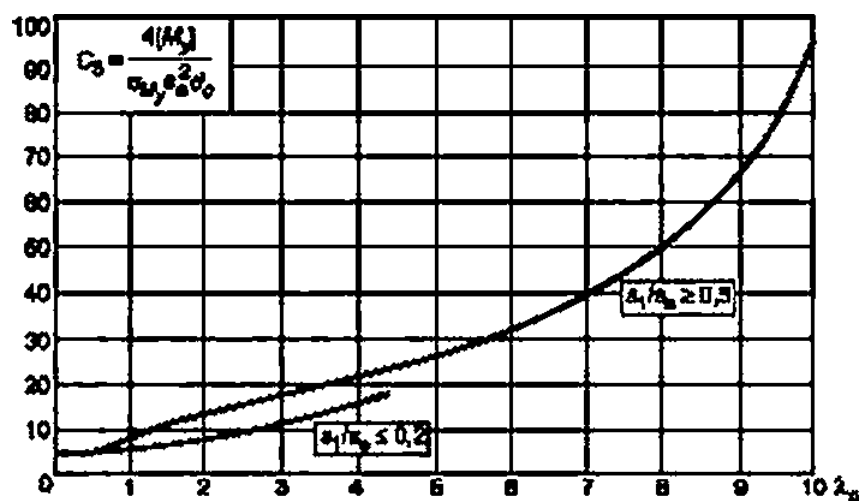
Рисунок А.18 — График для определения C_3

. 19 —   [FJ

(-1;   —   < 1.0)

.20 —   [MJ
(» 1;   —   < 1.0)

:   ,   ,   ,
          ,

. .
. .
. .
3. .