



55260-3.2-2013

3-2



И
2015

55260.3.2—2013

| | | | |
|---|----------------|----------------------------------|---|
| 1 | » (« ») | « - | - |
| 2 | | 330 « , » | - |
| 3 | 6 2013 . 1046- | | - |
| 4 | | | |
| 1 |) — () | « 1.0—2012 (8). (», « | - |
| « | ». | — , — (www.gost.ru) | - |

© , 2015

, -
-

| | | |
|-----|-------|----|
| 1 | ..... | 1 |
| 2 | ..... | 1 |
| 3 | ..... | 2 |
| 4 | ..... | 5 |
| 5 | ..... | 6 |
| 6 | ..... | 8 |
| 7 | ..... | 10 |
| 8 | ..... | 10 |
| 8.1 | ..... | 10 |
| 8.2 | ..... | 12 |
| 8.3 | ..... | 16 |
| 8.4 | ..... | 17 |
| 8.5 | ..... | 21 |
| 8.6 | ..... | 22 |
| 8.7 | ..... | 23 |
| 9 | ..... | 32 |
| 9.1 | ..... | 32 |
| 9.2 | ..... | 35 |
| 9.3 | ..... | 36 |
| ( ) | ..... | 39 |
| ( ) | ..... | 63 |
| ( ) | ..... | 64 |
| ( ) | ..... | 65 |
| ( ) | ..... | 66 |
| ( ) | ..... | 71 |
| ( ) | ..... | 74 |
| ( ) | ..... | 75 |
| ( ) | ..... | 77 |
| ( ) | ..... | 78 |
| ( ) | ..... | 79 |
| ( ) | ..... | 80 |
| ( ) | ..... | 81 |
| ( ) | ..... | 82 |
| ( ) | ..... | 83 |

55260.3.2—2013

| | | |
|-------|---------|-----|
| ( ) | ..... | 85 |
| ( ) | ..... | 86 |
| ( ) | ..... | 94 |
| X ( ) | ..... | 99 |
| ( ) | ..... | 104 |
| ( ) | ..... | 106 |
| ( ) | ..... | 107 |
| () | - | 108 |
| () | - | 109 |
| () | - | 110 |
| 1 ( ) | ..... | 111 |
| 2 () | , | 112 |
| 3 ( ) | ..... | 113 |
| 4 ( ) | ..... | 156 |
| 5 ( ) | ..... | 162 |
| 6 () | , | 170 |
| 7 ( ) | ..... | 173 |
|  | ..... | 191 |

2002 . N2 184- « ».

27 -

-

-

Hydro Power Plants. Part 3-2.
Estimation procedures of hydroturbine operating conditions

— 2015—07—01

1

1.1

1.2

1.3

1.4

2

2.601—2006

8.439—81

32—74

27.002—89

5616—89

16504—81

19431—84

19919—74

20911—89

22373—82

25866—83

27528—87

27807—88

28446—90

55260.3.2—2013

28842—90 (41-63, 607-78)

15467—79
8.563—2009

54130—2010

« », « 1 » ,
 , ().

3

3.1 : , : -

3.2 : , -

3.3 - : -

3.4 - : ,

3.5 : , -

3.6 : , -

3.7 (): , -

3.8 : , -

3.9 , / (—): , -

3.10 (): , -

3.11 : , -

3.12 () : , -

(). : , -

3.13 : , (—) -

,) : , -

3.14 : , -

3.15 : , -

3.16 : , -

3.17 - / () / -

: / ,

/

| | | |
|------|------|---|
| 3.18 | : | - |
| 3.19 | : | - |
| 3.20 | : | - |
| 3.21 | : | - |
| 3.22 |). | - |
| 3.23 | : | - |
| 3.24 | : | - |
| 3.25 | : | - |
| 3.26 | : | - |
| 3.27 | : | - |
| 3.28 | : | - |
| 3.29 | : | - |
| 3.30 | : | - |
| 3.31 | : | - |
| 3.32 | : | - |
| 3.33 | : | - |
| 3.34 | : 1. | - |
| | : 2. | - |
| | : | - |
| 3.35 | : | - |
| 3.36 | : | - |
| 3.37 | : | - |
| 3.38 | : | - |
| 3.39 | : | - |

55260.3.2—2013

| | | | |
|------|----------|-----|---|
| 3.40 | : | , | - |
| 3.41 | : | , | - |
| | , | , | - |
| 3.42 | : | , | - |
| | / | , | - |
| 3.43 | : | , | - |
| 3.44 | : | , | - |
| 3.45 | : | , | - |
| | / | () | - |
| 3.46 | : | , | - |
| | , | , | - |
| 3.47 | : | , | - |
| 3.48 | : | , | - |
| | / | , | - |
| 3.49 | : | , | - |
| 3.50 | : | , | - |
| 3.51 | () |); | - |
| 3.52 | : | , | - |
| 3.53 | : | , | - |
| 3.54 | : | () | - |
| 3.55 | () |); | - |
| 1 | : | , | - |
| 2 | « (), » | , | - |
| | (). « » | , | - |
| 3.56 | : | , | - |
| | — | , | - |
| 3.57 | : | / | - |
| | (,) | , | - |

- 3.58 ():
- 3.59 :
- 3.60 :
- 3.61 :
- (3.62 — ():
- 3.63 :
- 3.64 :
- 3.65 :
- 3.66 :
- 3.67 :
- 3.68 — :
- 3.69 :
- 3.70 : ; (), () , () ,
- 3.71 :
- 3.72 : / — () .)

4

— — ; ;

55260.3.2—2013

— ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — () ;
 — (,) — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — () (,) ;
 — () (,) ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 XX — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — ; ;
 — () .

5

5.1
* *

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

5.2

/

5.3

() - ,

() .

5.4

5.5 () ()

5.6 ()

5.7 ()

5.8 /

5.9 ()

5.10

- () ;

- () ;

- () ;

- () .

5.11 () :

- « », /

() ;

- « », () ;

7

55260.3.2—2013

- « », , / -
() -
- « », ; -

5.12

5.13

5.14

5.15

6

6.1

6.2

1,2. 4.

| | | |
|------|------|-----------|
| | | - |
| | | - |
| | | - |
| 6.3 | () | - |
| | () | - |
| | () | / |
| 6.4 | | - |
| (|) | - |
| 6.5 | | - |
| | () | - |
| 6.6 | | - |
| (1) | | [2], [3]. |
| 6.7 | | - |
| 6.8 | | - |
| - | (3J; | - |
| - | | [2]; |
| - | () | - |
| - | | - |
| 6.9 | | - |
| | () | - |
| | | / |
| 6.10 | | - |
| | | (2). |
| | 8 | - |
| 6.11 | () | - |
| | / | - |
| | | - |
| | | - |
| | | 9 |

55260.3.2—2013

6.12

(

).

7

7.1

7.2

7.3

7.4

8

8.1

8.1.1

4—1. 5 10—2. 11 20 —3;

10

()

()

(/)

()

()

()

()

()

8.1.2

() /

()

8.1.3

28842 14].

8.1.4

)

« — »,

± 1,0 ± 1,5 %;
± 1,2 ± 2.0 %.

8.1.5

(/)

50 %

8.1.6

(—);

55260.3.2—2013

»

8.1.7

8.2

8.2.1

1, — 2.

1—

| | | | | | |
|--|--|--|--|-------|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | 8.2.9 | |
| | | | | | |

2 —

| | | | | | |
|---|---|---|---|-------|---|
| - | | - | | - | - |
| - | , | - | - | - | , |
| - | , | - | - | 20 % | , |
| - | | - | - | - | , |
| - | | - | - | - | , |
| - | | - | - | - | , |
| - | | - | - | - | , |
| - | | - | - | 0,5% | , |
| - | | - | - | 0,5% | , |
| - | | - | - | 0,5 % | , |
| - | | - | - | - | , |

55260.3.2—2013

8.2.2

*

:
 - : (;)
 / , (;) ;
 - (, - ; ,) ,
 ;
 - (;
);
 - ;
 -

-
 : (;
 - ; (;
 - () , (;
 - (; ,)
 - ;
 - (;) ;
 - ;
 -

:
 - (;
 - ;
 - ;
 -

8.2.3

, , , , , , ,
 ,

8.2.4

() (,)
)

8.2.5

: ;
 - , ; ,
 - ;
 - () - ,
 - ;
 - , ;
 - , ;

8.2.6

()

8.2.7

[5].

(5).

8000

25 000

8.2.8

8.2.9

(6) [7].

X, , , , , . , 1 2

() ()
 () , ()
 3.

3—

| | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|
| | 2.0 | 4.0 | 6.0 | 8.0 |
| | 1.0 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |

4.

4—

| | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|
| | 2,0 | 4,0 | 6.0 | 8,0 |
| | 1.0 | 1,0 | 2.0 | 3.0 |

20 %.

10 %

55260.3.2—2013

[8]. [6]. [71-

8.2.10

« — ».
« — / »

« — »
[8].
0,001

6.

8.2.11

8.2.12

)

X, , , , , , , 1 2.

(

0.5 %.

X. , . , . , , 1,2,
8.2.13

1,0 %

3.

8.2.14

(, ,)
(, ,)

8.3

8.3.1

8.3.2

5.

8.3.3

[9].

6.
8.3.4

8.3.5

8.3.6

3,
8.3.7

8.3.8

8.3.9

8.4

8.4.1

[10] [11].

—

1 : (4...6).

1 : (12...20).

[7].

(5)

() .

;

« — » ;

;

(.);

(

1);

;

;

[8].

(. 5 6).

(),

55260.3.2—2013

5 —

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

6 —

| | | | | |
|--|------|------|------|------|
| | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | 0,10 | 0,10 | 0,15 | 0,20 |
| | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,15 |
| | 0,05 | 0,05 | 0,10 | 0,10 |

8.4.2

:
 ;
 ;
 ;
 (;
);
 () ;
 ;
 (« - -
 »);
 ;

- (,);

8.4.3

8.4.4

), (

).

0.1 /

8.4.5

500

(7).

7 —

| | | | | |
|--|------|------|------|------|
| | 500 | 1000 | 1500 | 2000 |
| | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 |
| | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 0,20 |

20 %

0,5—1,0

8.4.6

()

3 %.

8.4.7

8.

8.4.8

8.4.9

55260.3.2—2013

- , — , () -
 - ; (), () -
), () -
 ; , . . . , , -
 , () -
 , 8.7.4).
 , / — , -
 (-) (,), -
 6, , . -
 () . () -
 8.7.5 . () -
 , 10.) -
 10 — - -

| | | | | | | |
|-------|---|---|---|---------|-------|---|
| - | - | - | - | - | , | |
| | | - | | | - | |
| () - | - | , | | | () - | |
| , | , | , | , | - | () - | |
| | - | | , | - | , | - |
| | , | | - | (10%) | , | - |

10

| | | | | | | |
|---|---|---|----|-------|---|---|
| - | - | - | - | - | , | |
| , | , | - | | - | , | - |
| | (| - | | | , | - |
| | , | | | 0,2 / | | - |
| - | , | | lt | 10% | , | - |
| | : | | 1 | - | , | - |
| - | , | | N | - | , | - |
| (| , | | | - | , | - |
| | , | | | | , | - |
| | , | | | | | |
| (| , | | | | , | - |
| | , | | | | | - |

55260.3.2—2013

8.7.11

)

(

11.

11 —

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|-----------|---|
| - | - | - | - | - | , | - |
| - | - | , | - | - | , | - |
| - | , | - | - | - | (| - |
| - | , | - | - | - |) | - |
| - | , | - | - | - | | - |
| - | , | - | - | - | •1 | - |
| - | - | - | - | - | | - |
| - | , | - | - | - | , | - |
| - | , | - | - | - | , | - |
| - | - | , | - | - | - | - |
| - | - | (| - | - | , | - |
| - | - |) | - | - | , | - |
| - | - | , | - | - | | - |
| - | - | (| - | - | (| - |
| - | - |) | - | - |) | - |
| - | - | - | - | - | 60—120 | - |
| - | - | - | - | - | | - |
| - | - | - | - | - | 1 | - |
| - | - | - | - | - | 0,2 / | - |
| - | - | - | - | - | 0,005 / — | - |

11

| | | | | | | |
|---|---|---|---|----------|-------|---|
| - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | 5 | - | - | - |
| - | - | - | - | 60—120 (| - | - |
| - | - | - | - |) | - | - |
| - | - | - | - | 1 | 0,2 / | - |
| - | - | - | - | 0,005 / | - | - |
| - | - | - | - | 1 | - | - |

;
 () (60—120);
 ;
 () ();
 ; 0,2 /
 0,005 / — 1 ;

8.7.12

8.7.13

8.7.14

8.7.9.

55260.3.2—2013

8.7.15

12.

12—

| | | | | | | |
|--|--|--|-----|--------------------|--|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | 10% | | |
| | | | | 80 % 120 % — | | |
| | | | | 10% | | |
| | | | 1—2 | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

— (/ ; -
).
, , ,
, ,
: 2—3
, ,
, ,
, ,
« » (

8.7.16

12.
(/)
:
(, , ,);
;
(, , ,) [14] [16]; 10 %
;
[17].

8.7.17

, ;
.

8.7.18

.

55260.3.2—2013

- ;
- ;
- .
8.7.19 , -

, ,
(), -
, ; -

9

9.1

9.1.1 -

9.1.2

- ;
- ;
- ;
- ;
- ;
- ;
- ;
- ;
- ;
- ;
- ;
- ;
- ;
- ;
- ;
- ;

9.1.3

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

9.1.4

: (20]. -
- ;
- (, , -

9.1.5

(). -
9.1.6 ():

- (5 °C -
- 10 °C — (

); ,

| | | |
|---------|------|-----------|
| - | | - |
| 10 °C — | 5 °C | , |
| 9.1.7 | | 3... 4 °C |
| 9.1.8 | | |
| 9.1.9 | | (|
|) | | , |
| 9.1.10 | | , |
| | | . |
| 9.1.11 | | (|
|) | 1 | 1 — |
| 9.1.12 | | , |
| - | (| ; |
| - | | ; |
| - | (| ; |
| - | | ; |
| - | | ; |
| - | | ; |
| - | | ; |
| - | | ; |
| - | | ; |
| - | | ; |
| - | | ; |
| - | | ; |
| - | | ; |
| - | | ; |
| 9.1.13 | | (13) |
| 9.1.14 | | 7. |
| 9.1.15. | | 7. |

55260.3.2—2013

13 —

| | | | | | | |
|---|---|-----|-----|----|--------------|---|
| - | | | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | 0,08 — | - |
| - | - | - | - | - | 0,12 — | - |
| - | - | () | - | - | 0,03 — | - |
| - | - | - | - | 12 | 0,04 — 2 | - |
| - | - | - | - | - | $R_a < 0,32$ | - |
| - | - | - | - | - | 10 % | - |
| - | - | - | () | - | 0,2 — | - |
| - | - | - | - | - | (4 ± 1)% | - |
| - | - | - | () | - | (0 ± 1) % | - |
| - | - | - | - | - | 0.05 | - |
| - | - | - | - | - | 0.25 | - |
| - | - | - | - | - | | - |
| - | - | - | - | - | | - |
| - | - | - | - | - | 1 — | - |
| - | - | - | - | - | 2 — | - |

9.2

9.2.1

:

;

-

-

9.2.2

:

;

;

-

-

*

;

-

-

(

,

:

.);

(

)

;

-

(, , .).

14.

14—

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| - | | | | | - |
| | | | | - | - |
| | - | - | | - | . |
| | | | - | - | |
| | - | , | | - | - |
| - | - | - | - | | |
| - | | , | - | - | |
| - | - | | | - | . |

| | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|
| | - | | | | - |
| - | | | - | | - |
| - | | | - | | - |
| - | | | - | | - |
| - | - | | - | | - |
| - | | | - | | - |
| - | | | - | | - |

:
 — 1—2 ;
 9.3.6 :
 5;
 5;
 5;
 ()
 9.3.7 ()
 9.3.8 :
 ;
 •
 9.3.9 16.

55260.3.2—2013

16 —

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|------|---|
| | | - | | - | - | |
| , | - | | - | - | - | , |
| - | , | | | - | | |
| , | - | | - | - | - | - |
| , | | | | | | . |
| | | | | | | . |
| - | - | | , | - | 0,03 | - |
| | | | - | - | 200 | |
| | - | - | , | - | , | - |
| | | , | - | - | , | |
| | | , | | - | , | |
| | | , | | - | , | |
| | | | | | | |

()

.1

1.1

1.2

.1.3

. 1.4

. 1.5

.1.6

. 1.7

.1.8

1.9

55260.3.2—2013

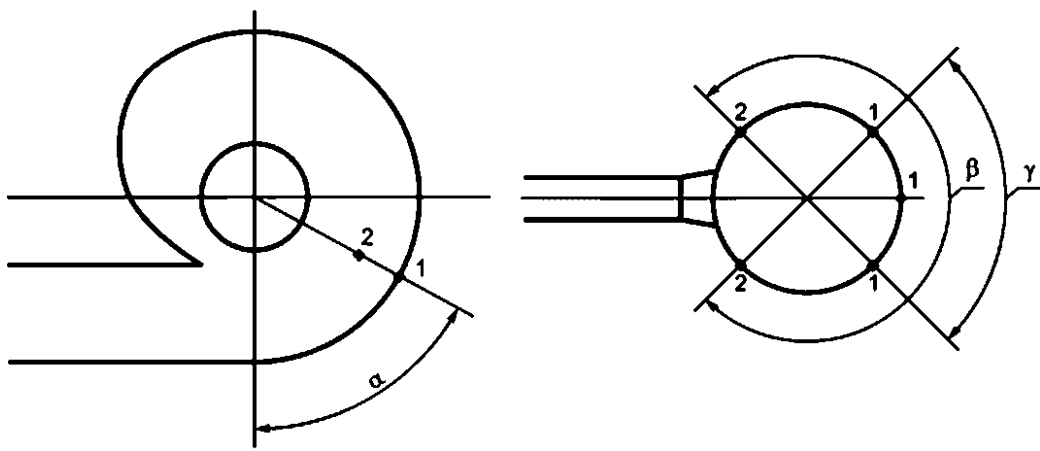
.1.10

(1,).

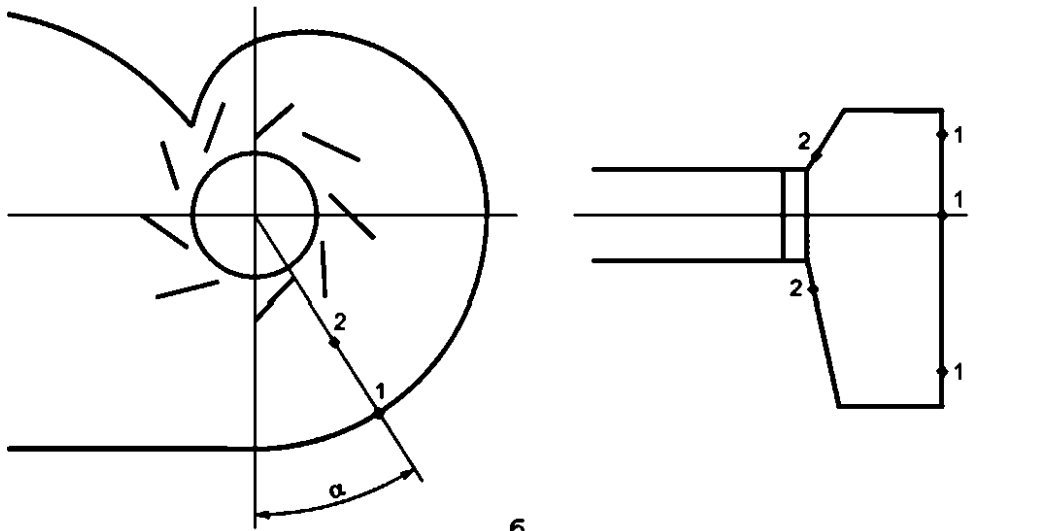
0,5.

.1.11

(. 15).



a



b

(= 45° - 90°. = ± 130'; = ' ± 45'),
(= 20' - 50')

— —
1 —

1 2

.2

.2.1

.2.1.1

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

.2.1.2

.2.1.3

.2.1.4

;>
- ;
- ;
-

.2.1.5

.2.1.6

0,5 %,

0.2 %, — 0.1 %.

.2.1.7

.2.1.8

6

.2.1.9

.2.1.10

.2.2

.2.2.1

55260.3.2—2013

.2.2.2

.2.2.3

5—7 %,

30—40 %

10

.2.2.4

2—3

5—15

1—2

.2.2.5

=), $V_h =$) -), S—

.3.1

. . . 1.1

(.2,):

$$H' = \Lambda + a_4 - (Z_1 + a_4) \quad (1)$$

0 2.

()

(3),

(0),

()

$$= \sqrt{\quad} - \sqrt{\quad} \quad (2)$$

(.)

1 2 1 3 (2.):

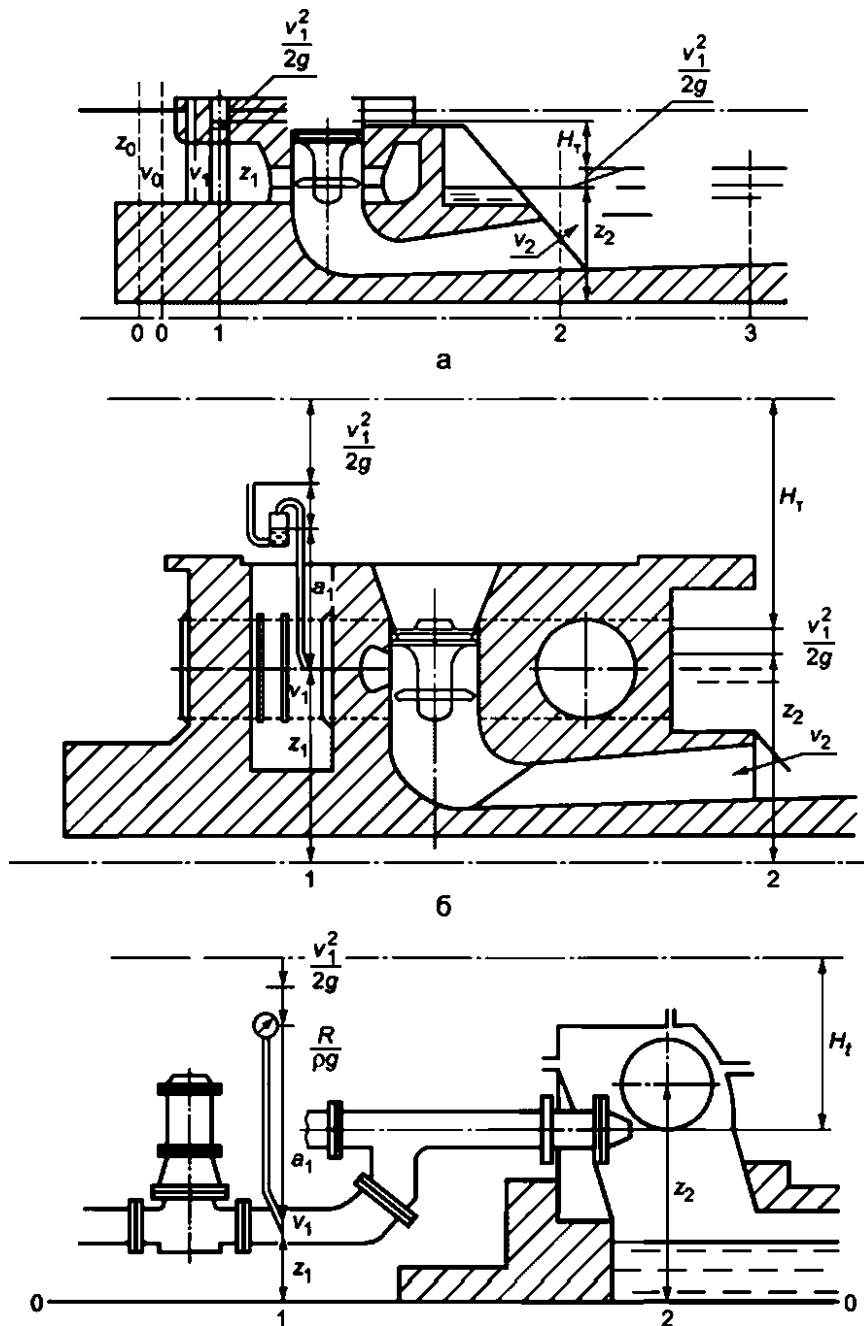
$$H_T = \left(Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} \right) - \left(Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \right) \quad (4)$$

$$2, + \quad - \quad (4')$$

(2,):

(.5)

]—



.2—

(.2,):

< 5.)

55260.3.2—2013

.3.1.2

.3.1.3 *

0.6.

0,5—0,8

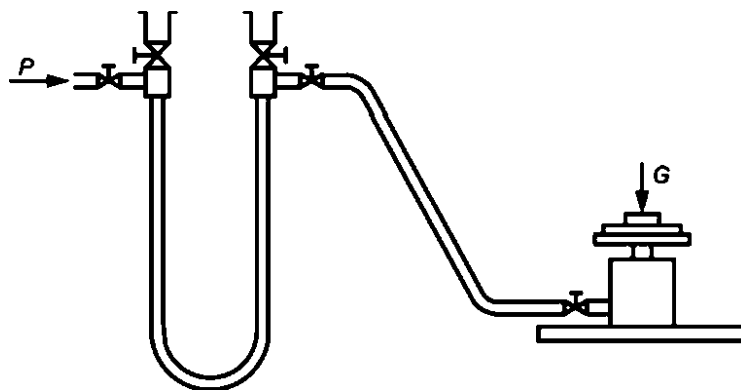
()

()

U- U-

-60.

(.).



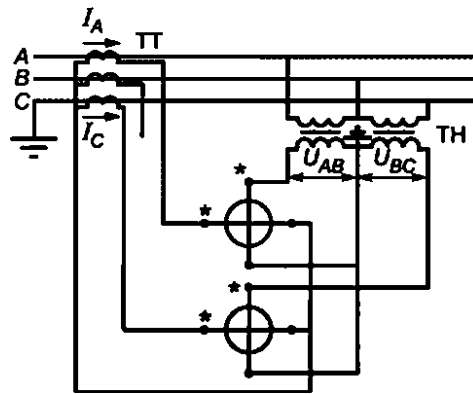
.3.2
.3.2.1

.3.2.2

* (.4),
 0.5; —0.2.
 = (.6)
 ?1 VV_2

.3.2.3

0,2—0.5



.4—

.3.2.4

0,5—1,0.

(),

.3.3

.3.3.1

(3 . .) U- (.5.).
 (.7)

.3.3.2

(.5,),

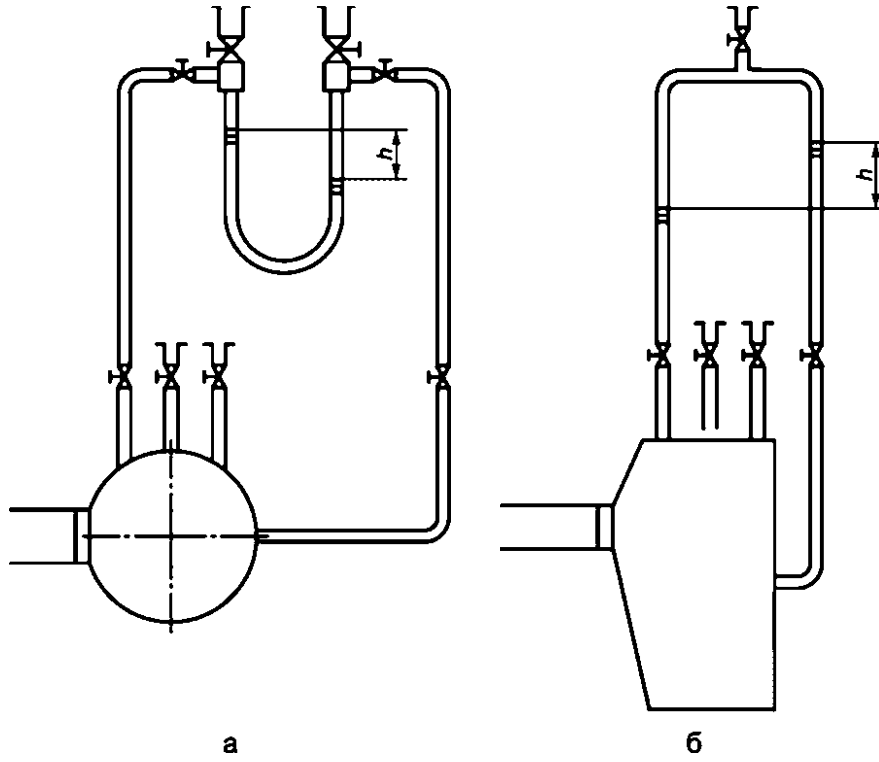
3

U-

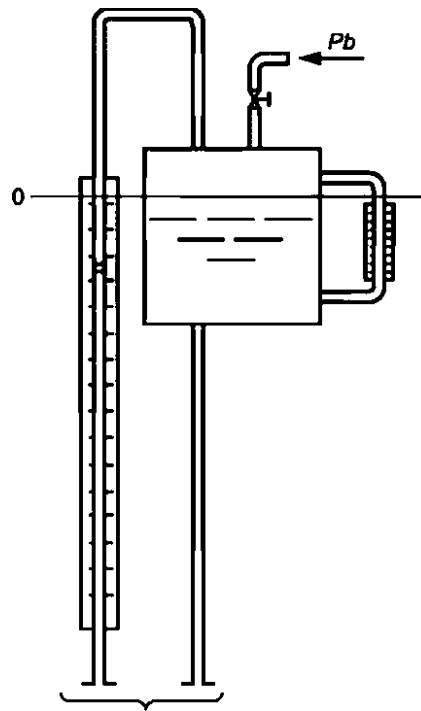
(5—10

(.) (10—12), (.6). (),
 100

55260.3.2—2013

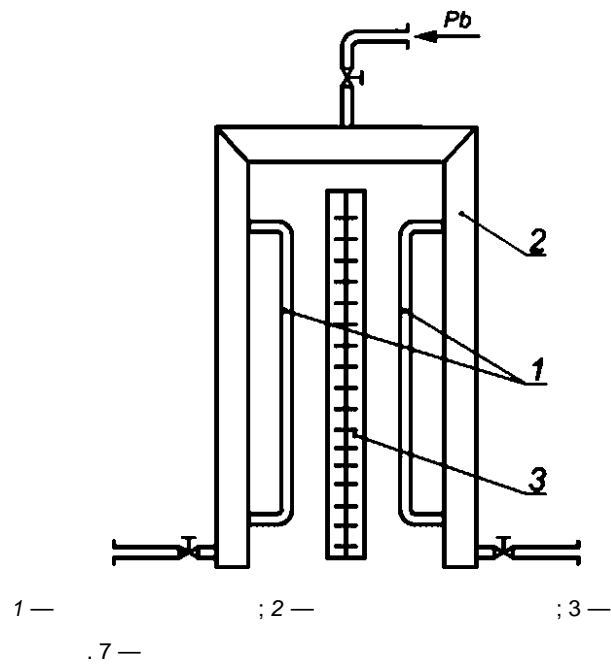


— U-
 — U-
 .5 —



.6 —

| | | |
|--------|---------|---|
| .3.3.3 | 0,5—1,0 | - |
| 0,5. | | |
| .3.4 | | |
| .3.4.1 | « — » | - |
| .3.4.2 | | |



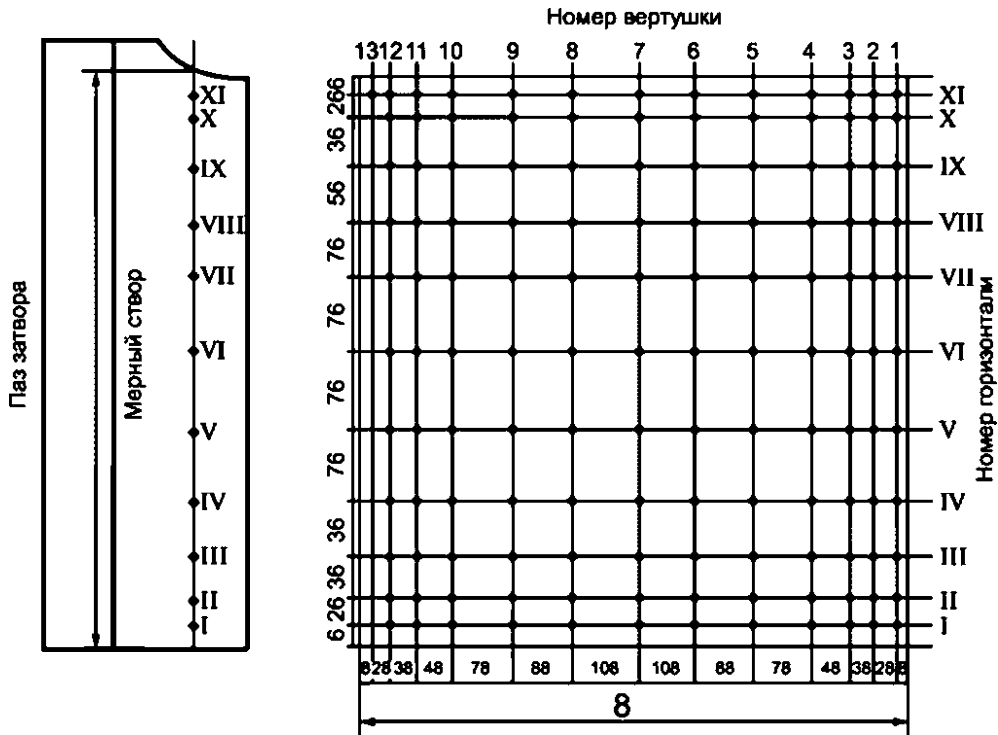
| | | | |
|--------|-----|----|-------------|
| .3.4.3 | 10, | 10 | (-21, -55, |
| -99). | | | |
| .3.4.4 | | | |

24>/ (<36V , (.8)

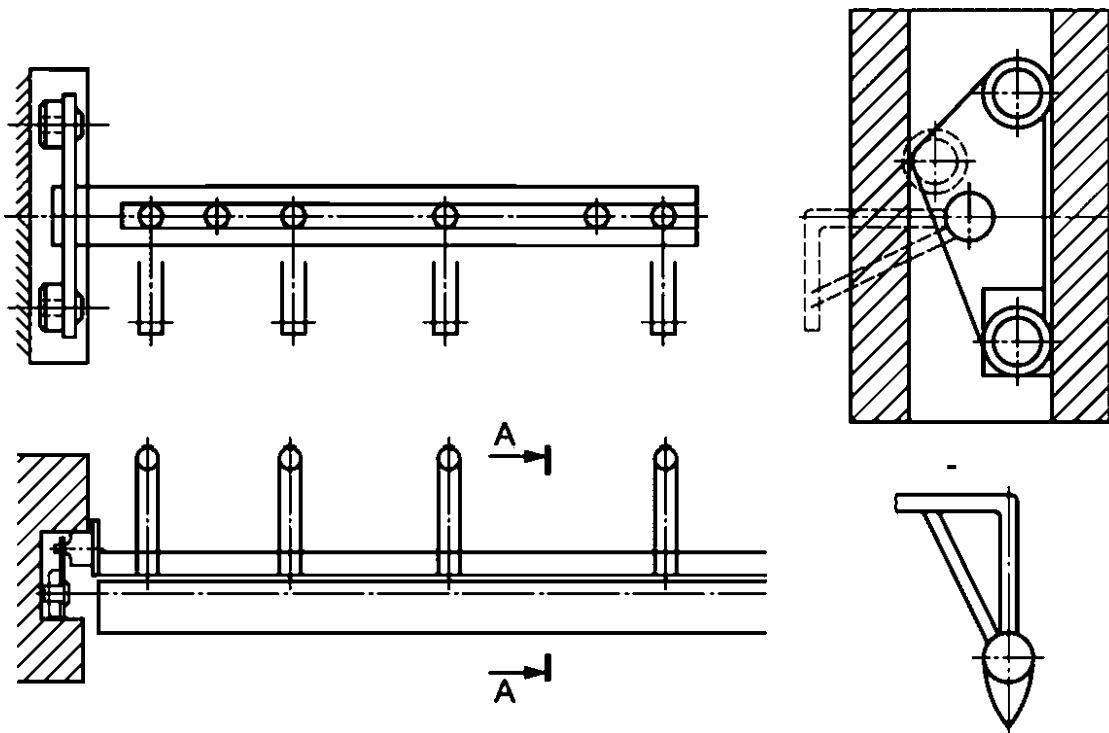
F — , 2;

| | | |
|--------|-------|-----|
| .3.4.5 | .8. | .8. |
| .3.4.6 | (.9) | |

55260.3.2—2013



.8—



.9—

.3.4.7

.3.4.8

.3.4.9

0,75

20

13.

5
45

(4)

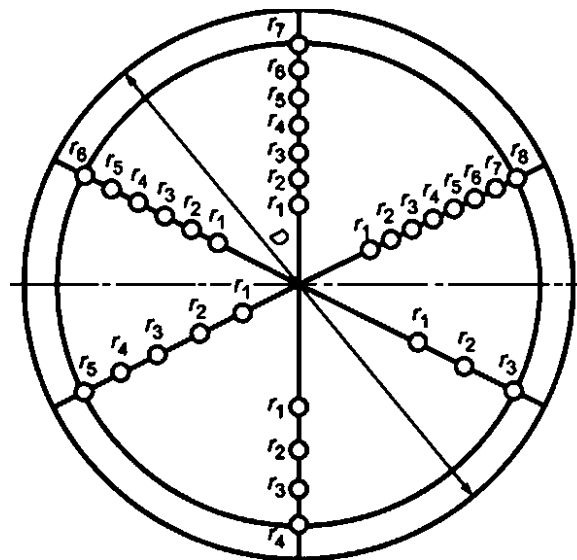
$$4y[F(M(54F,$$

(9)

R—

.10
-55 -21

.1
3 8. (



10—

.3.4.10

.11

.3.4.11

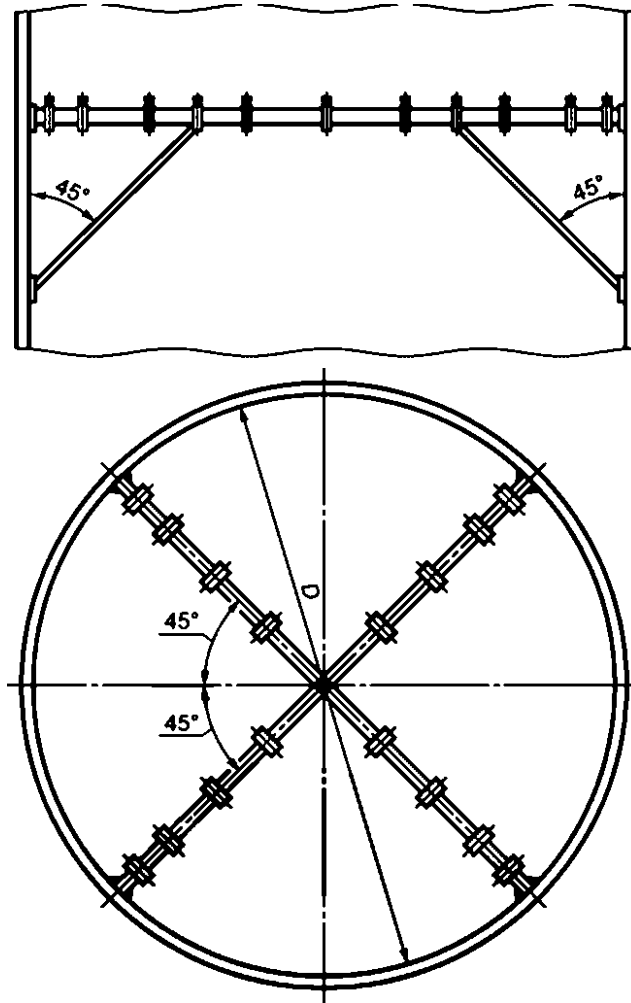
100 .

0,2 %.

.3.5
.3.5.1

.3.5.2

55260.3.2—2013



. 11 —

.4
.4.1
.4 1.1

.4.1.2

(. 13)

(S 41 0)

3.—

()

—
V —

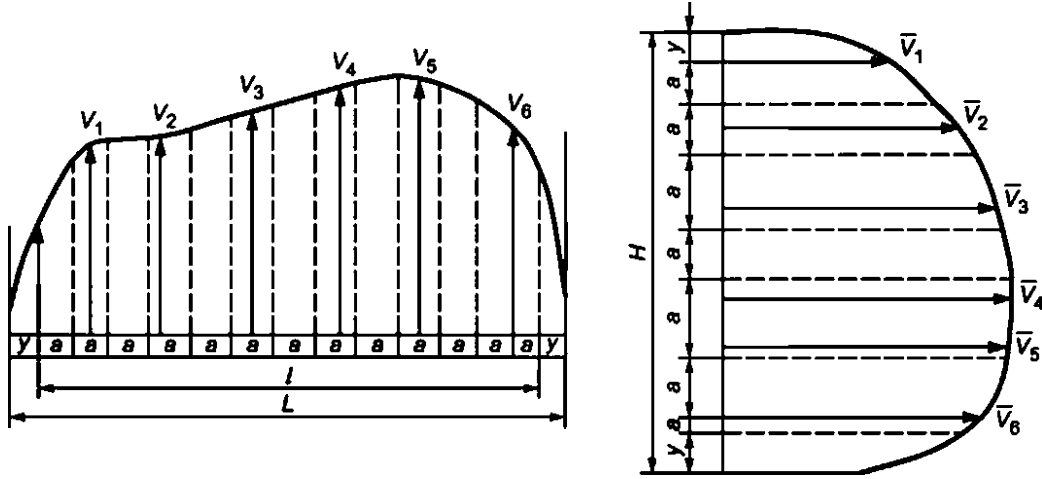
= 7;

9.439.

$V, / .$

$$V = (S'_1 + S_2 + S_3) / L, \tag{.11}$$

Si S{—



13—

V

(. . . 13).

S_4

$$S_3 = \int_{-l}^l y \cdot \bar{V}_y, \tag{.12}$$

Vy—

, / ,

$$V_{cp} S_3 = (S_3)^2, \tag{.13}$$

.4.1.3

$$V_{cp} = S_1 + S_2 = \int_0^{(r/R)^2} \bar{r} \cdot d\left(\frac{r}{R}\right)^2 + \int_{(r/R)^2}^1 \bar{r} \cdot d\left(\frac{r}{R}\right)^2 \tag{14}$$

—
—

(.14,);

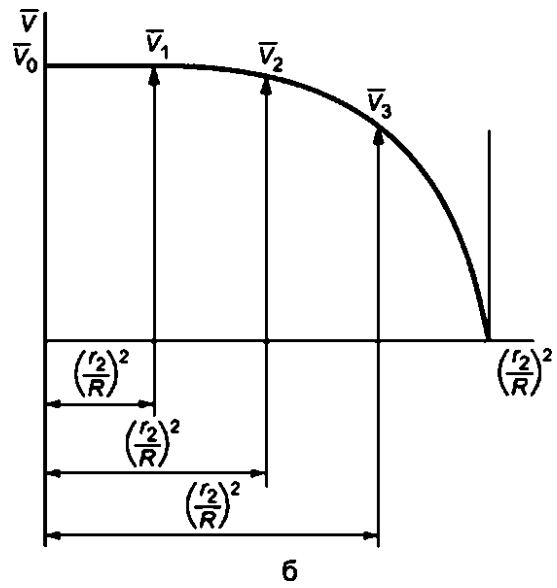
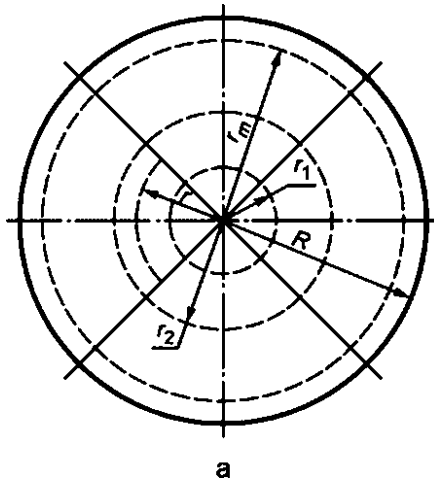
V

$$\left(\frac{r}{R}\right)^2 = 0 = (\quad 14,).$$

$$S. = | (" + ,)+1 (, + ,)+1 (F_2 + F_3).$$

$$= (, //)^2; b - \quad ? - (r^{\wedge}R)^2; = (/R)^2 - (r^{\wedge}R)^2.$$

55260.3.2—2013



— ; — (//)²
 . 14 —

S₂

$$S_2 = \frac{m}{m+1} \cdot \bar{v}_m \left(1 - \frac{r_m^2}{R^2} \right) \quad (. 15)$$

= 7; (? = 4 - 10);

S₁ S₂,

4 1.4

(. 15)

(V):

$$\bar{v} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M v_i \quad (. 16)$$

» — / ; —

4 1.5

v^Λ / , -

$$v_{op} = ai: \quad (. 16')$$

$$Q = F \parallel \quad (. 16'')$$

F — , 2.

.4.2
 4 2.1

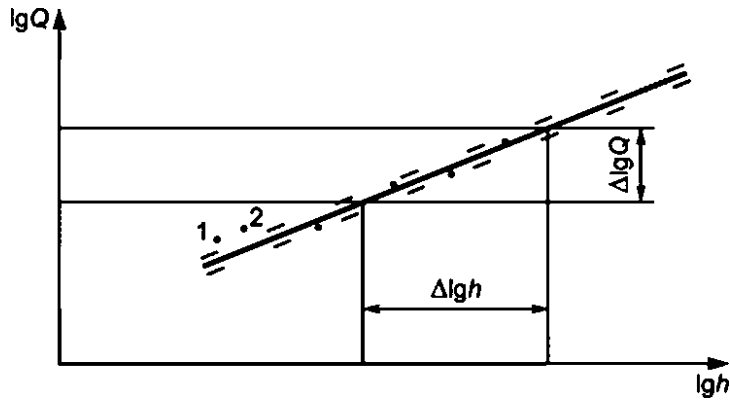
$$Q = Kh^n. \quad (. 17)$$

4.2.2

$$\lg Q = f(\lg h) \quad (15)$$

(15)

$$\begin{aligned} \Delta \lg h \\ \lg X = \lg Q - n \lg h. \end{aligned} \quad (A.18)$$



A 15 —

$$\begin{aligned} X \lg h / \lg K + n \varepsilon (\lg h)^2 &= \varepsilon (\lg Q, \lg h), \\ M \lg K + n \varepsilon (\lg h)^2 &= \varepsilon (\lg Q_p). \end{aligned} \quad (19)$$

4.3
4.3.1

4.3.2
(13)

(2)

(—)

(—)

(1)

(20)

(2) —

H_w

(20')

$$H_w = C \quad (16)$$

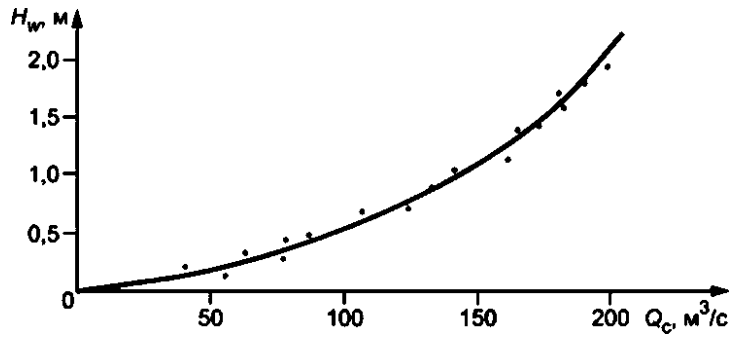
$$H_w = Q,$$

$$\sum_{i=1}^n (Q_i^2)$$

(21)

$$\frac{Z_0^*}{1-1}$$

55260.3.2—2013



16 —

.4.4
.4 4.1

0.5 %

$$H_n = H_4 \left(\frac{f_n}{f_4} \right)^2$$

« »

« » —

$$P_n = P_4 \left(\frac{f_n}{f_4} \right)^3 ; Q_n = Q_4 \left(\frac{f_n}{f_4} \right) \quad (.23)$$

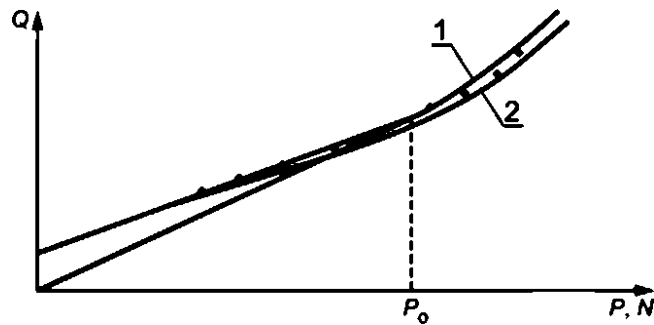
± 3 %

$$Q_{np} = Q \sqrt{\frac{H_{np}}{H}} \quad (.24)$$

$$P_{np} = P \left(\sqrt{\frac{H_{np}}{H}} \right)^{3/2} \quad (.24)$$

Q_{np} —
4 4.2

) (.17).



.17 —

(1)

(2)

(^)

$$\frac{102}{W} \quad (.25)$$

()

$$\eta = \frac{102}{W} \quad (.25')$$

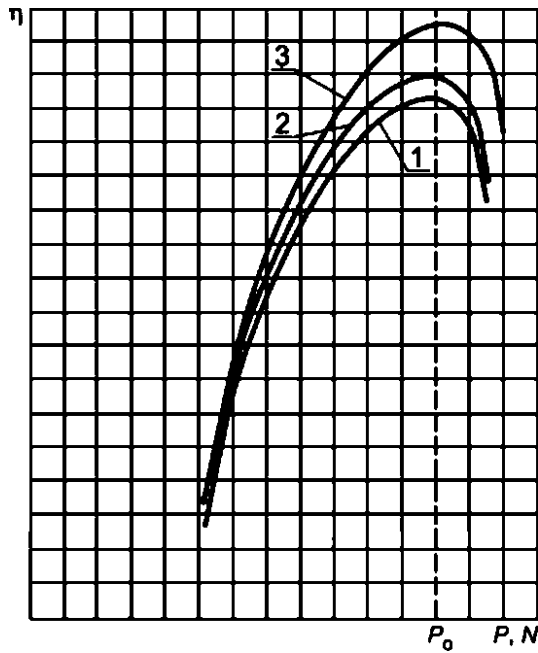
(5.14) (5.14')

cos

$$\eta = 11 / \quad (.26)$$

$$I = I / \quad (.27)$$

.18),
.18).



.18—

(2)

(3)

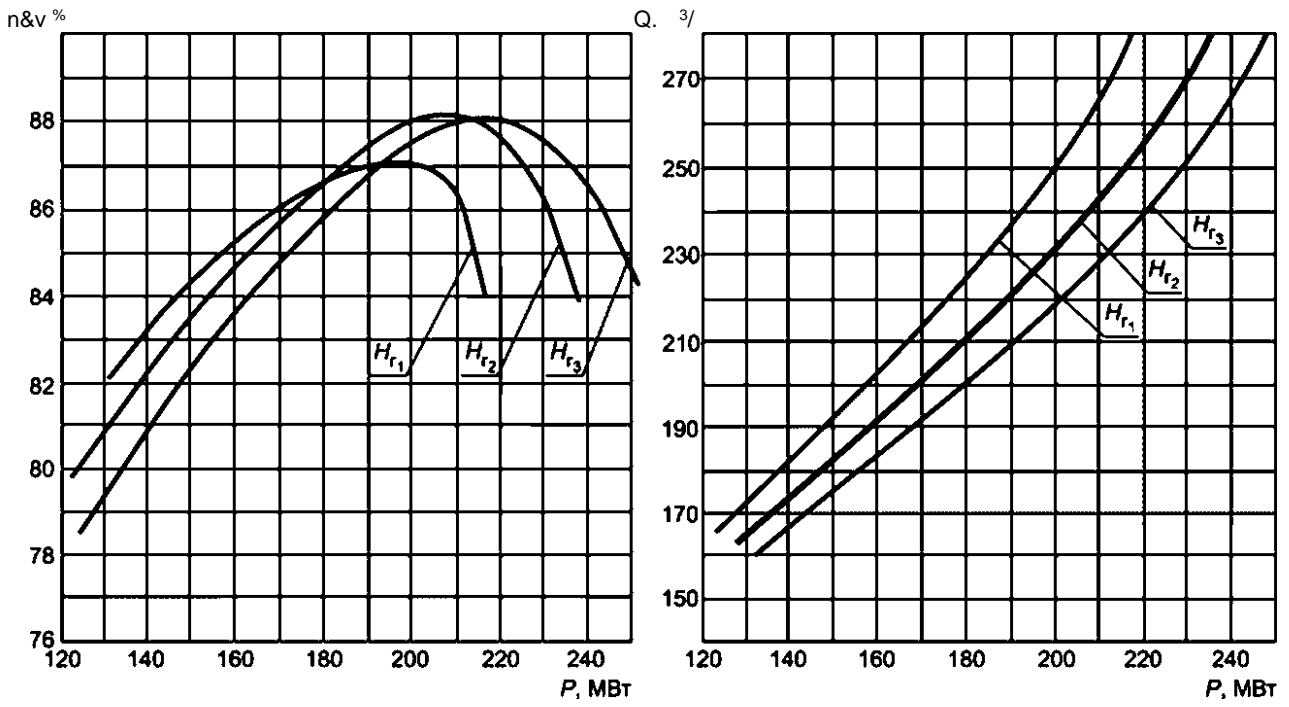
(1),

.4.4.3

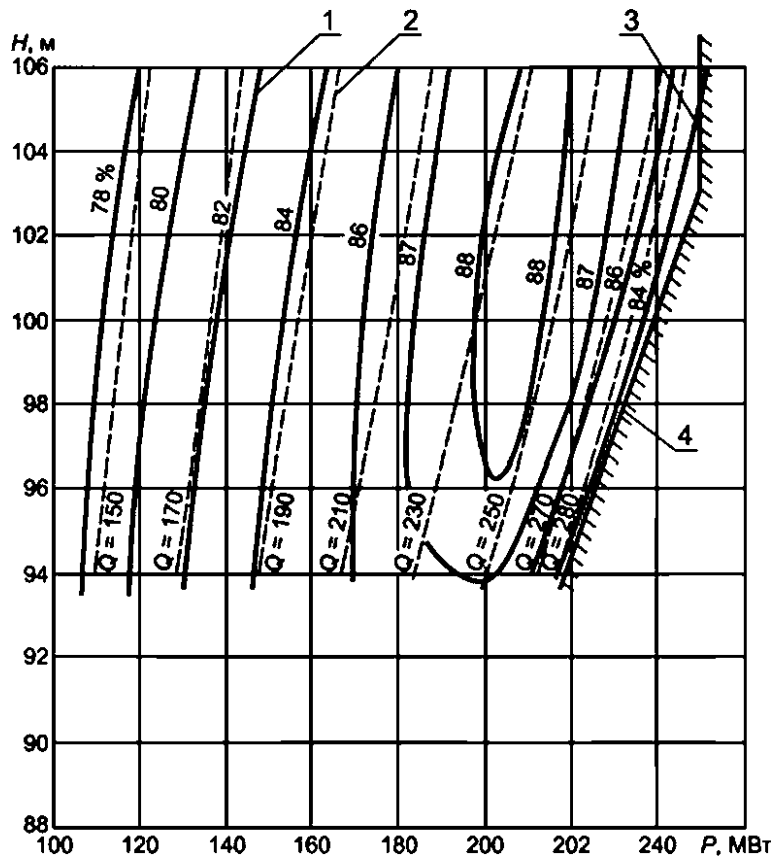
H_r , . . .

(. 19).

55260.3.2—2013



19 —



1 —

; 2 —

; 3 —

4 —

.20 —

(20)

.4 4 .4

() .) .

$$q = f(P)$$

q, 3/ • ,

367.2 :

(.28)

()

.4.5

4 5.1

(. 15)

(.5.4).

.4.5.2

= 0,5 (

10,5).

$$Q_M =$$

(. 29)

0,5.

0,48

0,52

0,49—0,51

95 %

4 5.3

(.20) (. 21),

(.22) (.22').

Q_M,

()

$$An_{\text{оп}} = \frac{P}{Q_n H_r}$$

()

() |« -
f q

.4.5.4

σ

h_σ

55260.3.2—2013

$$I = I |$$

$$Q_{01} = 102 P_o f_T \quad ' \quad 1$$

$$F = H_{vt} - QIJ2gF^2,$$

$$\begin{aligned} 4_2 &= \text{«n-4i:} \\ \text{''} &= \text{ - .:2;} \\ 0 < &= 1^2 \quad \gg 2; \end{aligned}$$

, 0,5 %.

$$(Qo/Q^{\wedge} -1) 100 \% \quad - \quad -$$

$$K=Q^{\wedge}h. \quad (.32)$$

4 5.5

.4.6
4 6.1

X,

/-1

(.)

H
-1

(.34)

o =

(.35)

4 6.2

$$\delta_{\mu} \frac{+}{\quad} \bullet 100\%.$$

(.36)

$$\delta_{\text{н}} = \frac{\Delta \text{ВБ} + \Delta \text{НБ} + \Delta \text{Н}_w}{H} \cdot 100\% \quad (.37)$$

H_w —

$$\delta_p = \sqrt{(\delta_{\text{н}} + \delta_{\text{нн}})^2 + \delta_{\text{врт}}^2} \quad (.38)$$

δ^{\wedge} —

δ —

8.439

1,5 — 1 %.
(8_q)

1,2—1,5 — 1,2%;

$$\delta_{\text{в}} = 0,5^{\wedge} 100\% \quad (.39)$$

$$\delta_q = \sqrt{\delta_{\text{д}}^2 + \delta_{\text{н}}^2} \quad (.40)$$

δ δ —

(5)

$$\delta_{\text{с}} = \sqrt{\delta_{\text{Q}}^2 + \delta_{\text{н}}^2 + \delta_{\text{p}}^2}$$

.4.6.3

.4.6.4

(.29)

(.30).

X

/

.5

.5.1

.5.1.1

55260.3.2—2013

.5.1.2

.5.1.3

.5.1.4

.5.1.5

$$h = f(S) = f[S].$$

.5.1.6

5.1.7

$$h = f(S).$$

$$S = \text{const},$$

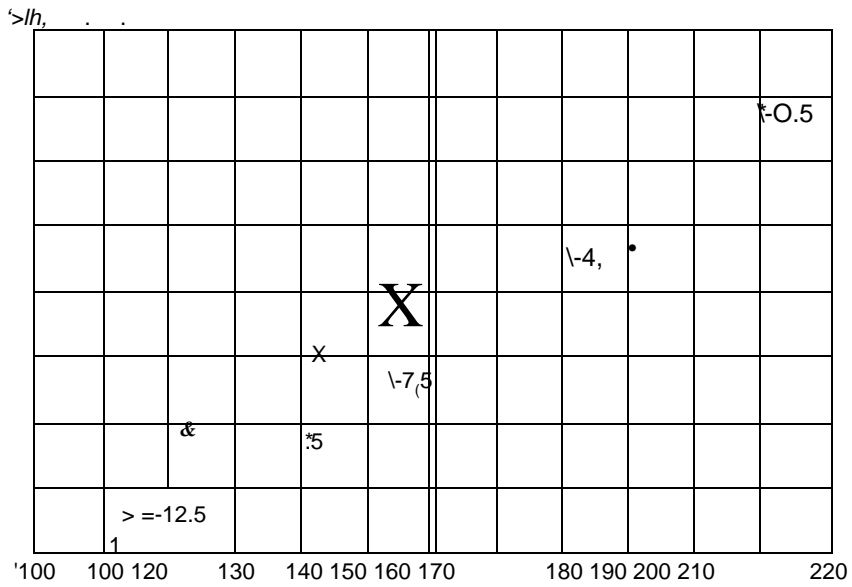
$$= (\text{ }) \quad S = \text{const} \quad = f (\text{ }) \quad S.$$

$$h = f (\text{ }),$$

.5.1.8

(28)

(.21).



.21 —

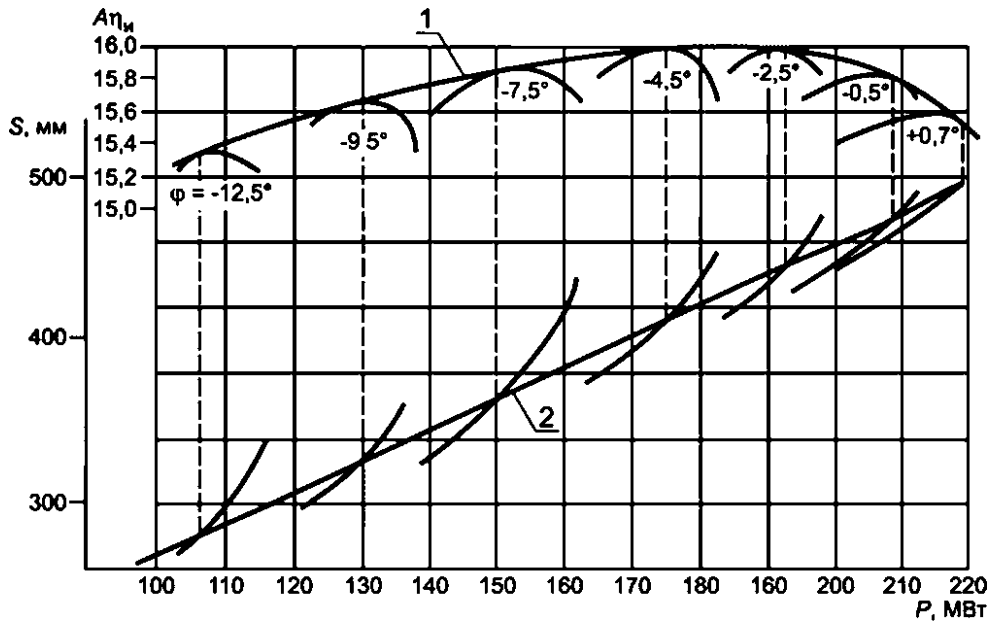
$$S = f (\text{ }).$$

S.

$$\text{ } - f(S).$$

(22)

.5.1.9

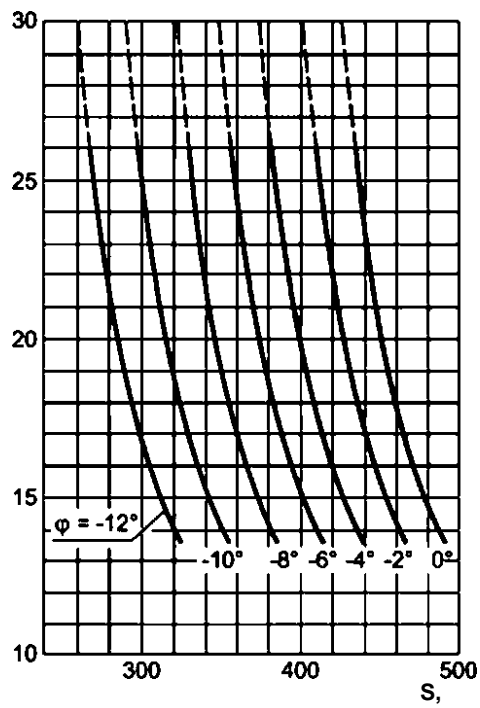


22 —

.5.1.10

4 0 - S (23),

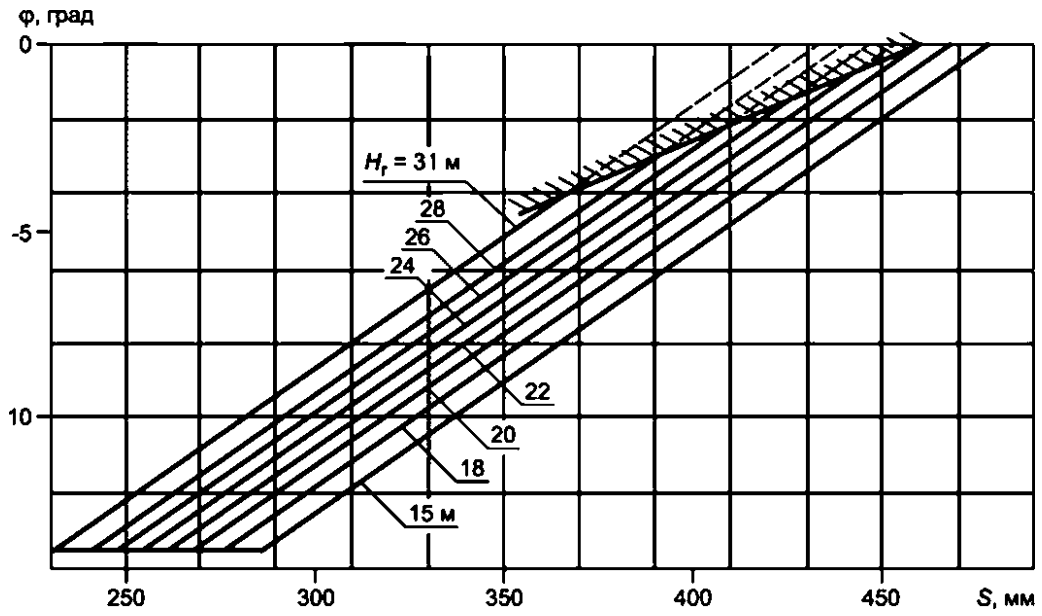
(24).



.23 —

— S

55260.3.2—2013



.24 —

()

.1

.2

8.439.

5—7 %.

10

4—6

55260.3.2—2013

()

.1

()
()

.2

- ;
-
-
.
-
-
:
: 5—7 %; 3—10
,
10
3—4 .
.
.
.
.

$$\cos = 0.$$

()

.1

.2

cos

3—5

4—6

) (« » , -
,); ;
) ;
) ;
.2.3 : -
- : , , , , ;
- (,) ;
- ,) ;
- , , , , ;
- ;
.2.3.5 -
, () ;
.2.3.6 -
(,)
(,) ;
.2.4) ;
- : , , , , ;
() ;
- ;
- ;
- (,) ;
- ;
- (,) ;
- ;
-) ;
) () ;
) () ;
) () ;
.3.1 :
- , , ;
- ;
- :
) (,) ;
) () ;
) () ;
) () ;
) () ;
) () ;
) () ;
) () ;

) ;
) ;
) (-) (-) ;
) ;
 - ;
 , ;
 - ;
 , ;
 - ;
 10 (),
 , ;
 - ;
 4.2 ().
 - ;
 - ;
 , ().
 ;
 - ;
 - ;
) (« » , -
 .);
) ;
) ;
 - ;
 , ().
 4.3 ;
 • ;
 - ;
 , ;
 - ;
 - ;
 - ;
 .5
 5.1 ;
 - ;
 - ;
 - ;
) (.);
) ();
) ;
) () ;
) () ;
) (/ 2);
) ;
) ;
 - ;
 , ;
 - ;
 - ;
 - ;
 () ;

55260.3.2—2013

)
)
)
)
)
 - (-
);
 - (-
).
 .
 .3.1
 . .1.1

—

100

.3.1.2

. .1.3 ()

.3.1.4

. .1.5

()

.3.1.6

. .1.7

. .1.8

.3.1.9

.3.1.10 (. . .) .

3

.3.2

.3.2.1

(. . .) .

.3.2.2

.3.2.3

.3.2.4

.3.2.5

(. . .) .

55260.3.2—2013

()

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| 1 | : | , | , | - |
| 2 | , | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | (| , |) | , |
| 6 | , | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | — | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | : | , | ; | |
| - | , | ; | | |
| - | , | | | |
| 11 | | | , | / |
| 12 | | | | |
| 13 | | | | |
| 14 | | | | , |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | |
| 18 | | | | |
| 19 | — | | | |
| 20 | | | | |
| 21 | | | , | / |
| 22 | | | | |
| 23 | , | | | |
| 24 | | | | |
| 25 | | , | , | , |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | (| |) | |
| 32 | | | , | |
| 33 | | , | | |
| 34 | (| |) | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | : | | | |
| - | | | ; | |
| - | | | | ; |
| - | | | | |
| 39 | | | | |

()

,

_____ .

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---------|
| - | - | - | - | - | - | - | (,TR) |
| | | | | | | | |

15

| | | | | | | | |
|--|---|---|--|--|--|--|--|
| | , | - | | | | | |
| | | | | | | | |

| | | | | |
|-------|---|---|---|---|
| (,) | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |

- 1
- 2
- 3
- 4

).

(

[Ns -01-96()]

| | | |
|---|--|-------|
| - | | (,) |
| | | |

55260.3.2—2013

| | |
|----|--------|
| | |
| 1 | : |
| - | (); |
| - | (); |
| - | ; |
| - | |
| 2 | : |
| - | (); |
| - | (-) |
| 3 | : |
| - | , |
| (|) |
| 4. | : |
| • | (); |
| - | (,); |
| • | |
| 5. | : |
| - | () |

()

,

,

| | |
|---|--------------|
| | |
| 1 | : |
| - | (, ,); |
| - | (,); |
| - | ; |
| - | (, ,); |
| - | - |
| 2 | : |
| - | (-); |
| • | (); |
| - | ; |
| - | (); |
| - | , , (, ,); |
| - | (, -); |
| - | , (); |
| - | ; |
| - | (, ,) |
| 3 | : |
| - | (); |
| - | ; |
| - |); , , (|
| - | (,)— ; |
| - | () |
| 4 | |
| - | , (-); |
| - | (); |
| - | |
| 5 | - |
| - | , (); |
| - | , , (, ,) |

55260.3.2—2013

()

| | |
|---------|--|
| | |
| ,) (, | |
| ,) (, | |
| | |
| | |
| , | |
|) (- | |
| | |
| , () | |
| | |
| - | |

()

| | |
|---|---------------|
| | |
| 1 | : |
| - | , , , ; |
| - | ; |
| - | ; |
| - | (, , ,); |
| - | , (-) |
| 2 | : |
| - | (); , , - |
| - | (); |
| - | ,); , , (- |
| - | ,) (, , - - |
| 3 | : |
| - | ; |
| - |); () (- |
| - | (); |
| - | (); |
| - |); () (|
| - |) (|
| 4 | : |
| - | , , , ; |
| - | , |
| 5 | (, , ,): |
| - | , , , , , |
| - | , , (); |
| - | () |

55260.3.2—2013

()

| | |
|---|----------|
| | |
| 1 | : |
| • | (, ,); |
| - | (); |
| - | (,); |
| - | () |
| 2 | : |
| - | (); |
| - | (); |
| - | () |

()

,

,

| | |
|---------------|--|
| | |
|) , , (, , - | |
| | |
| , | |
| , | |
| | |

()

.1.

. 1.1

8000

25 000

. 1.2 *

.2

.2.1

.2.1.1

(.1)

—100 %;
4 —
— 10 %;
* — 5 %;
4 — 10 %;
(— 100 %;
) — 20 %

100 %

.2.1.2

.2.2

.2.2.1

(.2)

—100 %;
4 —
—10 %;
— 5 %;
— 100 %;
— 100 %;
— 100 %;

100 %.

.3.1

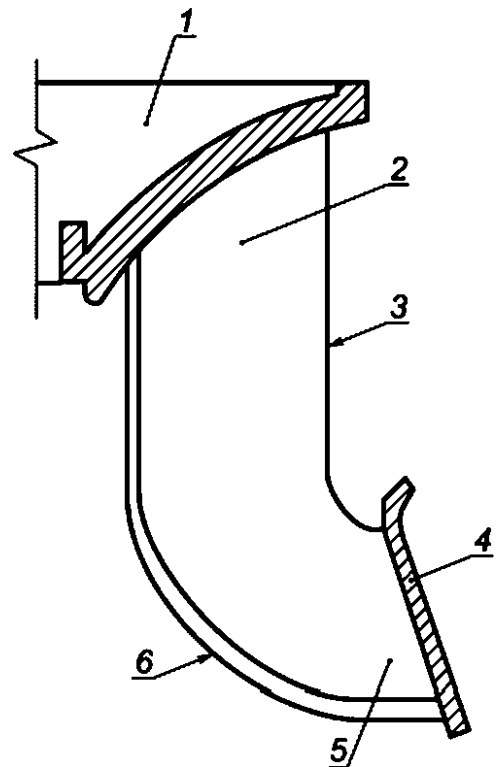
*

-

*

**

— 100 %**;
— 100 %**.



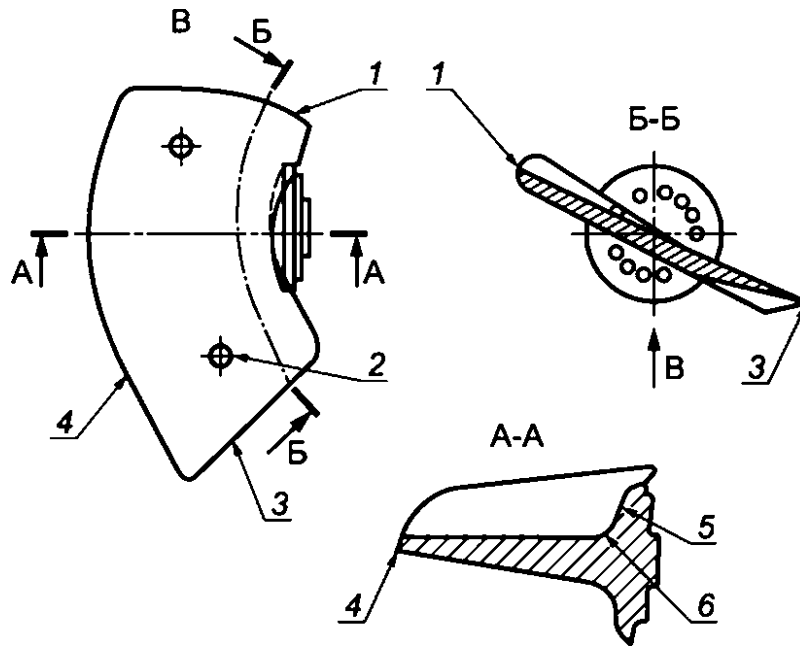
1 — ; 2 —

; 3 — ; 4 —

; 5 —

.1 —

55260.3.2—2013



5— 1— ; 2— ; 3— ; 4— ;
 ; 6— ;

.3.2

.3.3

()

.1—

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----------|--|--|--|
| () | | | | | / | | | | | | | | | | | | | XXV S | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 3 к 2 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | | | |

55260.3.2—2013

()

.1

1.1

1.1.1 ()

— I—VIII (— XII).

1.1.2

I—V, II—VI, III—VII, IV—VIII (II—VIII .).

12

: I—VII, —

1.1.3

.1.4.1:

/ — ();
 / — ;
 / — ;
 / — .

1.1.4

():

= / - / — ;

= / - / —

1.1.5 ()

.1.4.2:

- 6 = / - / \wedge ;

- 6 = " \wedge 1

- 6 = , \ - (1)

— I IV.

1.1.6

1.1.7 : 22

1 — (1 1),

—

—

« —

1.1.8 —

1.1.9 () — f.

1.1.10 £, / .

.2

.2.1

* , , , « ».

.2.2

1

.2.3

360°.

3.1.

.2.4

2

.3.3.

.2.5

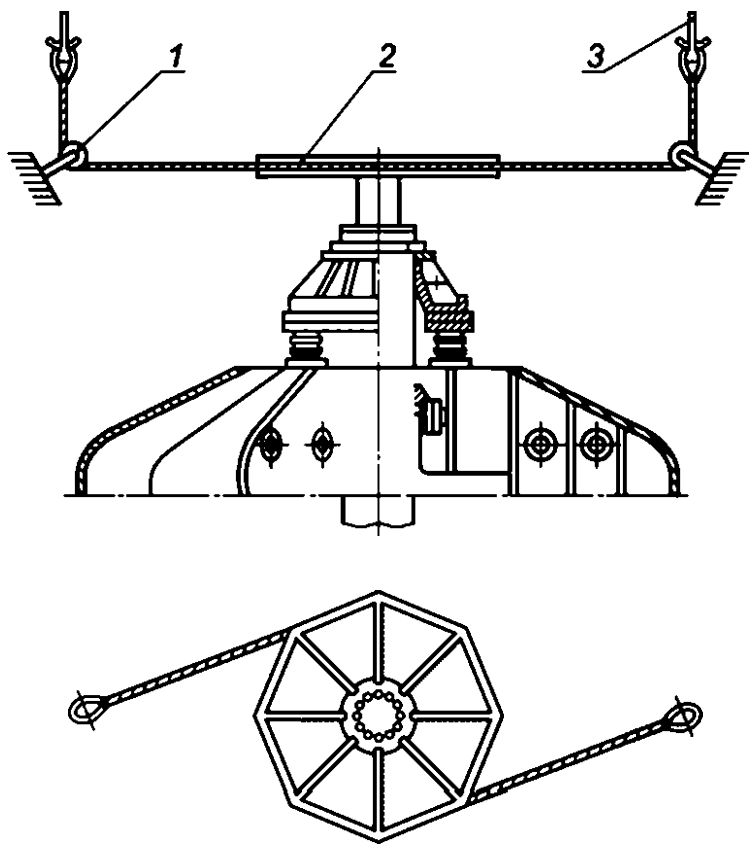
2.6

2.7

.3.2

();

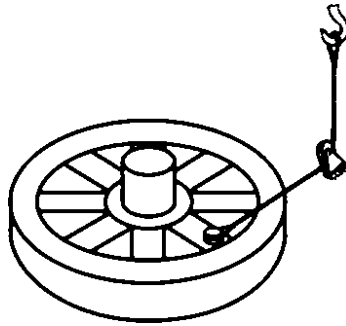
2.8
) (« ») , .2.1.
:
;
;
360°
.3.1
.1.1



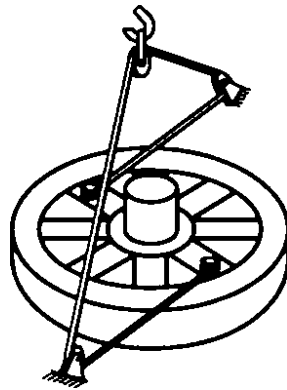
1 — ; 2 — ; 3 —
1 —

.2

55260.3.2—2013



.2—



)
)
 , — ;
 —
 20 °C
 (025).
 .3.1.2
 .1.2.1 ;
 .3.1.2.2 :
)
) .3.1.1—8 , ;
)
 —
 .3.1.2.3 45°
 ,
 (I VIII 1
 (, 1/8) .
 .3.1.2.4 .3.1.2.2 2 ;
 50 ;
 - ;
 - « » ,
 « » « » ,

.1.2.5
1

.3.1.3
.1.3.1

2. 1

.1.3.2

« (/). » () .

$$\delta_n = \left(\frac{\delta_d}{D} + \frac{\delta_\phi}{2 \cdot 1_\phi} \right) D \quad (1)$$

360 , 1.

(1.3.3)

1
.3.1.3.3

() f 0,12 ,

.1.3.4

(4).

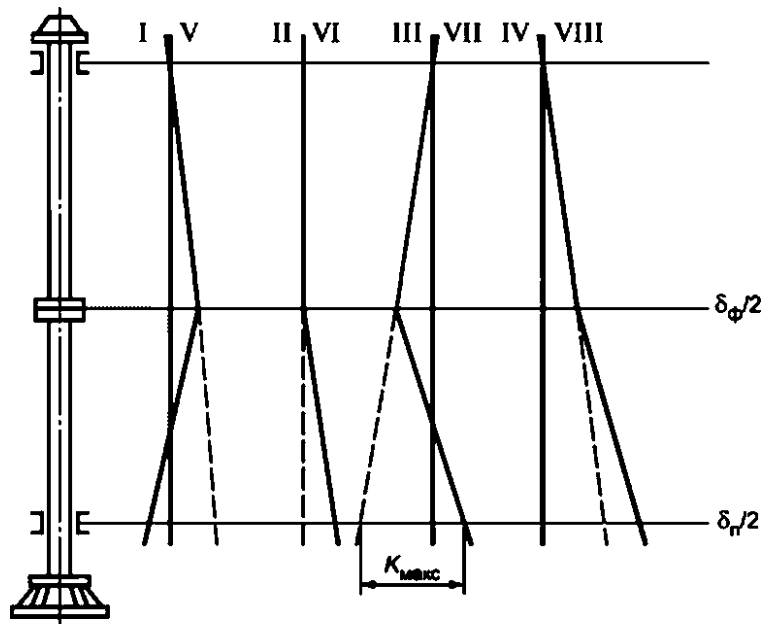
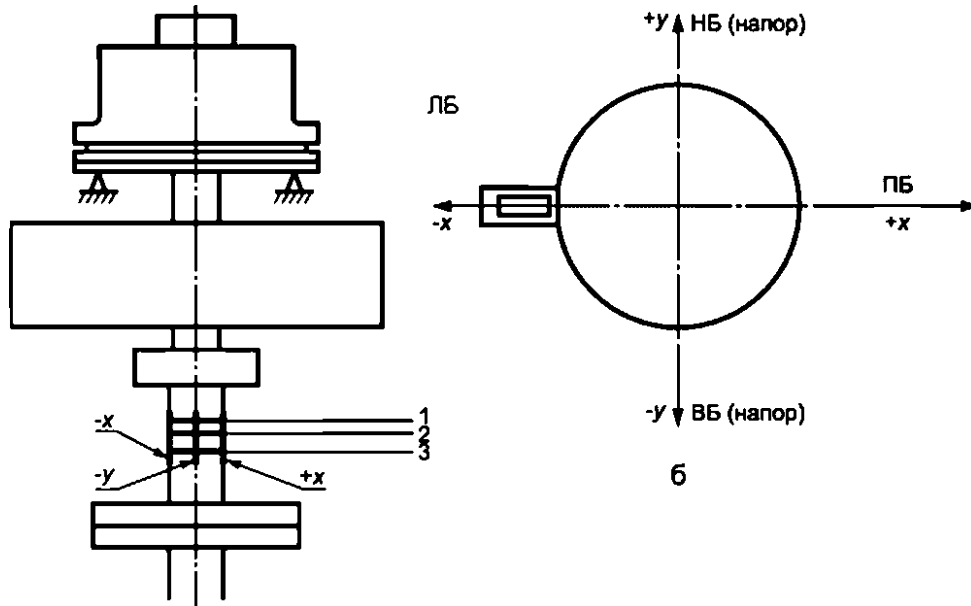


Рисунок У.4 — Пример построения графика состояния линии вала

55260.3.2—2013

« »
 # 1 - 1
 Ns 2.
 .3.2
 .3.2.1
 .3.2.1.1
 () 1, 2, 3 (350 3)
 .2.1.2
 - () (5). : + (); - (); + ();



5 — « »

.3.2.1.3 (.6)
 (7).
 « », 180°
 24 (3.
 .2.1.4

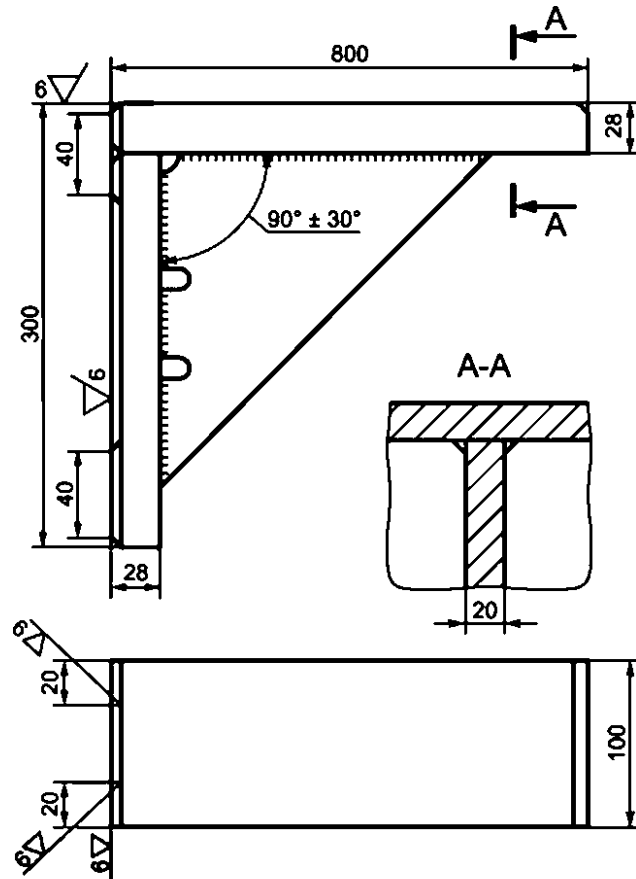
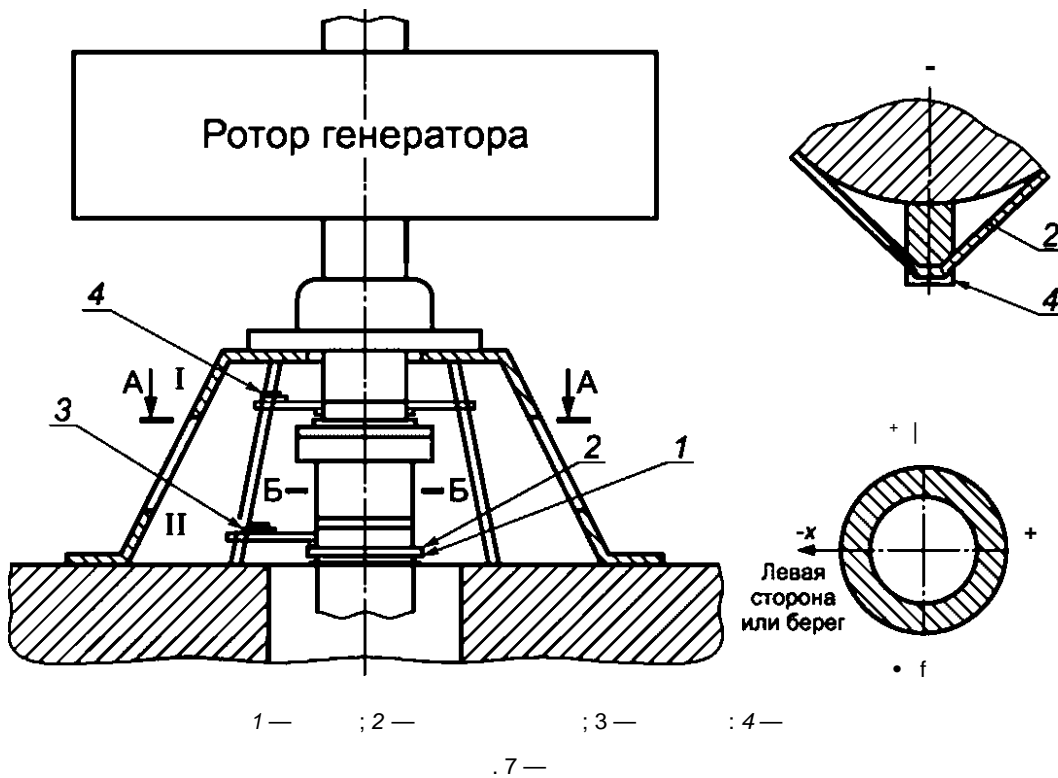


Рисунок У6 — Уголок для проверки линии валов с помощью уровня



1 — ; 2 — ; 3 — ; 4 —

.7—

55260.3.2—2013

0 180 ()

1. 2. 3.

(— 0,1 /).

.2.1.5

.2.2

.2.2.1

.2.2.2

.3.2.1.1.

()

— 0,01 /)

(

(180°).

.3.3

.3.1

.3.1.1

1)

2)

3)

4)

5)

6)

7)

8)

.3.3.1.2

1) 8) .3.3.1.1

360°

.3.1.3

.3.2

.3.2.1

0,2—0,5

.3.2.2

: - , + , - , + .

4.

.3.2.3

.1.3

.3.4

.4.1

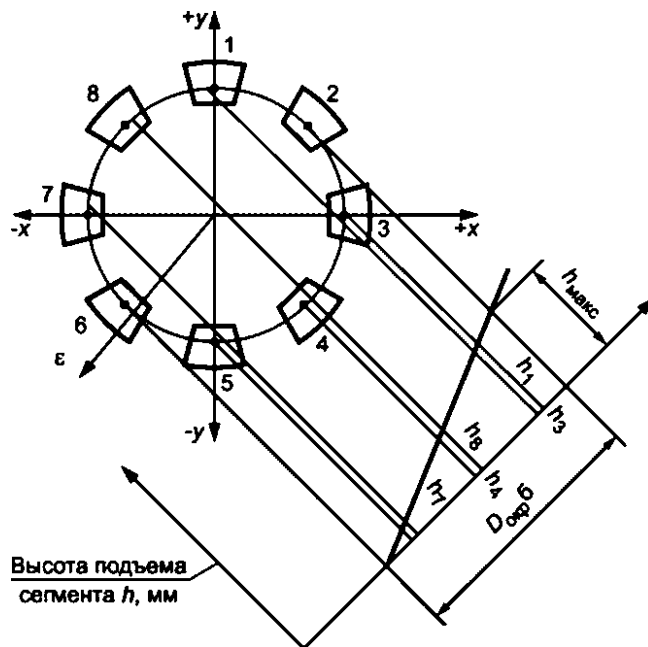
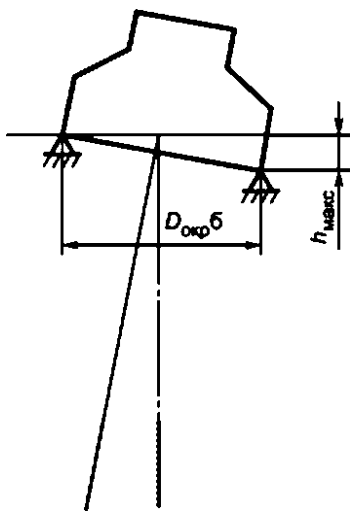
h

$$h = \left(\frac{\delta_A}{D} + \left| \frac{\delta_\Phi}{21_\Phi} \right| \right) \cdot - \quad (2)$$

4.2

3.4.3

8).



8—

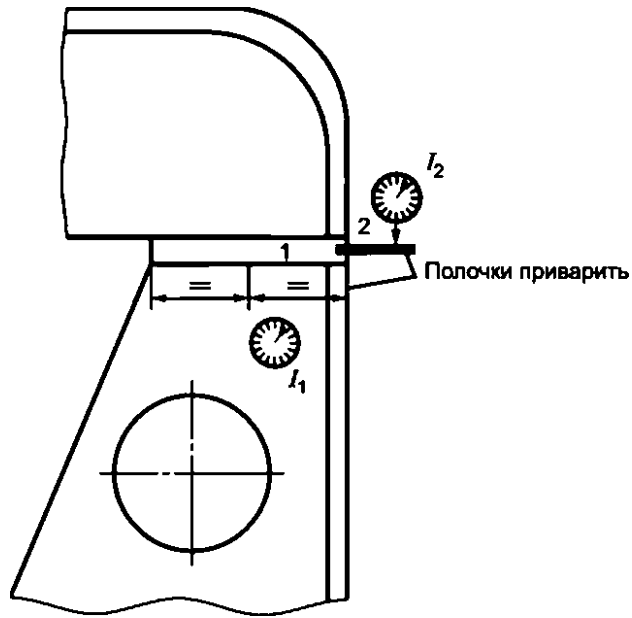
(h_1, h_2, h_3, \dots)

$= \frac{h_1}{Ns - 2}$

55260.3.2—2013

()

.1 1 —

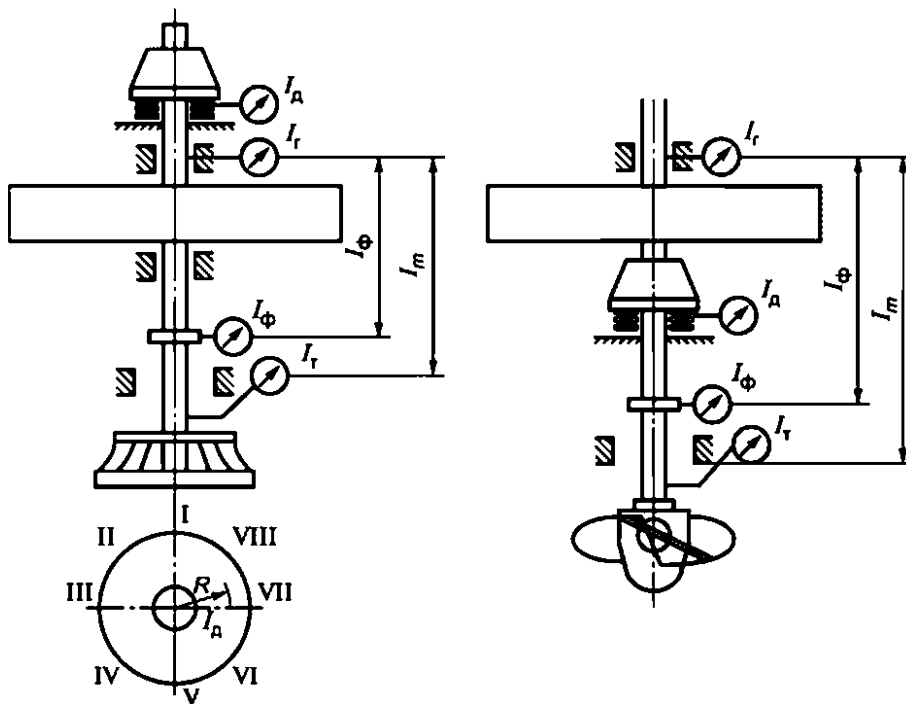


| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | l_1 | | | | | | | | |
| | l_2 | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | l_2 | | | | | | | | |
| | l_1 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | |

.2

2—

360°



| | 7, | | | | | | | | |
|------------------|----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | 1 | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | I |
| | 0 | + 0,02 | + 0,015 | + 0,010 | + 0,010 | -0,005 | + 0,012 | + 0,028 | + 0,03 |
| | 0 | -0,06 | -0,05 | 0,00 | + 0,02 | + 0,01 | + 0,03 | + 0,01 | -0,02 |
| $i_{<}$ | 0 | -0,20 | -0,19 | -0,05 | -0,03 | + 0,16 | + 0,30 | 0,00 | -0,08 |
| | 0 | -0,21 | -0,35 | + 0,18 | + 0,01 | -0,23 | -0,18 | -0,11 | + 0,07 |
| | 0 | + 0,19 | + 0,20 | + 0,17 | 0,00 | - 0,225 | -0,168 | -0,138 | + 0,04 |
| $\Delta = / - /$ | | | | | | | | | |
| $= / - /$ | 0 | -0,22 | - 0,205 | -0,06 | -0,04 | + 0,165 | + 0,312 | - 0,028 | -0,11 |

| | 8, | | | |
|---------|---------|---------|---|-------------------------|
| | 6 | 8 | | 8 |
| | | | | TODuose "=(+ 2-U]- |
| I-V | -0,07 | +0,04 | — | -0,04 |
| II-VI | - 0,385 | +0,415 | — | -0,09 |
| III-VII | -0,517 | +0,368 | — | -0,08 |
| IV-VIII | -0,22 | - 0,032 | — | -0,01 |

IM^O.12. [6]< f.

6

1 = 8.8 ; = 3,9 ; = 4.0 ; f = 0,2

55260.3.2—2013

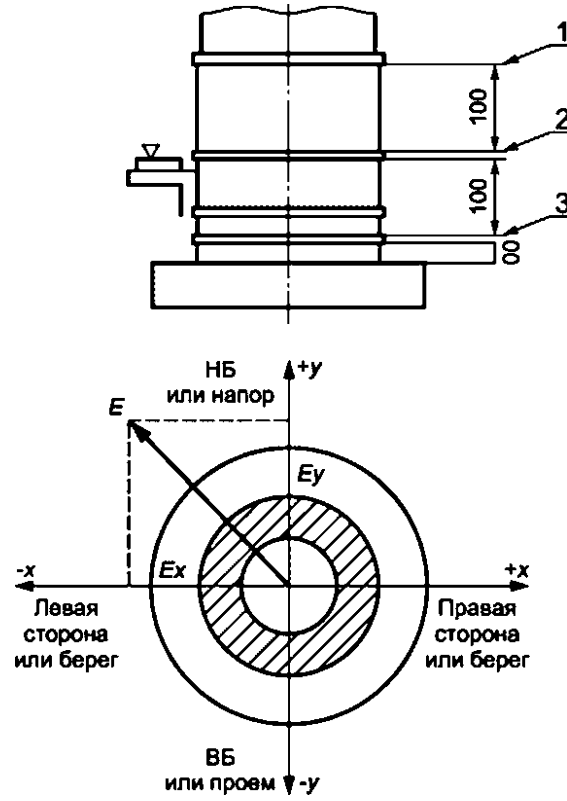
8

II I—VII

. II—VI.

3—

« »



| | | -X | | x | | - | | + | |
|---|--------|-----------|-----|-----|-----|-----------|-----|------|-----|
| | | 0 | 180 | 0 | 180 | 0 | 180 | 0 | 180 |
| 1 | | ^5 | 3 | -10 | -12 | +8 | +^ | +16 | +14 |
| | | 45 | | -11 | | | | +15 | |
| | 1 - 1 | -§75 | | | | + | | | |
| 2 | | -3 | | ^6 | ^7 | 3 | - | + § | +8 |
| | | -25 | | -25 | | +0?5 | | +7 | |
| | @2 - 2 | ^5 | | | | +3>5 | | | |
| 3 | | 4 | ^-9 | -9 | -11 | +^3 | +3 | +i\$ | +^ |
| | | -8?5 | | -10 | | | | +ii | |
| | 3 - 3 | -§?25 | | | | +7?5 | | | |
| | | „ = - 58 | | | | = +7 2 | | | |
| | | = -0,76 / | | | | = +0,74 / | | | |

$$= J^2 + 2 = / .$$

1

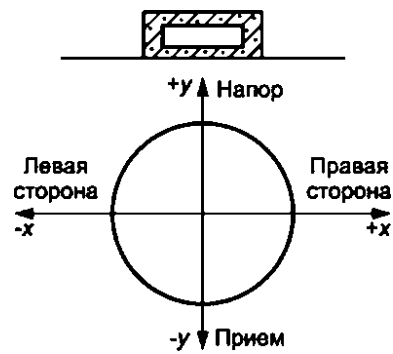
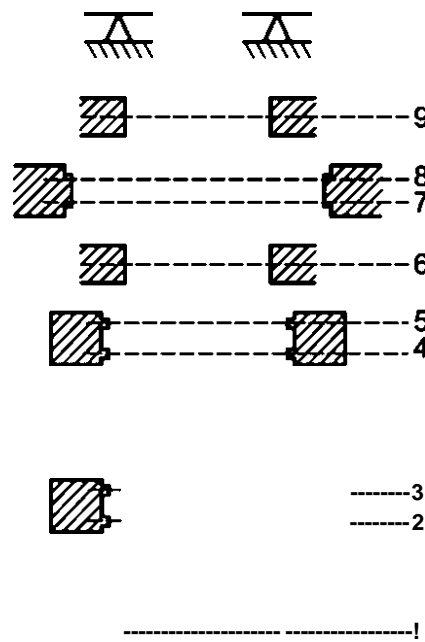
2

3

.4

4 —

(— 0,1 /)
 («-»). «+»



55260.3.2—2013

| () | | | | | | | | | |
|-----|--|----|---|---|---|----|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| | | -X | + | - | + | -X | + | - | + |
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | |

(X)

.1

);

0,5

()

.2

(t),

.2.1

()

« — — ».

55260.3.2—2013

...
)
)
)
 .2.1.1
 :
 1
 1 (2, 3 4
 ()
 2, 3' 4
 0,005 2000
 Y, 1—4, —4
 l,
);
 t₂
 3'
 ();
 1₂
 ;
 3 4
 1—1
 .1—

| | 2,0 | 2.0 3.5 | 3.5 5.5 | 5.5 7.5 | 7.5 9.5 | 9.5 10,5 |
|-----|-----|------------|------------|------------|------------|-------------|
| () | 2,0 | 2.0 | 2.0 | . | 5.0 | 5.0 |
| () | 8.0 | 8.0 | 10,0 | 12,0 | 15,0 | 15.0 |
| () | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 2.0 |

.2.1.2 ()

1.8

) — — 2, 3 1 (— 2', 3' . . . ; — 3'

0,005

30 40

12,18,25, 2,0; 3,0; 4,5; 6,0 8,0 .

.2.2

.2.2.1

(t_2) ; h I—I () II—II

.2.2.2

(20 %) () 1—1 ; t_2 XR

1 2

.2.3

(,)

55260.3.2—2013

():

.XR

AR' *

0.1

.2.4

(+ , + , - . - 1)

1 2'

(.2).

.2—

| | 2.0 | 2.0 3,0 | 3.0 5.0 | 5.0 7,5 | 7.5 9,5 | 9.5 10,5 |
|-------|-----|------------|------------|------------|------------|-------------|
| | | 10 | 15 | 20 | 25 | 25 |
| | 5 | 6 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| (-) | 0,1 | | | | | |

0.5 % 1

(2).

5000

(6000)

5000 —

6000

(.1):
)
)
 ,
 (.2).

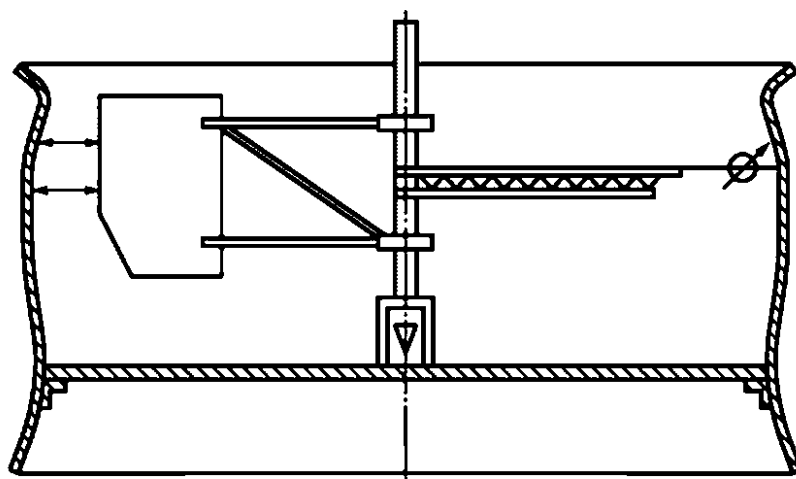


Рисунок X.1 — Проверка размеров камеры рабочего колеса с помощью струны

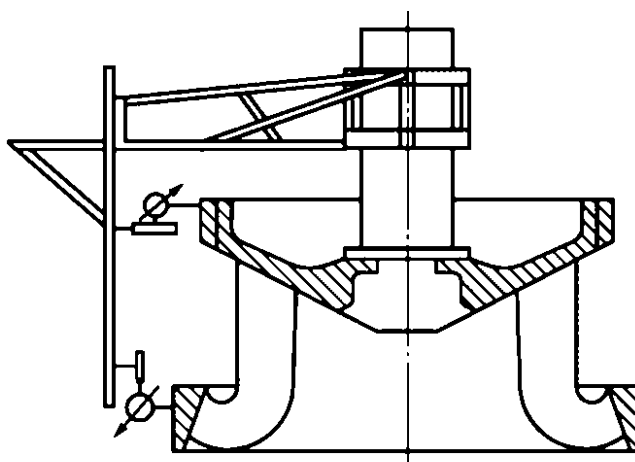
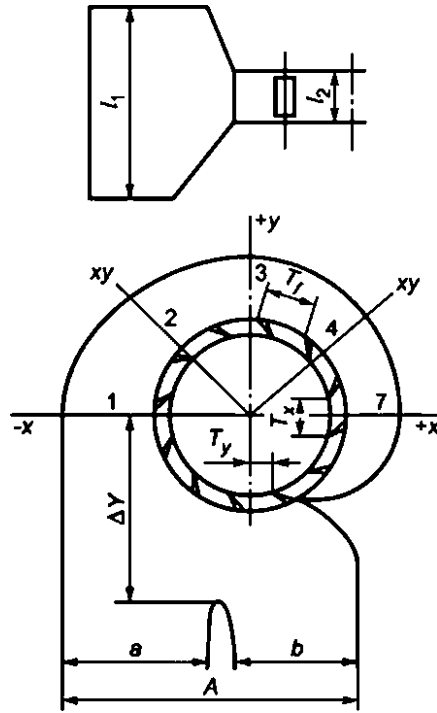


Рисунок X.2 — Приспособление для проверки концентричности

55260.3.2—2013

()

1



| | | | | |
|------------|--|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| $\sqrt{3}$ | | | | |
| 1/V | | | | |
| 2/2' | | | | |
| 3/3- | | | | |
| 4/4' | | | | |

| | | 1—2 | 2—3 | 3—4 | 4—5 | 5—6 | 6—7 | 7—6 | 8—9 | 9—10 | 10—1 | |
|-----|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|--|
| 1 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 1/2 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

55260.3.2—2013

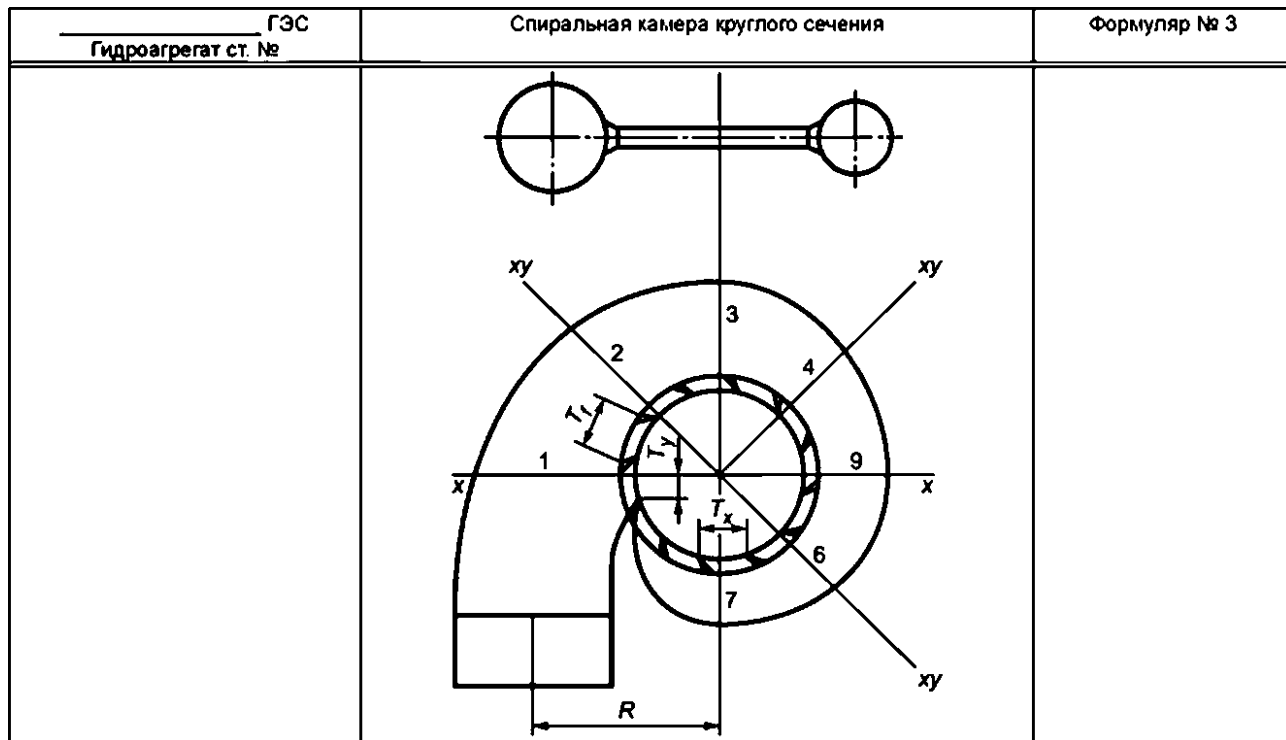
()

| | | |
|--|-----|---|
| | | 2 |
| | 1 | |
| | 4 / | |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| | | | | |
| 0 | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| | | 1—2 | 2—3 | 3—4 | 4—5 | 5-6 | 6—7 | ... | 20-21 | 21—22 | 22—23 | 23-24 | 24—1 | | |
|----|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|------|--|--|
| <1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| ^2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

()



| | | | | | | | | | |
|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
| 1/1' | | | | | | | | | |
| 2/2' | | | | | | | | | |
| / - | | | | | | | | | |
| 4/4' | | | | | | | | | |
| 5/5' | | | | | | | | | |
| 6/6' | | | | | | | | | |
| 7/7' | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| R | | | | | | | | | |

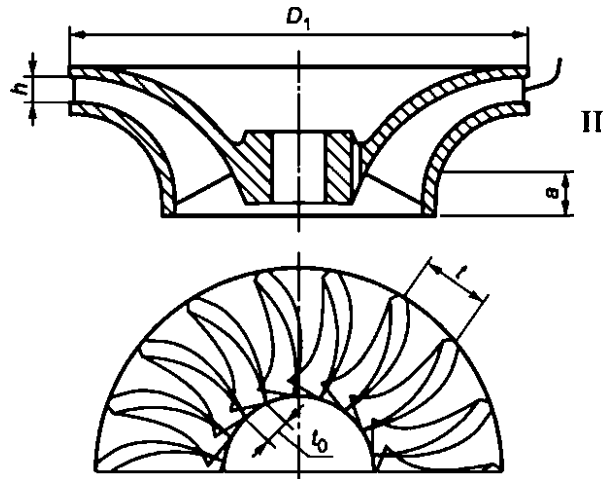
| | | | | | | | | | | | |
|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| ^1 | | | | | | | | | | | |
| ^1 | | | | | | | | | | | |
| *2 | | | | | | | | | | | |
| *2 | | | | | | | | | | | |

55260.3.2—2013

()

5

_____ . N9

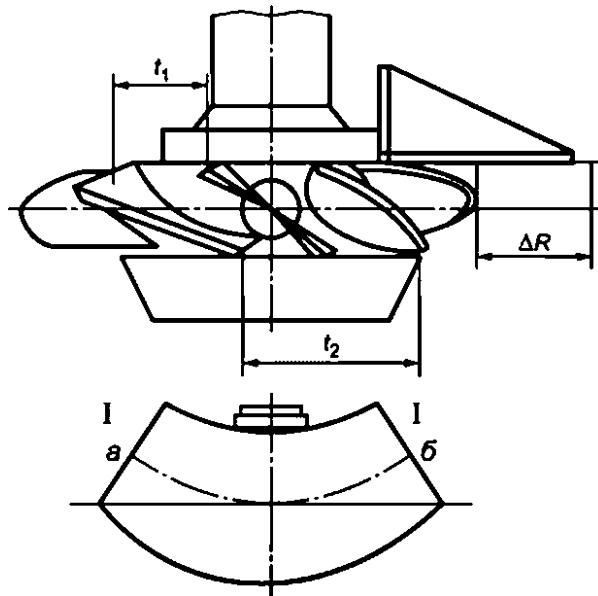


| | | 1—2 | 2—3 | 3—4 | 4—5 | 5-6 | 6—7 | 7-6 | | |
|-----------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| '1 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| '2 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| -V ₂ | | | | | | | | | | |

| | | + | + | -X | - | | | | |
|--|--|---|---|----|---|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |

()

6



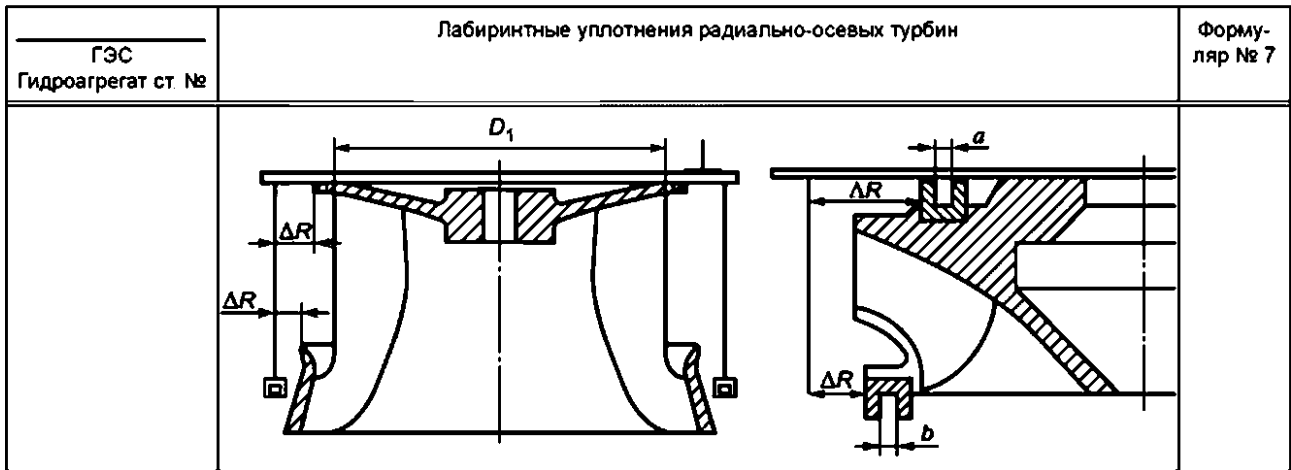
| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |

| | | 1—2 | 2—3 | 3—4 | 4—1 | ... | |
|----|--|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| '1 | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| '2 | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

55260.3.2—2013

()

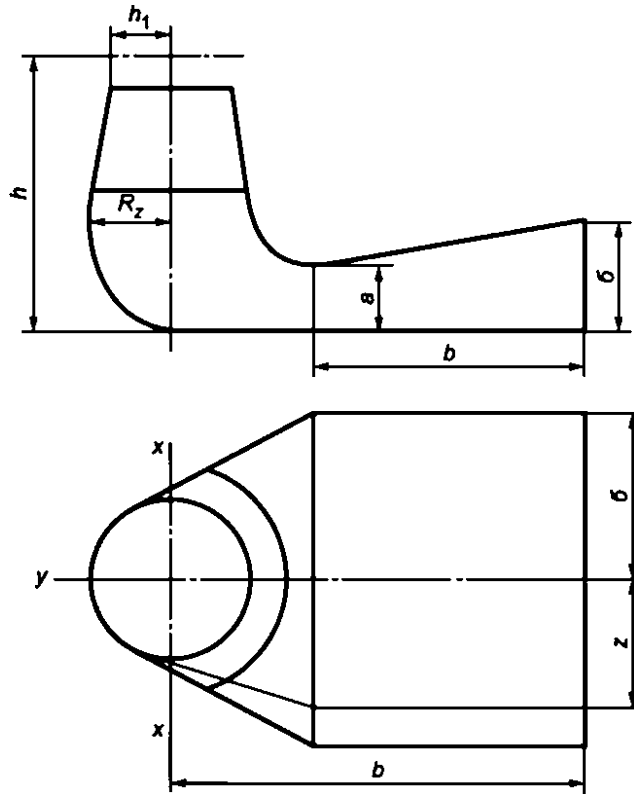
Лабиринтные уплотнения радиально-осевых турбин



| | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|---|----|---|----|----|----|--|--|--|
| - | | | | | | | | | | | |
| | | ++ | * | *- | - | -- | -x | -+ | | | |
| AR- | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

(1)

7



| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 1 | | | | |
| h | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|----------------|--|--|---|---|----|---|-----|----|----|--|
| | | | | | | | | | | |
| | | | + | + | +- | - | --- | -X | -+ | |
| 1 | | | | | | | | | | |
| r ₂ | | | | | | | | | | |

55260.3.2—2013

(2)

,

| | |
|---------|---|
| | |
|) (- | |
| , () | , |
| () - - | , |
| -) (- | , |
| -) (| , |

(3)

3.1

-
 -
 -2052699;
 -2065453;
 - -2078383; -2 -2101356;
 -1 -2139177, -2137188, -2150648;
 -2 -1 2168901 , 2168902 , 2168904 , 2169690 .

3.2

3.2.1

3.2.1.1

3.2.1.2

3.2.1 3

- () ;
 - ;
 - ()
 - ;
 - ;
 - ;
 - (;)
 - ;

- ;

- () , , ,

3.2.23 -

- ;

- ;

- ;

- ()

- ;

- ;

- ;

- ;

• ;

- ;

- ;

- ;

3.2.24 :

- ;

- ;

3.2.3

3.2.3.1 -

3.2.3 2 -

3.2.4

3.2.4 1 -

3.2.4 2 -

• (- ;

- ;

- ;

- ;

- () ;

3.2.4.3 :

- ;

- ;

- ;

3.2.5

3.2.5 1 -

- ;

- ;

- ;

55260.3.2—2013

| | | |
|--------------------|-----------|---|
| - | , | - |
| - | ; | - |
| 3.2.5.2 | , | - |
| 3.3 | , | - |
| 3.3.1 | , | - |
| 3.3.1.1 | , | - |
| 3.3.1.2 | , | - |
| 3.3.1.3 | , | - |
| 3.3.1.4 | , | - |
| 3.3.1.5 | , | - |
| 3.3.1.6 | , | - |
| 3.3.1.7 | , | - |
| 3.3.1.8 | 1000—1500 | - |
| (10 500) | ; | - |
| ()-1 ; ()-2 -1), | , | - |
| 3.3.1.9 | () | - |
| 3.3.2 | , | - |
| 3.3.2.1 | , | - |
| 3.3.2.2 | , | - |
| 3.3.2.3 | , | - |
| 3.3.2.4 | , | - |

3.3.2 5

3.3.3
3.3.3.1

3.3.3.2

(3.1).

3.1 —

| | | | |
|-------------|-----|-----|---|
| | | - | |
| 1 | | 8 | |
| | | 4 | |
| | () | 1 | |
| | | 0,5 | - |
| 2 30 | | 3 | - |
| | | 2 | - |
| | | 2 | - |
| | | 2 | |
| | | 0,5 | |
| | | 6 | |
| | | 1 | |
| | | | |

55260.3.2—2013

3.1

| | | | |
|---|---------|-----|---|
| | | - | |
| 3 | XX, | 1,5 | |
| | 30 | 1 | |
| | (, ,) | 0,5 | |
| | () | 0,5 | |
| | (), | 0,5 | |
| | - | 1,5 | |
| 4 | - | 8 | |
| | 15 | 1 | |
| 5 | 0 | 8 | |
| | 100 %. | 2 | |
| | 15 | 6 | |
| | - | 4 | |
| | - | 4 | |
| | - | 4 | |
| 6 | - | 4 | - |
| | 100 % | 1 | - |
| | 0 | 3 | - |
| | 30 | 0,5 | - |

#3.1

| | | | |
|---|----|---|---|
| | | - | |
| 7 | 15 | 2 | |
| | | 4 | - |

3.4

3.4.1

3.4.1.1

{ } -

;

();

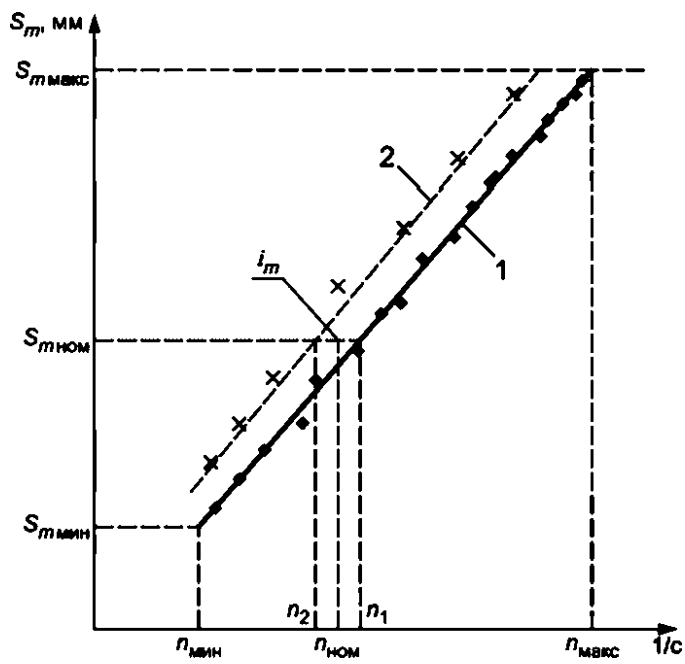
()

;

± 0,005

R PC, . .)

(3.1)



3.1 —

3.4.1 2 : 3.1. -
 (- = 1.1.100% (3.1)
 ")

(0,01 %). -
 : -
 (3.2)
 "

(), -
 2—4 %/). -

3.4.2
 3.4.2.1 : B_t -
 T_d

- ; - ; -
 - ; -
 - ; -

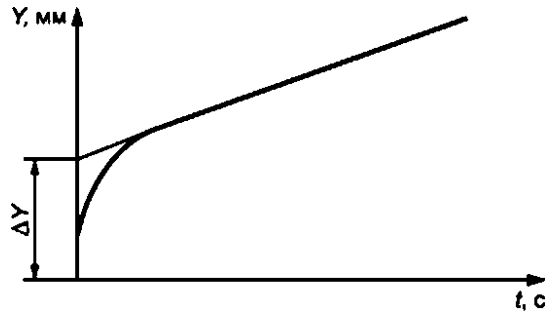
3.4.2.2
 (, , R . .) -
 : AS /%

—
). ² ($a_2 = 1,0$. -
 :
 , = 6 * 1 2 100 % (3.3)

PC \$, -
 , -
 -
 -

(3.3).

3.2. 0,5—1



3.2 —

%, (3.4)

— , (, %;
— , (100 %);
— () ,

3.4.2.3

3.3.

(2—4

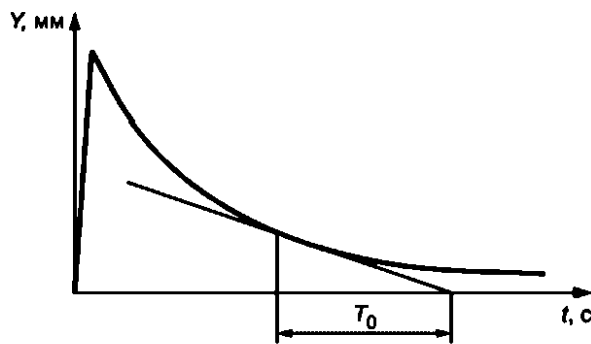


Рисунок 3.3 — Переходная характеристика изодрома

5—10 (

).
; 10—5—3—2—1,5—1,0—0,8—0,6—0,5—4—0,3—0,2—0,1

0,02

55260.3.2—2013

3.4.3
3 4.3.1

+ 5 %

3.4.3.2

+ 0,2

(3.4)

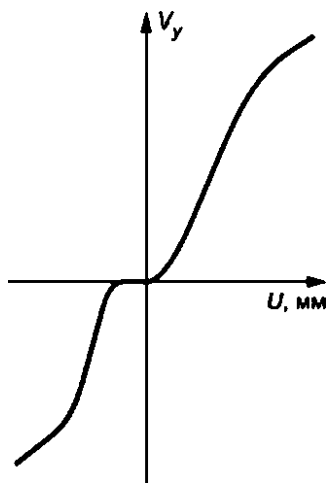
1/

»
TM

(3.5)

t—

5 %



3.4—

3.4.3.3

()

3.4.3.4

3.4.4
3.4.4.1

3.4.4.2

()

()

(3.5) ()

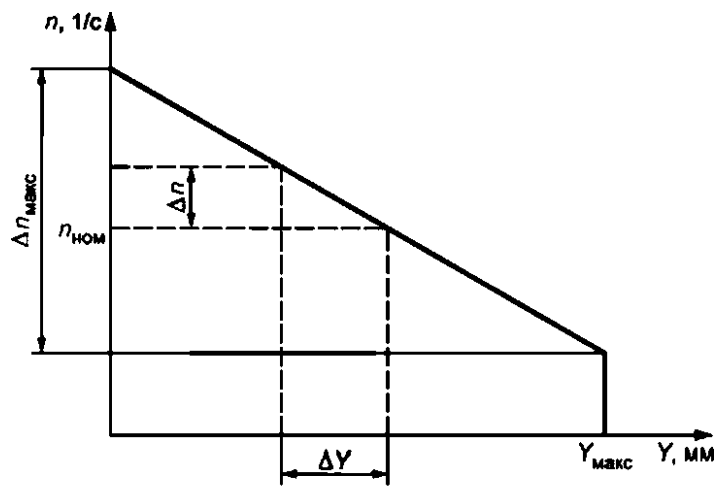


Рисунок 3.5 — Статическая характеристика регулятора

(3.6)

, 1/ ;
. 1/ .

3.4 4 3

0,5

(P_{10}):

(3.6)

55260.3.2—2013

$$b = \frac{\Delta n}{n} \cdot 100\% \quad (3-7)$$

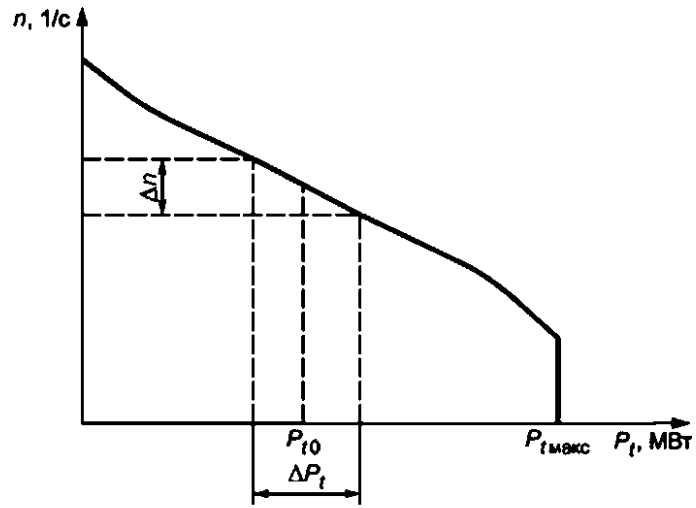


Рисунок 3.6 — Статическая характеристика регулирования

3.4.5

3.4.5.1

3.4.5.2

3.4.5.3

3.4.6

3.4.6.1

3.4.6.2

3.4.7

3.4.7.1

3.4.7.2

3.5

3.5.1

3.5.1.1

095—096 220

10

11

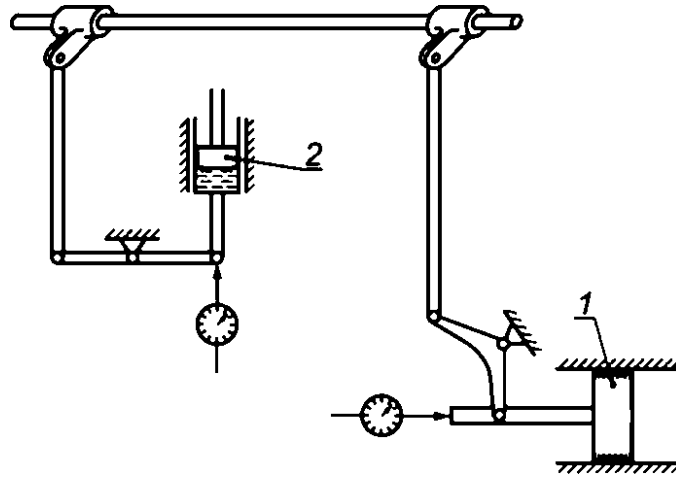
001—002 220

(6,0—6,3)

L31

3—4)

110



1 — ; 2 —
3.7 —

6(1—2, 3—4, 5—6, 7—8, 9—10, 11—12, 13—14)
110, 158, 158, 128, 128, 47, 33 .
4 — 190 8, R 305 — 16—17 .
(

)
208—209, 205—206, 008—010 (110 7 + 02) .
22 (

R 312.

001—010
501, (220) 057—058
401 502 220 048—049
401 (110), 113—114, 425—426.
105 (1—3, 2—4, 5—7, 6—8, 10—12, 13—15, 11—19)
110, 128, 158, 47, 33, 128, 158 . 101, 102 — 190 ,
R108 — (16—17) . 101, 6—6,3 ,
L102.

402; 044—045 (227—228)
(110 7+02)6.

038, 70—75
R410 R411.
3.5.1.2 -2 , -2

001, 053—054
- (058—059 -2), (110 7 + 02) .
001.

105 : (2—4) (4—6), (8—10) (10—12) — 50 , (5—7)—100 .
204: (2—4) — 35 , (6—8) — 35 , (5—7) — 30

-2 : 105
(2—4) (4—6) — 7,5 , (8—10) (10—12) — 36 8, (5—7) — 120 8, (9—11) (13—15) — 130 .
201: (2—4) (6—8) — 250 . (5—7) — 55 .
204 (2—4) (4—6) — 23 , (5—7) — 25 .

601 220 605—606
- (2) : 601
(8—) — 22,5 . (1—9) — 240 . (1—3) — 21 , (1—5) — 110 , (2—4) — 25 , (2—6) — 50 ,

55260.3.2—2013

(70—75) 043—044 R402 R403 054—056 -2 . -
 R402 R403 - . R402 -2 .
 220 - (2)
 001—010.
 (10—15) , 406 - (405 -2) . -2
 0,
 3.5.1 3 -1 001.
 () , () () . -
 001.
 20, 21, 22 R6 ± 12,6 19. 19
 3 7 1 +12,6 -12,6
 19.
 R7 R5
 3.5 1 4 -2 -1 -
 123—126 220 220 81—84. 2 (24 8).
 1 (12)
 12 400
 46—18
 3.5.2
 3.5.2.1 , -
 , -
 , -
 0. 1
 3.5.2.2
 3.5.2 3 001—002 (301—302)
 « », 201—202 — 095—096 -
 220 41
 17R
 110—130 . « » 013—014,
 — 208—209. — -
 (LC-) 309 351—348. -
 3.5.2.4
 :
 1F 2 , 12 ; 2 -
 ; 12 -
 ; () -
). () -
 (85—90) . 208—209 110 . « » 20
 . 11
 110
 347—362 347—363 () -
 347—354. :

| | | | | |
|-----------|---------------|----------|-----------------|------|
| - | 5R 6R ; | | | |
| - | 2 | | | |
| 3.5.2 | 5 | | | - |
| | », | | | « |
| 3.5.2.6 | | | 208—209, | - |
| | | | | - |
| 3.5.2.7 | | | | - |
| 094—047. | | | | |
| - | : | | | |
| - | 7 , 8 ; | | | |
| - | (|) | : | |
| - | 9 , 10FJ 11 ; | | | |
| - | 0; | | | |
| 3.5.2.8 | | | 094—047 | - |
| 351—348 (|) | | | - |
| — | ; | | | |
| 3.5.2.9 | | | 354—357 | - |
| 356—357 | | | | |
| - | : | | | |
| - | 16 (| | 354—357) | |
| - | ; | | | |
| - | 8 (| | 356—357); | |
| - | (| |); | |
| - | 9 | | ; | |
| - | | | 208—209 50—60 8 | |
| | , 11 | | | 0, - |
| | | | | |
| 3.5.2.10 | | 502, 503 | 101 | 1 |
| | | | 513—514. | |
| 405. | | | | |
| | | | 428—430, | — |
| 227—228 | | | | |
| — | | (LC- |) | 107 |
| | 501 | | 204. | |
| 3.5.2.11 | | | 002—005 | - |
| - | : | | | |
| - | 401; | | | |
| - | | | 401 | |
| - | : | | | |
| - | | | : | |
| | | | 428—430 110 | - |
| | 407 (85—90) | | | |
| | | | 203—210. | : |
| - | 203, 205; | | | |
| • | 204 (| |); | |
| • | 401 | | | |
| 3.5.2.12 | | | | - |
| | 408—410. | | | |
| - | : | | | |
| - | 406; | | | |
| - | | 0 « | »; | |
| • | | | | |
| - | | | | |

55260.3.2—2013

3.5.2.13 408—410.

3.5.2.14 203—210.
204,

3.5.2.15 007—064 402,

3.5.2.16 115 %
(318—319) 037—038
() 23 (408)

3.5.2.17 - (2)
053—054 - 058—059 -2 (-
« »).

-2 — (LC-): - 1 -11-12 (-
119). 001—010. 002
(220)

3.5.2.18 071—073 - .
006—008 — -2 .

- 401 402,
- « » 1—1,5 ; (-2
- 405) ;
- 401 () ;
- (001)
110 . (85—90)
(406 - , 407 -2) 405

-2 .
(, - -2) 408—410

- 410—409 -2 . :
- 202 403 - , 201 403 -2 ;
- 202 (205

- -2) ;
- 401, 402

3.5.2.19 - - -2 .
- (203, 204) ;
- 405 - ;

()

3.5.2.20 204 705
208—224, 006 (075), 208—224.
« », -2
410—415. 405.

3.5.2.21 « » 404 - ,
406 -2 . 408—410 - , 409—410 -2
010—079 - 7 017—018 -2 .

404, 703.

405. -2 703, 406, -

407. -

3.5.2.22 110 % (501) -2 -

115 % -

(043 - , 056 -2) 041—044 - ,

054—055 -2

407 - , 502 -2

3.5.2 23 -1

52—53 220 8. -

61 —60. (« »).

001 220 .. (47—48) 702—745

110 .. (701

LC- 1 100—102.

3.5.2.24

701;

2 27. « » 1—1,5 (

27);

757 706

706

757 (3—4 — 50 %).

704 70—81

745—702 745—705.

(001

110 (21. 31). 110 (85—90) -

() — 70—81 (745—705)

86—73.

4 ;

14 ; 15,

16

3.5.2.25 « »

« », 3.5.2.26 86—69

86—75

• « » ();

55260.3.2—2013

- ; (-6)

- 5;

- 0 ;

3.5.2.27 50—60 % -

21 31 56—86

705. -

50—60 % -

110 45—86

3.5.2.28 « » « ».

86—122 86—69. -

;

• « » ();

2 701;

-6); (

); (

3.5.2.29 110 % (23)

120 23 7, -

703, -

3.5.2 30 115 % -

(43 (44), 1, 72)

(1, 72)

3.5.2 31 -2 -1

220 81—84

220

123—126.

1—2,

45 ,

41—42 100—120 « ».

TU 7 4s 0. «S» « » 81—93.

3.5.2.32 :

- ;

- ;

-) 10 (-

) () 50 -

) (,

SLC 7 0 (—).

-

«S»

« ».

0,5

« », 0,5

« ».

«S» 50 ,

81—97 (81—93)

3.5.2.33 :

- SLC

(—)

10—20 %

WG), SLC 50 «SI» 100 % (« »).

8 = 10 % 53—55 ()

SLC 45 SLC

3.5.2 34 81—97 81—99 () (SI) 0.

0 81—100.

3.5.2.35 81—97 (W51—W92 11, 9,

3.5.2.36 81—96 () ;

9 (81—97).

3.5.2 37 115 % 115 %

9 ;

3.5.3 3.5.3 1 () ()

(3.8).

5 (315—316), (111—112)

. 050 052) I_1 I_2 (037 039 506,

49 51 . f 0,2—0,4 %

I_2 I_1 / =

$Kf = 8—9 \text{ mA/}$, LC- 49,5—50.1 ($I = 0$).

$\pm (0,6—0,8)$ ()

55260.3.2—2013

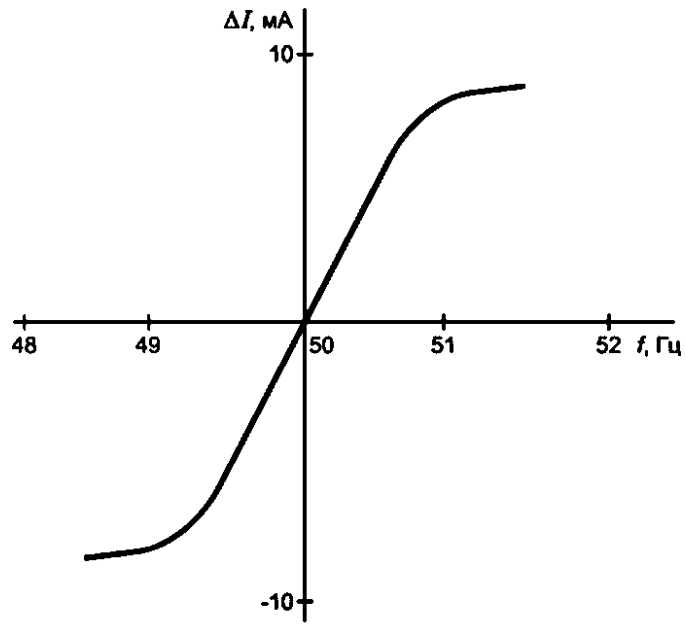


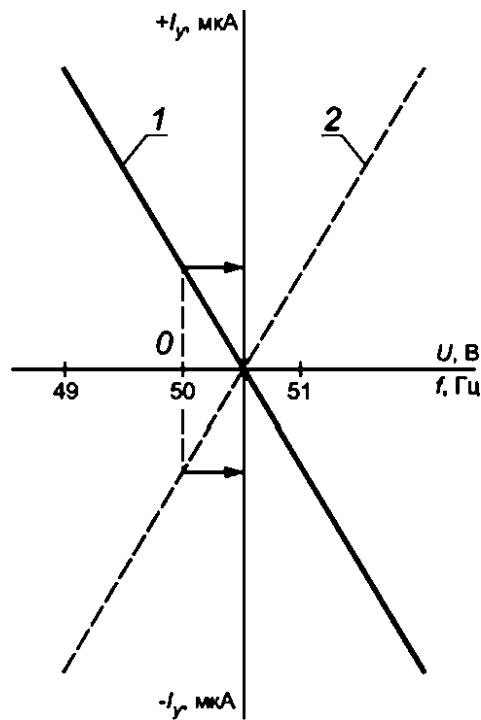
Рисунок 3.8 — Характеристика усилителя по входу частоты

3.5.3 2

(3.9).

(2)

R119



3.9 — ; 1 — ()

115 — 159-10, 1 15-16 222, 114—
 -2 044 062;
 0.

3.6 3 1.

$K_f = (11-12) / (\quad -), (3-5) / (\quad -2).$

LC-

3.5.3.3

($1- \quad , 1- 2$)

-1

50
41 42.
47 49

1- 4

115 116,
-1 ,
110 . (110)

48

- 4
-
-

-2

115,116

-2;

-2

-1,

-1

1- 2 (-1), 1- (-2).

3.5.3.1

(0

-1

3.5.3.4

6 (8)

R4 -5
-2.
1,5 / ($1- 2$).
-2 -1

-1) 41-42 (-2)

10 1-2 (± 10)

3.5.3.5

R3 ($K_f 1,5-2 /$) R2 (\quad).

R1,

5 (\quad).

107;

0. 5).

(\quad)
5 (\quad)

111-112

315-316 (\quad)

R502 (R201)

(\quad).
4-5

0

($\pm 0,1$) /B

= ($1,15 \pm 0,05$) /B

(3.8)

U—

K_f

3.5.3.6

- -2

(\quad)

55260.3.2—2013

- (102 -2).

114—115 (-), 112—113 (-2)

0. R119, () -

R119 = 1,5—1,6 /B (-), = 0,5—

0,6 /B (-2). « »

R222 (R201 207), —

R119 0, R222 50 (. 3.3 3.9). -2 « »

(060—061) R273 R274

() , -1

3.5.3.7

1,

4 () , -

1, « — »

2 1,

1, AU ± 14 0

;

^ ^ (3.9)

— ;

— ;

K_r— , / .

3.5.3 8 -2 -1

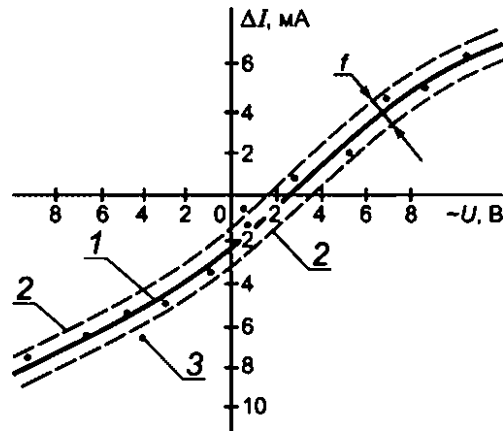
+ 10 5 SLC « » « » 0, -

R4 5. « » « » 1 -

0,2) « » 0 10 -10 -

3.5.3.9 « » « » (

(3.10).



1 — ; 2 — ; 3 —
3.10 — 4

0,9 /В,
0,57 /В,

5 — 1,1 /В.
-1,15 / .

4 -
102

3.5.3 10

- 2 ()
()

()

) 018, -2 — 043.

5); - — (

R101, R102

-2

(102—117 - 102—101 -2)

R112, R113 -
(R119).

R116, R117 - R107, R108 -2 .

()

R119, —

3.5.3.11

-1

2500—3000, -2 — 10 000.

R1 « ».
-2, -2,0,3

1, 2

41 42

41 42

« 110 » 47,48, R1 73.61 «10»;

2 « » «0»;
1, ; « »;

55260.3.2—2013

4 (),

;

1, ;

1, 2 ;

«0» * «0» R29 « » 11 «0»

50 ;

1, «0» ;

1. ± 60 ± 14 = 5, = 10 (= 10 %).

3.5.3.3 (20) (11) (22),

701.

«0» :

);

1, « »

« »;

4 (),

;

«0» («0» 2,), 1, 2;

2— 4 (

6-);

84 ().

() 0.

R3 «0» 22

7 + 060

: = (6—7) /B, = (4—5) /%. = (18 ± 0.5) /

3.5.3 12 -2 -1 9.

(),

« ».

2 4

62) SLC — 61 (

4;

«S» « » », *fd* «10»; » « »;

0 « »

»;

6;

14 3 5 ().

1. 0 9 2.

±10

() -

053 (9), 4

()

50. —

± 60

(2160413).

3.5.3.13 ()

(-2).

(, . .)

()

— 1 11—12,

-2 119. -

1 9—10,1 15—16. -2 044 (045).

0. R119 1—3 104 ()

), R119 104 R119.

()

(7—8 /B - 2—3 /B -2 .

3 5.3.14

(R501) 4 «10».

R35, 50 %

, 4, - 10 %.

± 10 %

4 = (0,9± 0,1) / .

(315—316), 315—316 432,

3.5 3.15 -1 0.

12—13 0 ; 0—100 % (R2 12

14 .

3.5.3.16 -2 ()

(119),

C1 (2) 10. (314, 701 112—113 744 (750)).

044—045 — 0. R119

R119 044—045.

(± 10 %) = 0,2—0,3 /B,

R119

55260.3.2—2013

3.5.3.17

-2 -1

SLC

— 0. 1 « » — 10
 () ± 10
 +10 -10 (R5) « »
 « ».
 (0,2)
 3.5.3 18
 4
 5—10 %.
 () 1 4— 311,313.

3.5.3.19

102 (119—120).

R203
 119—120
 = 0,8—0,9 / %.

j_y 0,4 %

1

201

3.5.3 20

-2

« » ().

(119);
 (112—113
 0;
 10;
 C1 (2) 744 (750);
 R119, 044—045 —
 :
 ()
 701 / %, 50 % ;
 ()
 L %.
 :
 (1 9-10,1 11-12,1 15-16),
 10;

R119, 108—219 (108—216, 108—312 —
) ;
 114—115

R122, R701 (R119
).
 3.5.3.21 -1 -2 -1

-1 -2 -1 — 4 2— 4

-1 , $g = 0.4$ / %, -2 -1 * = 0,2 / %
 3.5.3 22

-2 -1), () (-1
 : ()

RC-

™

() 230 () 094

058—060

() 094—095

412 0, () 107

() 420 , 220)
 (419—420, 227—220)

$$\frac{100}{6} \quad (3.10)$$

/—
 —
 K_f —
 U —
 (R702), / %;
 , / %;

. R701 —
 3.5.3.23

R119.

« »
 R705

™
 (1 -11—1 -12 - , 119 -2);

55260.3.2—2013

() , 114—115 - . 112—113 -2 ;
 R119 102 ()
 102—105) - . (107—108) -2 .
 50 % () , -
 (10 90 %).
 , 60 % .
 R119 (102 - . -2). -
 40 %, (102 103)
 R119. (119 (3.10),
 / — () 60 40 % ;
 AU — (-2 . 50 %) -
 60 40 % . -
 1 . -
 — () .
 3.5.3.24 -
) . ()
 ;
 ;
 (1 11-12);
 0;
 1 -9-10,1 -15-16;
 • 051;
 - 224, 225 « 220 »;
 - 216 ;
 - 222 114—115.
 212 () -
 — () RC, -
 ()- . -
 , 5—10 % , -
 — R702. -
 201, 203, 204 (202, 205, 206) -
 (3.10), / — .
 ; U— , , -
 — 201. 203, 204
 (202, 205, 206).
 3.5.3.25 -2 -
 202(204) 201 (203).
 202 (204) 8 201 - -2
 202 (204) 201
 (205).
 140

060, 112—113 (230). 044—045 ()- 3.5.3 26 (-2 -1) 0. (119). 208 044 5—10 % 701. «8 » (-1), $\frac{-100\%}{W_{\text{сд}}}$ (3.11) K_f /%; $\frac{2^4}{4}$ « » = 0 « ,» - $I_{\text{т}} > \frac{1}{2} \cdot \frac{I_{\text{тх}}}{n_1}$ 3.5.3 27 0,37 • () 3.5.3 28 201, 203, 204 (202, 205, 206). 3.5.3 29 -2 « » 201 (2) 202 (204), 3.5.3.30 -1 ; 1, 2 2, 5 ; 12 1 6 1 (4) () , 2 , 3.5.3.31 1, 2 -2 -1 «Т_d» Bt 0, +10 -10 (11 11) () 4т 0) ()

55260.3.2—2013

3.6

3.6.1

3.6.1.1

()

50 %

3.6.1.2

:

-

-

0;

-

-

-

(

()

— 65—70 %).

3.6.1 3

:

-

-

-

(

60 40 %

20 %).

3.6 1 4

« ».

()

5—10 %

3.6.1.5

-

-

-

)

3.4.

3.6.1.6

Kf,

3.3 3.4.

3.6.1.7

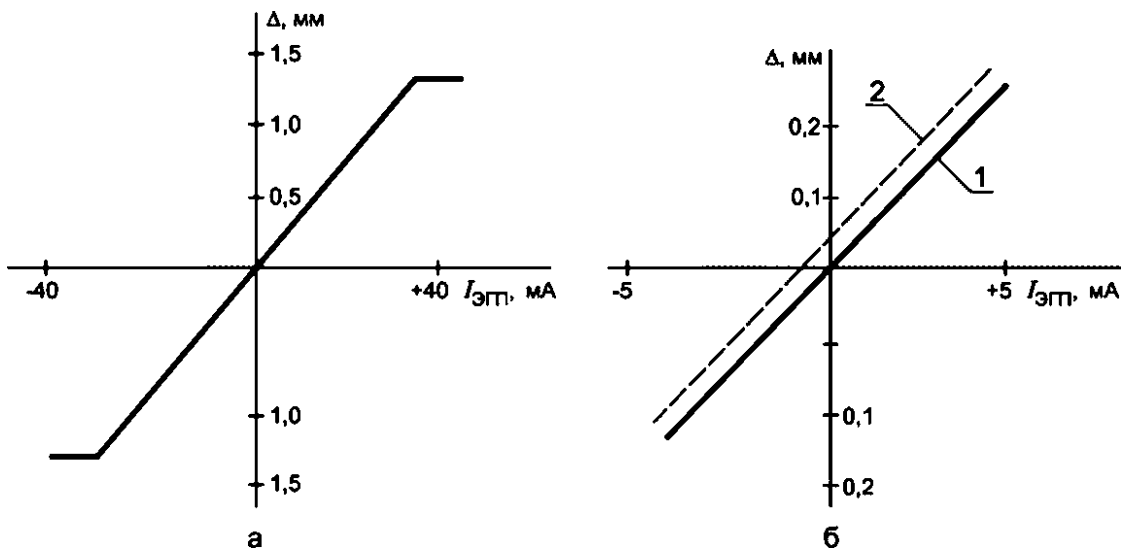
« »

)

115 % (

3.6.2
3.6.2 1
()

(3 11).



3.11 —

3.6.2.2

2 3)
—

3.6.2.3

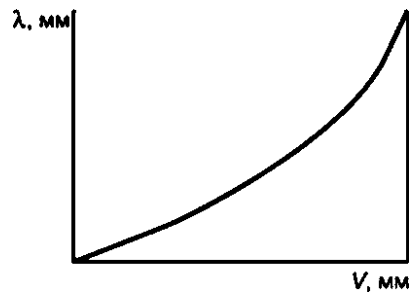
3.6.2.4

55260.3.2—2013

3.7
3.7.1
3.7.1.1

10 %
120

3.7.1.2) (3.12)



3.12 —

± 0,5
3.7.2
3.7.2.1 / ± 0,5%

10 %

3.7.2.2) ± 0,5 — 0,5.

3.7.3
3.7.3.1

5—7 %

10
3.7.3 2

3.7.3.3

3.7.4
3.7.4.1

()

$$0' s_{no} = Fr + F_V$$

$$V > 3 s_{n_3} = Fr - FT$$

3 —
S^, \$ 9 —
F_1 —

$$F_r = 'tf'oSno + ^ ^)$$

s • 3^n»)-

3.7.4.2

10 %

0.5

3.7.4 3

55260.3.2—2013

F.T

1

2

V,

1— ; 2—

3.13—

3.7.4 4

10 %

1—2

3.7.4.5

(3.13),

F_r F_t

3.8

3.8.1

3.8.1.1

().

-320.

-345.

3.14.

$$\frac{f_{\text{макс}} - f_{\text{уст}}}{f_{\text{уст}} - f_0} \cdot 100 \% ; \sigma_y = \frac{Y_{\text{макс}} - Y_{\text{уст}}}{Y_{\text{уст}} - Y_0} \cdot 100 \%$$

$$\bar{x} \pm \frac{\sigma}{2}$$

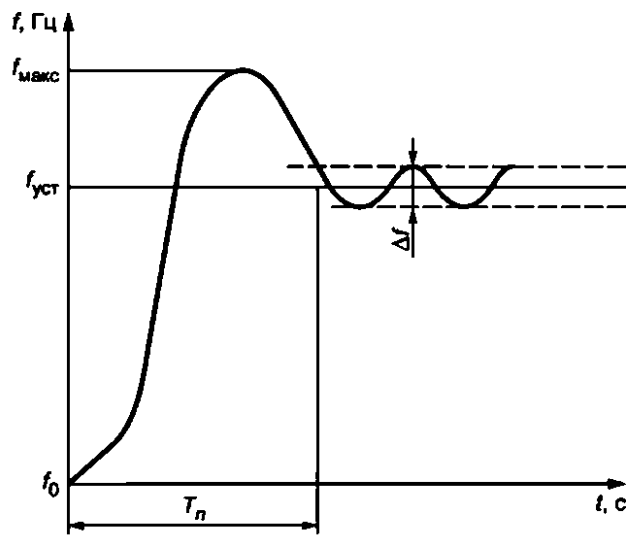
$$A_y = \frac{\sigma}{2}$$

<

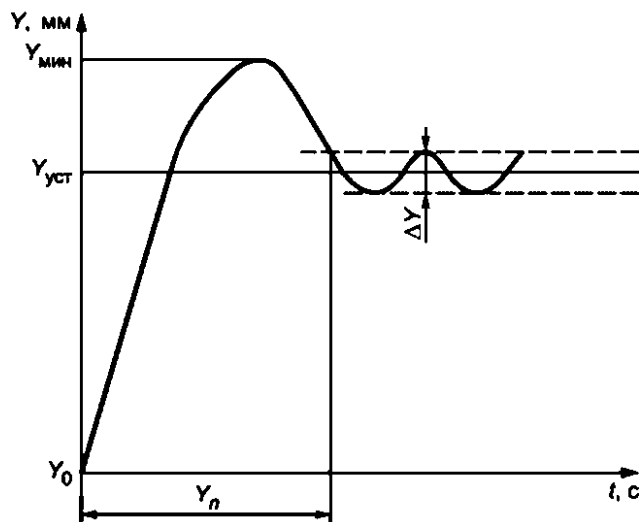
15 .

3.8.1.2

().



а



б

3.14 —

3.8.2
3.8.2 1

(. 39)

$\pm 0,2$

3.8.2 2

-345.
0,2—0,5.

$\pm 0,5$

(

).

55260.3.2—2013

| | | |
|---------|---------------------|---|
| | 0,5—0,7 (| - |
| 3 8.2.3 | (3.9.1). | - |
| 3.8.2.4 | () | - |
| | <i>b</i> (. .14,) | - |
| | = ~ ° 100%. | - |
| 3.8.2.5 | () | - |
| () | (-) | - |
| - | ; | - |
| - | ; | - |
| 3.8.3 | | - |
| 3.8.3 1 | | - |
| 3.8.3.2 | | - |
| 3.8.3.3 | () | - |
| 3.8.4 | | - |
| 3.8.4 1 | | - |
| - | 100 % | - |
| - | ; | - |
| - | () | - |
| 3.8.4 2 | | - |

25, 50,75 100 %

-
-
-
-
-
-

3.8.4.3

-
-
•
-

3.8.4.4

: «

$$, = \Delta \sim 9 - 100\% \tag{3.12}$$

—
0—

, 1/ ;
, 1/ .

$$AP_{PM} \gg e^{-P} \sim 100\% \tag{3.13}$$

3.8.5
3.8.5.1

(

)

(

)

55260.3.2—2013

R119,

()

()

$$i_y = ki_c + j_y, \quad (3.14)$$

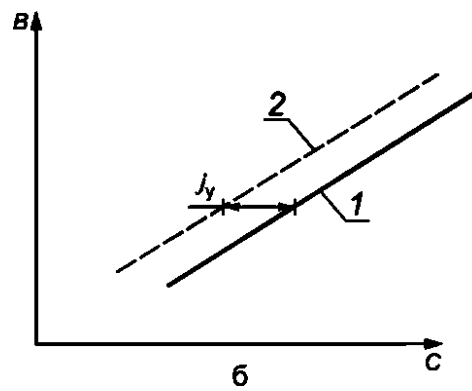
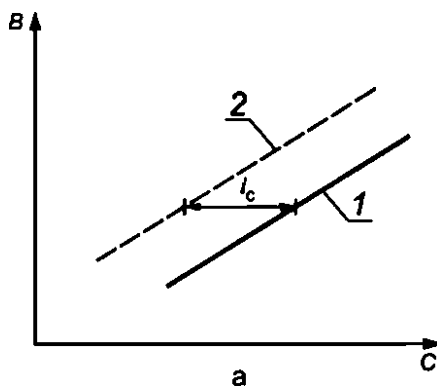
i_c —
 j_y —

3.8.5 2

CAR

(3.15,)
 (3.15,)

j_y



3.15 —

(. . . 3.15,)

:

(3.14).

(. . .)

3.8.5.3

(. . .) (. . .),

3.8 5 4

(. . .)

- ;
 - (301 « »);
 - (-2 1 11-12, -2 119);
 - (-2 060 112—113);
 - R119 (6 -6 1);
 • () 0 « »;
 - ;
 - 0,

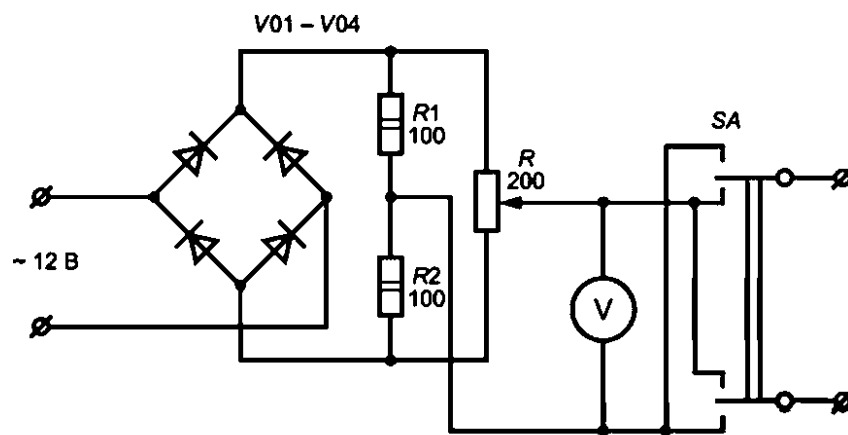


Рисунок 3.16 — Электрическая схема сигналов задания

0,5—1 % (. . . 3.16)

(/). (K_p)

(/). (. . .)

1 (±0,5)
 R119

(. . .)

55260.3.2—2013

(
R119)

$$\backslash = +/ ,$$

(3.15)

L —

—

—

; —

, %;

, %/ ;

, %

$$= 100/ \$_> \ 8\$_ —$$

, %.

3.9

3.9.1

3.9.1.1

1

3.9.1 2

20—30

10 (0.1 .)

3.9.2

3.9.2.1

140—145 %

3.9.2 2

115 %

140—160 %

3.9.2 3

()

3.9.2.4

2—3

(1)

3.9.3

3.9.3.1

3.9.3 2

$$Q_{\text{н}} = \frac{\pi D_g^2 h}{4 t} = 0,785 D_g^2 \frac{h}{t} \quad (3.16)$$

D_g — ()

3.9.3 3

1 %

1 (— t_p), . . :

$$= \frac{t_p}{t_c}$$

1:12—1:20
1:4—1:6.

55260.3.2—2013

()

()

$$= 0,777 \dots \quad (3.17)$$

h

$$q = 0,7850?$$

()

()

q_u

\dot{q}

$$: g_K = g_t - g_M$$

()

$$g_c^P = \dots = \dots - q_r$$

« »

$$: \wedge = \dots = \dots$$

3.10

3.10.1

3.10.2

3.10.3

3.10.4

3.10.5

3.10.6

3.10.7

3.10.8

(),

3.10.9

:

$$\pm \cong \left(\frac{\dots}{100} \dots i \right)_K \dots ; \quad (3.18)$$

2

$$f_1 = \frac{2|\Delta_1|}{m_1}, f_2 = \frac{2|\Delta_2|}{m_2}$$

f(.2)

(. 3.10).

10.

3.10.10

55260.3.2—2013

()⁴

1 _____ 20 _____ .

_____ : _____

()

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|--|
| | | | | - | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | ±.V | |
| | | | | | | | | | | | | | ± | |

L 101 R 119 =

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1, | | | | | | | | | | | | | | |
| (.) | | | | | | | | | | | | | | |

~ / ^ /

$m_f /$

:

$$= \frac{2|\Delta_f|}{m_f} = \text{мм}$$

(- /

$$= \frac{2|\Delta_f|}{m_f} = \text{мм}$$

$$/ \quad ^2 + f^2 = .$$

:

:

2 _____ 20 _____

_____ N _____

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

1/ = 119 = _____

8 _____

$\frac{1}{1}$ _____

^ "_____

2 2 = % _____

$\frac{1}{7}$ _____

V _____

$$B_{t>96} = \frac{100}{\dots} \dots (1 \dots)$$

V = - 1 2 (.....) = y_t·y_?

:
 :
 :

55260.3.2—2013

3 _____ 20_____

№ _____

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

1.8

= _____ ; ^ = _____ =

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| $I,$ | | | | | | | | | | | | | | |
| $U,$ | | | | | | | | | | | | | | |
| $\cdot \%$ | | | | | | | | | | | | | | |
| $V, \%/$ | | | | | | | | | | | | | | |
| $t,$ | | | | | | | | | | | | | | |

2.

= _____ ; $\parallel_3 = \frac{\quad}{\quad}$; $\parallel_{(1)} = \frac{\quad}{\quad}$ = _____

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| $I,$ | | | | | | | | | | | | | | |
| $U,$ | | | | | | | | | | | | | | |
| $\cdot \%$ | | | | | | | | | | | | | | |
| $V, \%/$ | | | | | | | | | | | | | | |
| $f,$ | | | | | | | | | | | | | | |

= , -

$I_{(1)} = I \cdot N$
 $= \%$; $I_0 = I \cdot \frac{\quad}{\quad} = \quad$
 $f = \langle J \sim = \quad$

:
 :
 :

4 _____ 20_____

N9 _____

_____ : _____

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

1.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| , | | | | | | | | | | | | | | |
| . | | | | | | | | | | | | | | |

$\rho_0 = \frac{\quad}{\quad} / \% \quad 100 \% \quad \underline{\hspace{2cm}}$

2.

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--|----|
| , . | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | 12 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| \, | | | | | | | | | | | | | |
| l, | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| B _т % | | | | | | | | | | | | | |
| B _т % | | | | | | | | | | | | | |

$\rightarrow \sim \frac{tz_{11}^*}{k-W} - \quad / \% \quad \underline{\hspace{2cm}}$

N8 1

3.

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| . | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

_____ : _____
 _____ : _____
 _____ : _____

55260.3.2—2013

5 _____ 20_____

_____ N8 _____ N8 _____
 : _____

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

1/ = _____ .
 = (_____ 1 _____)
 1. = _____ 2^- _____

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| . | | | | | | | | | | | | | | |
| /, | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 3' | | | | | | | | | | | | | | |
| /, | | | | | | | | | | | | | | |

/ = _____

2. $y_t =$ _____ z^- _____

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 3' | | | | | | | | | | | | | | |
| /, | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| , | | | | | | | | | | | | | | |
| /, | | | | | | | | | | | | | | |

:
 / = _____
 / = _____

: / = %

:
 :

6 _____ 20_____ .

_____ : _____

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|

| 1 | 2 | 25% | 50% | 75% | 100% |
|---|----------------------|-----|-----|-----|------|
| | | () | () | () | () |
| | | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | , % | | | | |
| | , • | | | | |
| | , | | | | |
| | , | | | | |
| | , % (/) | | | | |
| | , % (/) | | | | |
| | , | | | | |
| | , | | | | |
| | , % | | | | |
| | , % (/) | | | | |
| | . | | | | |
| | , (/ ²) | | | | |
| | , % | | | | |
| | , % (/) | | | | |
| | , | | | | |
| | , | | | | |
| | , | | | | |
| | , | | | | |
| | , % | | | | |
| | , % | | | | |

= 100 %; \ = 00 %.

:
:
:

55260.3.2—2013

(5)

5.1

5.1.1

5.1.2

5.1.3

5.1.4

5.1.5

5.1.6

5.1.7

5.2

5.2.1

5.1 —

| | |
|--------|---------------------------------|
| | |
| | 0,7 — 200 |
| | 5 — 1000 |
| : | |
| - (); | + 5 — + 80 °C; + 10 — +40 °C |
| | 0.1 |
| | ± 10% |
| | 0,5 |

5.2.2

5.2.

5.2 —

| | |
|--|---------------|
| | |
| | 0.4 — 20 |
| | 30 — 2000 |
| | * 5 — + 40 °С |
| | 0.1 |
| | 0,2 |

2 , -

5.2.3

5.2.4

5.3

5.3.1

5.3.1.1

5.3.1 2

5.3.1.3

5.3.1 4

5.3.1.5

5.3.2,

5.3.2

5.3.2 1

-

-

-

;

-

-

5.3.2.2

5.3.2.3

5.3.2 4

(

)

55260.3.2—2013

5.3.25

5.3.2 6
5.3.2.7

5.3.2 8

5.3.2.9

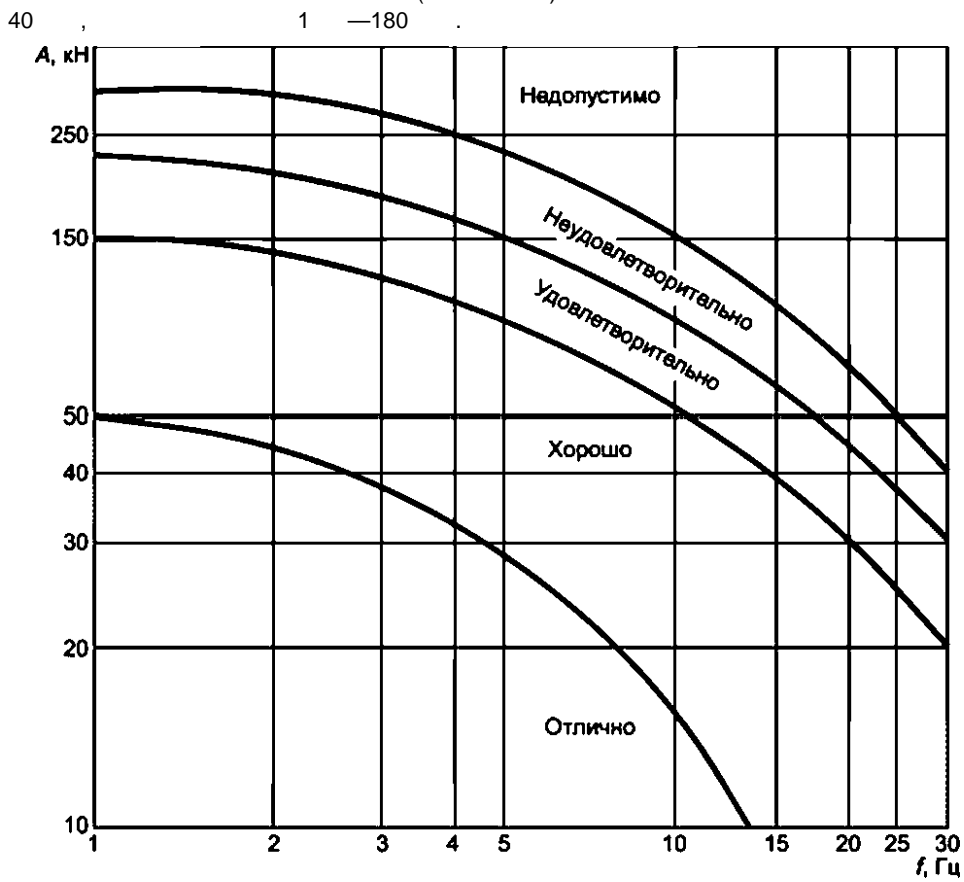
0,8; 0,9; 1,0 1,1

20 %

5.3.3
5.3.3.1

1—30 (5.1).
1 —180

30



5.1 —

5.3.32

5.1.

5.3.3.3

10

5.3.3.4

5.3.

5.3—

| | |
|-----|-----|
| | |
| « » | |
| « » | |
| « » | |
| « » | |
| « » | () |

5.3.3.5

5.4

5.4.1

5.4.1 1

100

5.4.1.2

100

5.4.1.3

« » (30 °C)

100

5.4 1 4

()

5.4.2

5.4.2 1

100

5.4.2.2

5.4.2.3

()

100

55260.3.2—2013

5.4.2.4

5.4.2.5

1,0 (7₀)

0,2

0,4

30 °C)

» (50 °C)

« » (

5.4.3

5.4.3.1

5.4.3.2

5.4.4

5.4.4.1

100

5 4 5.5,

« » « ».

: « »,

5.4 —

100

| | | | |
|--------|----------|-----|-------|
| | | | |
| | | 100 | |
| (« ») | * « (») | | |
| 30 | 50 | - | « - » |
| 30 | 50 | | « - » |
| 30 | 50 | - | « » |

5.5 —

| | | |
|-----|--|----------|
| | | |
| 80 | | « - » |
| 180 | | « - » |
| 180 | | « - » |

5.4.4 2

5.6.

5.6 —

| | |
|----------|-------|
| | |
| « - » | 4—6 — |
| « - » | |
| « » | |

5.5

5.5.1

5.5.1.1

100

50, 100, 150 200 —

5.5.1 2

— 50, 100, 150 200 .

5.5.1.3

5.5.2

5.5.2.1

50

5.5.2 2

5.5.2.3 8

5.5.2 4

10

5.5.2.5

()

55260.3.2—2013

5 %

0,4—1,2

5.5.2 6
50 °C).
5.5.2.7

$$2 = 2 (I, I) ; \quad (5.1)$$

/ — ;
/ — ;
2 : — / = ;
2 — / „ ,

$$2 . = 1/ £ 2 . \quad (5.2)$$

2A_t — • > ;
—
= 0,975 :

s J 1 (2 „ 2 .) —
11
t(p) — 5.7

5.7 —

| | | | | |
|---|------|------|------|------|
| m | 10 | 15 | 20 | 30 |
|) | 2,23 | 2,13 | 2,09 | 2,04 |

2A = 1,32

5.5.3
5.5.3 1

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

5.5.4
 5.5.4 1 -
 .5 100 , ,
 5.5.2.6,
 5.5.4.2 -
 5.8.
 5.8 — -

| | | | |
|--------|---|----------|-------------|
| 100 , | | | |
| 50 | (| « - » | 4—6 — - |
| 50—100 |) | « - » | - |
| 100 | | « » | - - — |

55260.3.2—2013

(6)

6.1

6.1.1

6.1.2

6.1.3

0,05
20 %

6.2

6.2.1

6.2.1 1

6.2.1.2

6.1—

| | |
|------|------|
| 500 | 0,05 |
| 1000 | 0,10 |
| 1500 | 0,15 |
| 2000 | 0,20 |

20 %

6.2.1.3

6.2.1.4

6.2.1.5

6.2.1.6

6.2.1.7

6.2.1 8

6.2.1.9

6.2.

6.2 —

| | |
|-------|------|
| | |
| 3,0 | 0,75 |
| " 5,0 | 1,50 |
| " 7,5 | 2,0 |
| ' 9,5 | 2,5 |
| -10,5 | 3,0 |

6.2.1 10

6.2.2

6.2.2.1

0,1

6.2.2 2

24

5 °C.

6.2.2 3

6.3.

6.3 —

| | | (±) | | | | | |
|---|---|------|-----|-----|-----|-----|------|
| | | 2.0 | 4.0 | 6.0 | 8.0 | 9.5 | 10,5 |
| - | - | | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 |
| - | - | 1.0 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | | |
| - | - | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | | |
| - | - | 20 % | | | | | |

6.2.2 4

55260.3.2—2013

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|------|--|------|--|---|-------|----------|--|--|-------|-----|
| | | | | 20 % | | | | | | | - | - |
| 6.2.2 | 5 | | | | | | | | | | - | - |
| 6.2.2 | 6 | | | | | | | | | | - | - |
| 6.2.3 | | | | | | | | | | | - | - |
| 6.2.3.1 | | | | | | | | | | | - | - |
| 6.2.3.2 | | | | | | | 6.1.3 | 6.2.1.1. | | | - | - |
| 6.2.3 | 3 | | | (| |) | | | | | 20 %. | - |
| 6.2.3.4 | | | | | | | | | | | - | - |
| | | 0,75 | | | | | | | | | - | - |
| 6.2.4 | | | | | | | | | | | - | - |
| 6.2.4.1 | | | | | | | | | | | - | - |
| 6.2.4 | 2 | | | | | | | | | | - | - |
| | | 0,05 | | | | 1 | | | | | - | - |
| 6.2.4.3 | | | | | | | | | | | - | - |
| | | | | | | | | | | | - | - |
| 6.2.4 | 4 | | | | | | | | | | - | - |
| | | | | | | 1 | | | | | - | - |
| 6.3 | | | | | | | | | | | - | - |
| 6.3.1 | | | | (| |) | | | | | - | - |
| 6.3.1.1 | | | | | | | | | | | - | - |
| 6.3.1 | 2 | | | (| |) | | | | | - | - |
| | | | | | | | | | | | - | - |
| 6.3.1.3 | | | | | | | | | | | - | - |
| | | | | | | | | | | | - | - |
| 6.3.2 | | | | | | | | | | | - | - |
| 6.3.2 | 1 | | | | | | | | | | - | - |
| | | | | | | | | | | | - | - |
| 6.3.2.2 | | | | | | | | | | | - | - |
| 6.3.3 | | | | | | | | | | | - | - |
| 6.3.3.1 | | | | | | | | | | | - | - |
| 1,25 | | | | | | 5 | | | | | 8 | / 2 |
| 5 | | | | | | | | | | | - | - |
| 6.3.3.2 | 8 | | | | | | | | | | - | - |
| (| | | | | | | | | | | - | - |
|) | | | | | | | | | | | - | - |

(?)

7.1

7.1.1

(-).

7.1.2

-

-

7.2

7.2.1

-

-

7.2.2

10* —

5

7.2.3

-

-

7.2.4

0,2—0,3

L

(7.1).

(9—10 /),

2,0—2,5

15—25 °C

7.2.5

)

7.2.6

3—4 °C

).

(2).

7.2.7

4—5 °C

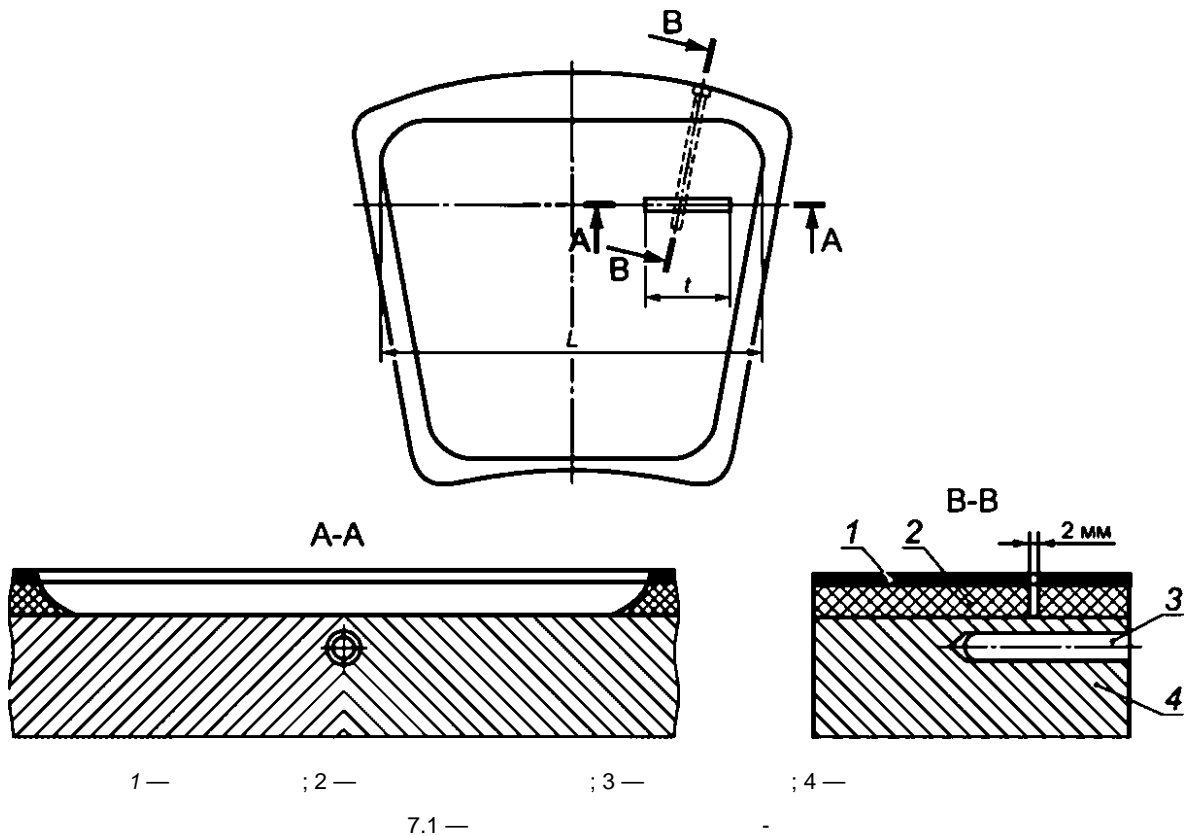
10 °C

7.2.8

),

15—20 °C

55260.3.2—2013



7.2.9

3—4 °C

7.2.10

7.2.11

7.2.12

7.2.13

7.2.14

7.2.13.

7.2.15

7.2.16

7.2.17 () 1) ()
 2)
 7.2.18)
 - : ()
 90);
 - 0,5 -
 7.2.19 - -
 - , -
 - ; -
 • -
 ; -
 - , -
 7.2.20 - () -
) , - -
 - , -
 - -
 7.2.21 () , -
 7.3 () -
 7.3.1 () -
 , ,
 7.3.2 ,
 7.3.2.1 ,
 7.3.2.1.1 , ,
 / , -
 7.3.2 1.2 , ; -
 - ; -
 - ;
 - ;
 - ;
 - ;
 - « » ;
 - ;
 - ;
 7.3.2.1.3 () , -
 ,) ,
 7.3.2.1 4 -
 , , , , ,

55260.3.2—2013

7.3.22

7.3.2.2.1

7.3.2 2.2

7.3.2.2.3

7.3.2.1

7.3.2 3

7.3.2.3.1

7.3.2.3.2

7.3.2.1,7.3.2.2,

7.4

7.4.1

7.5

7.5.1

7.6

7.6.1

15 . ;

6—8

3 . ;

4

2

30 .

2 . ;

2 . ;

2 . ;

10 %
10—15 .

176

4—6 ;
2 ;
10—15 ;
2—3 ;

7.7
7.7.1

{
(
)

7.7.2

16 ;
0,8 ;
(
)

7.8
7.8.1

(
)
(
—*)
)

7.8.1 1

(18]

(
)

4—8 %

(
)

55260.3.2—2013

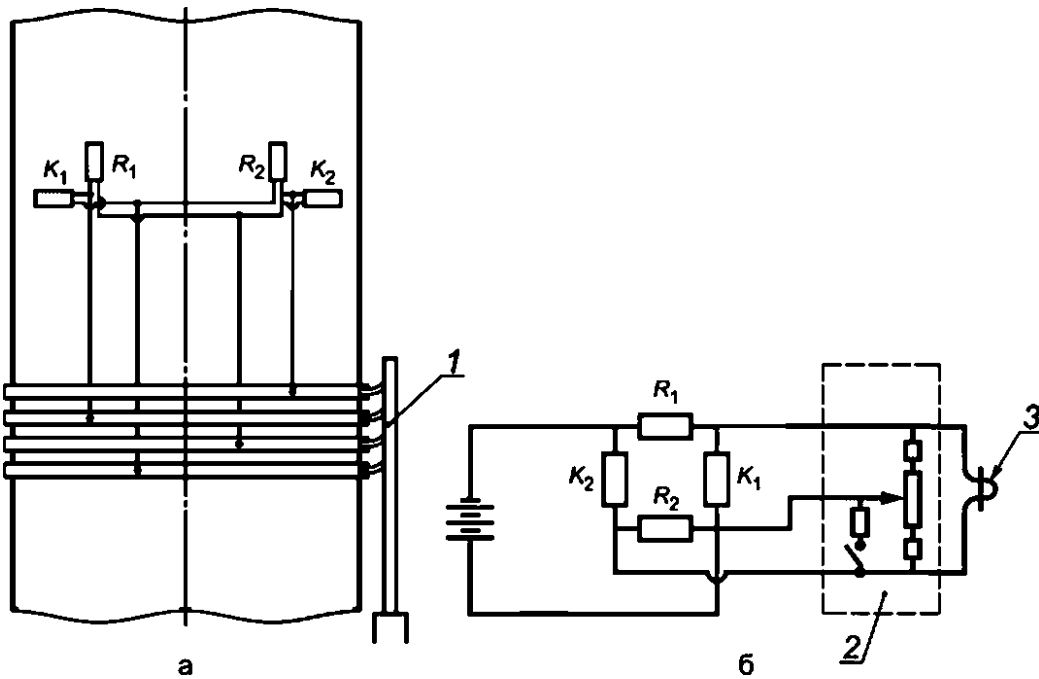
(
3—4%)

7.8.1.2

7.8.1 2.1

7.2

), () — (R^Λ /Q —
(2 2) —

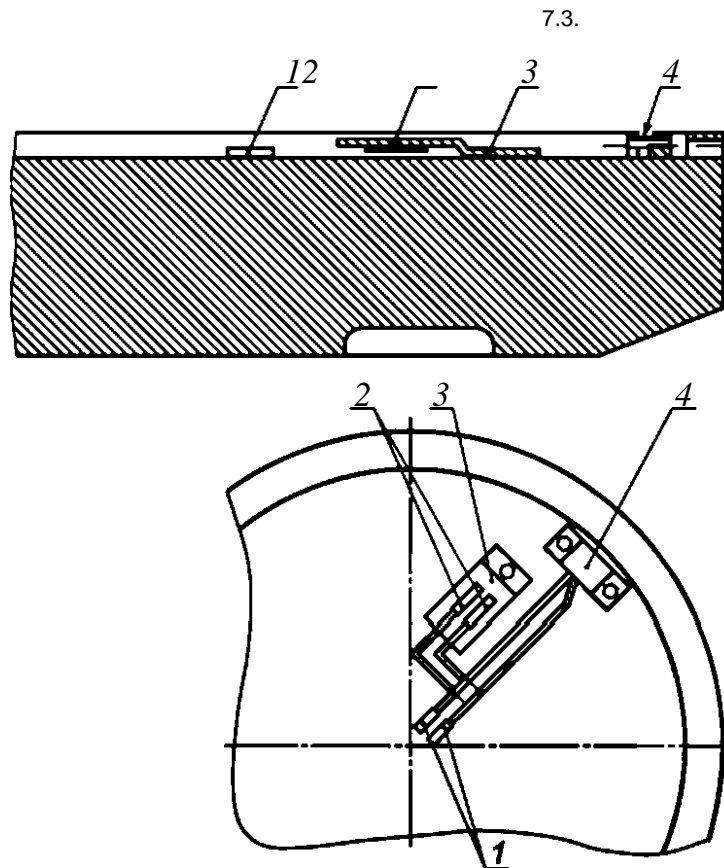


1— ; 2— 2— ; 3— ()
7.2—

), (/ 2), (/ 2), (/ 2), (1), DJ)10. (7.1)

— / 2;
7.8.12.2

), 7.2,



1— ; 2— ; 3— ; 4— ; 7.3—

3—4

55260.3.2—2013

),

8—10 %

7.8.1.2.3

4—5

7.8.1.2.4

()

7.8.1.2.5

()

7.8.2

5—6

(7.4).

() 450

(7.4,);

450

(7.4,).

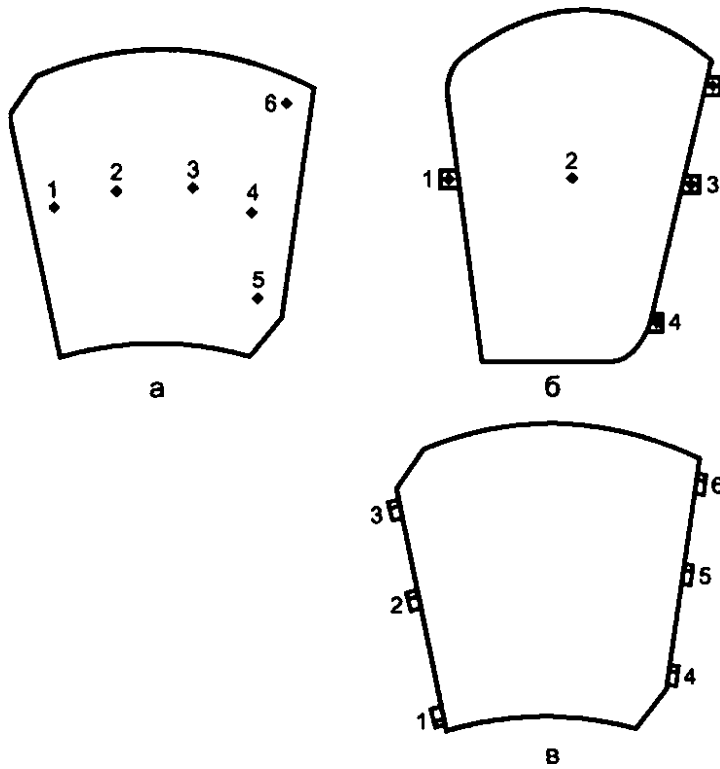
(7.4,).

0,2

— 0,4

0 0,5

(-0,2 +0,3)
 0 0,5 0 -0,3 0.02 (20)



7.4 —

7.4,), (20) (2 3)
 10 105 0 20

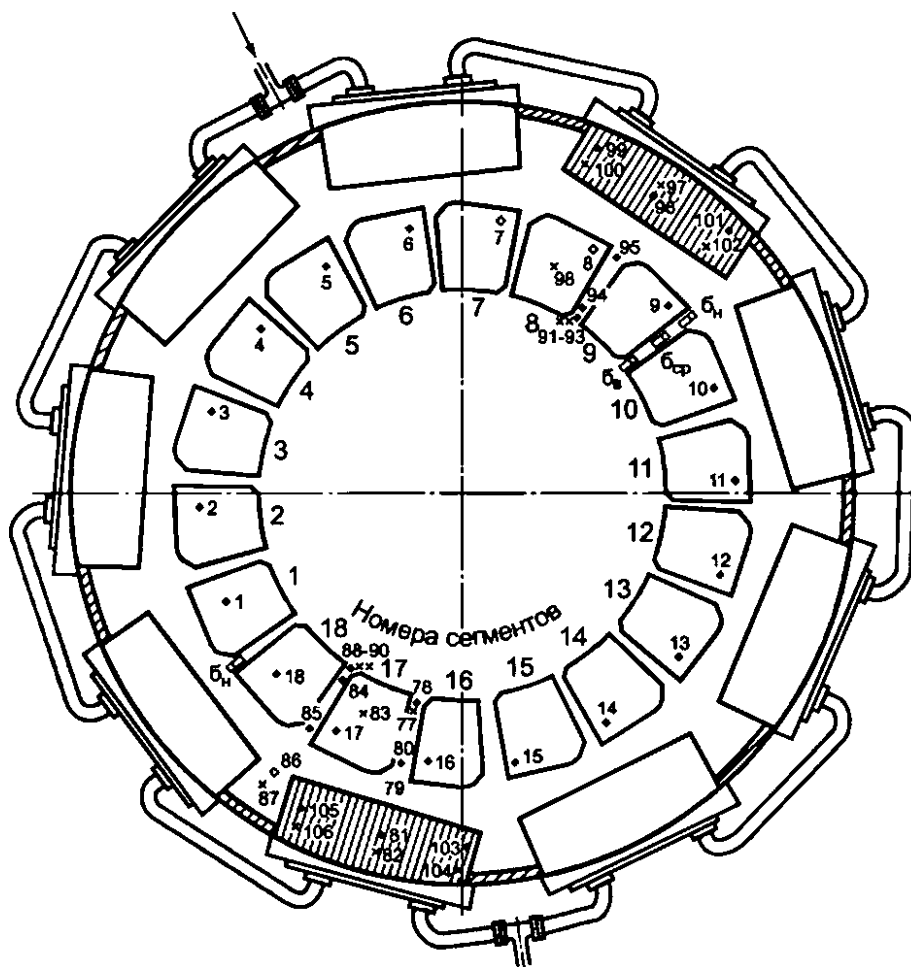
7.3 —

7.8.3

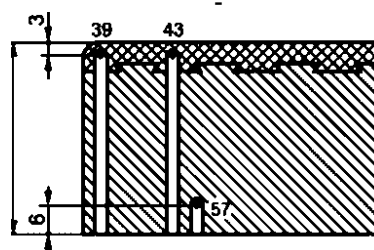
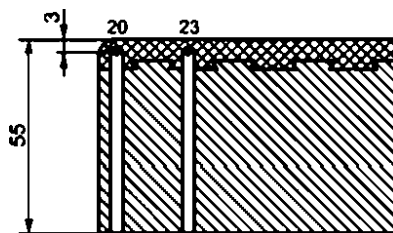
100 °C 6.95 0.5—1,0 7.4. 16—20

55260.3.2—2013

| | | | | | | | |
|---------|-----|----------|-----|---------|-------------|---------|-----|
| | | 2—2,5 | | | | | - |
| | | 3—4 | | | | | - |
| | | | | | | | - |
| | | | | | | | - |
| 4—5 | | | 4—5 | | 8—10 | | - |
| | () | | | | () | 4—5 | - |
| | | | | | | 12—15 | - |
| | | | | | | | - |
| 0,5 | | | | | | | - |
| 0,3—0,4 | | | | (7.6). | | | - |
| | | | | | | | - |
| | | | | | (0.5 + 0,1) | | - |
| | | | | | | | - |
| | | | | | | (7.5). | 2—4 |
| | | | | | | | - |
| | | -0,9, -4 | | | | | - |
| 24 | | | | | | | - |



1



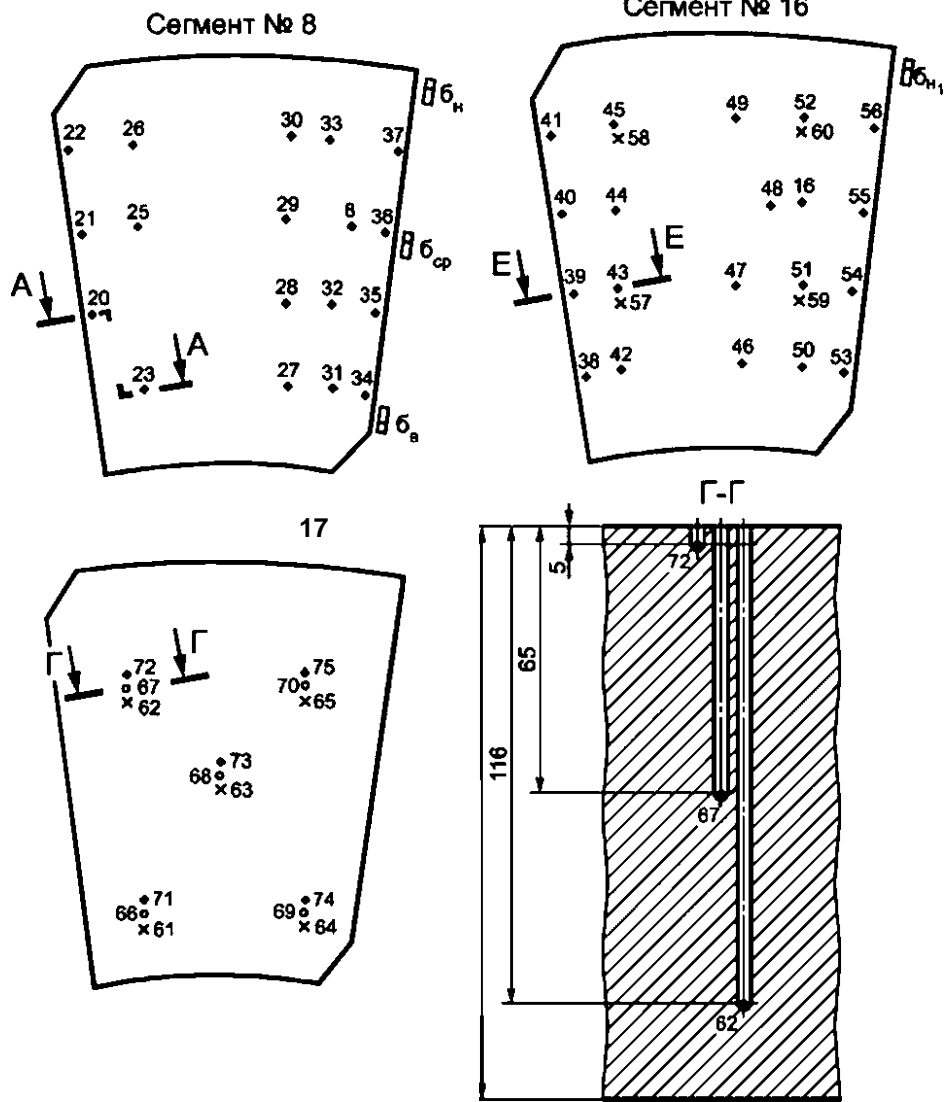
77—98

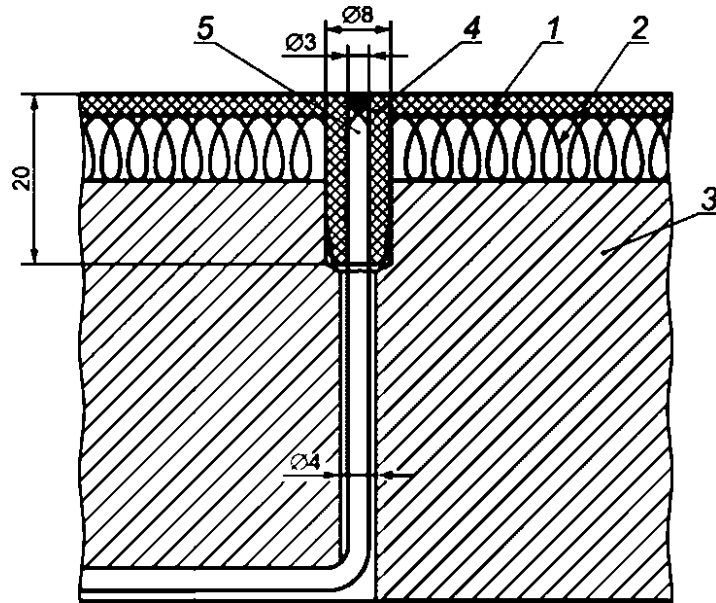
; X —
98—106 —

1' 0 —
7.5 —

6

55260.3.2—2013





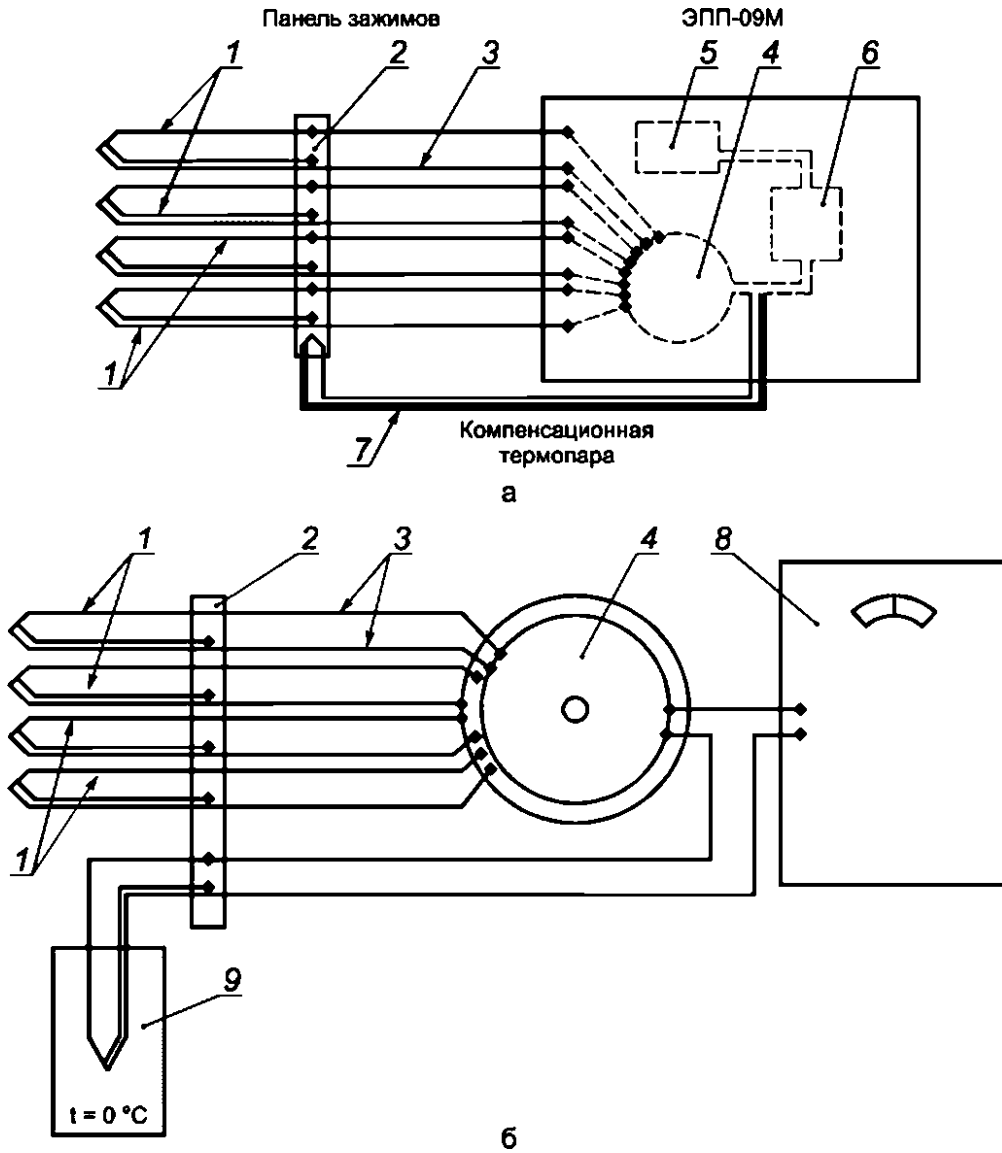
1—
4—

; 2—
; 5—
7.6—

; 3—

;

55260.3.2—2013



1— : 2— ; 3— -09 ;
 5— ; ; 7— ; 8— : 4— , 9— ;
 7.7—

(10)

10

(7.7,)

3—5 ,

(,) ,

(,) ,

0 X (7.7,6).

10 °C

7.8.4

Q—
—
—
1 2—

$$= 4,19 \quad (2^{-1}). \quad (72)$$

50

8—10

50

3—5

$$0 = 0,0014^{0^{\wedge}}, \quad (7.3)$$

d—
h—
—
—

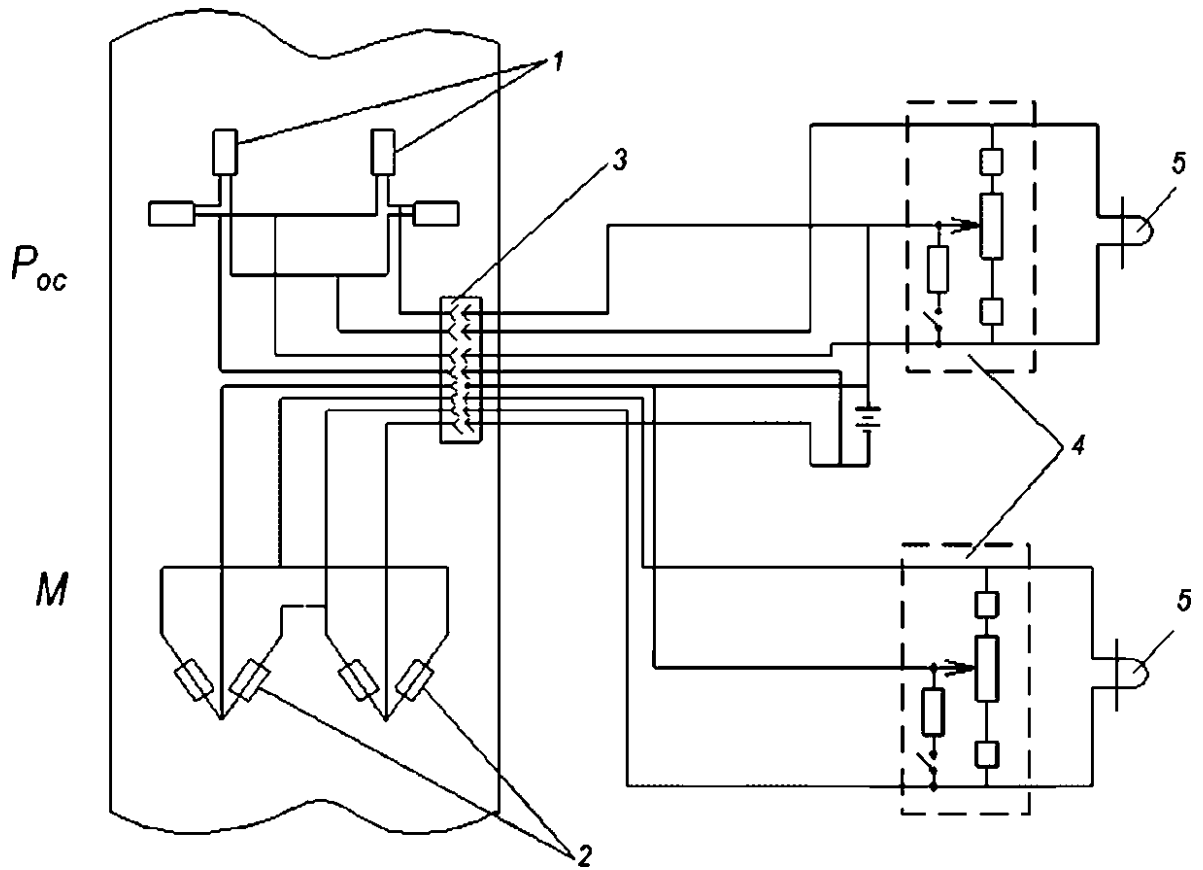
[19].

0,1 X,

5 °C.

$$= \quad (74)$$

X—
—
/ —
8—
F—



1— ; 2— ; 3— ; 4— ; 5— () ;
7.8—

f :

(7.6)

— ;
 G — ;
 I — () ,

— (1), 1 ;
— ;

$$M = Wr_{10} \tag{7.7}$$

— , 3.

$$W_{LJ} = \frac{fL}{16}$$

55260.3.2—2013

7.8.7

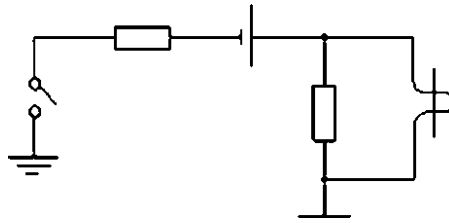
. 8

() ()

7.9.

2°

2x15=30' 30' 30



7.9 —

30'

2'

30

90'

30' —

()

- [1] CO 153-34.20.161—2003 no -
- [2] 34.11.115—97 -
- [3] 34.11.101—96 « » -
- [4] 4() 48 -
- [51] 60609 -
- [61] no / : -
 , 1985
- [7] / : « » . 1977
- [8J] 30 04.74 117. / . 1975 -
- [9] 34.31.601 -
- [] / : , 1984
- [111] . 1988 / : . . . 1. -
- [12] / : , 1984
- [13] . 2. / : : , 1990
- [14] 34.21-501—93 . 1982 -
- [15] : , 1981 -
- [16] European scale of degree of rusting for anticorrosive paints. Corrosion Committee of the Royal Swedish Academy of Engineering Sciences. Stockholm, 1961
- [17] 029—70 -
- [18] 34.20-501—03 -

55260.3.2—2013

- | | | |
|------|--------------|---|
| [19] | 50.213—80 | - |
| [20] | 34.31-501—97 | - |
| [21] | 34.31.601 | |

627.88:006.354

27.140

: , , , -
,

09.11.2015. 15.12.2015. 60 *84 1/8.
. . . 22,78. .- . . 20,73.
« », 115419, , . , 11.
www.jurisizdat.ru y-book@mail.ru
« », 123995 , ., 4
www.90stinf0.njinfo@9ost1nfo.ru