

4.

4.1.

- , — -
- . -
- . -
- , , -
- , , -
- , , -
- () . -
- , -
- , . -
- 16 -
- 50. 100, 160 320 , -
- — , , , -
- , , -
- -16-11 -
- . 50 -
- . -
- 0,4 6 . -
- (

) (,),
0,22 .

(0,4 6 .)

4.2.

() .

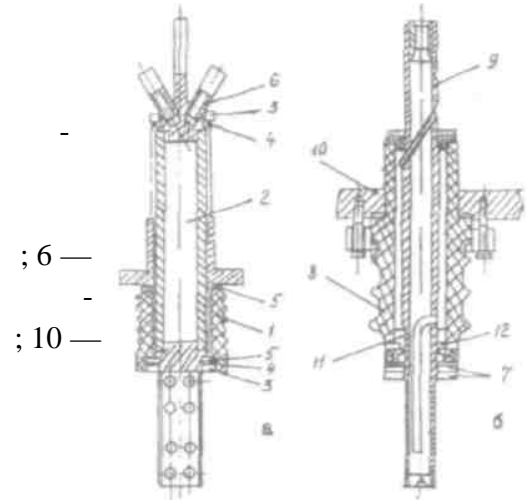
-45).

4.1,)

(-40,

(.

.41 : —
 ; —
 ;1 — ;2 —
 ;3 — ;4 —
 ;5 —
 ;7 —
 ;8 — ;9 —
 ;11 — ;12 —



-40.

0,1 .

0,7 .

30 .
 -70.

(. 4.1.6).

0,5 .

-800-2

1

2,5 ,

1 .

,

,

,

,

.

,

,

,

[13].

:

1.

,

,—

63

.

,

2.

150, 200, 300 500

.

(500)

,

,

,

.

,

.

,

.

,

3.

200, 300 500 ,

800

.

()

—

|

4. -500, -1000, -1200 ()

0,04—0,07

0.02—0.04

»

1 — 1,5 ,

«

,
 25 40 /
 -4, -8, -14 -71,
 (40 /) — -74 -85.
 20—30 / -2, -4,
 -64.

().
 ()

« »:
 ; ; (;
); ; (;
 ; , , ;

4.3.

, , ,
 , — ,

+5° .

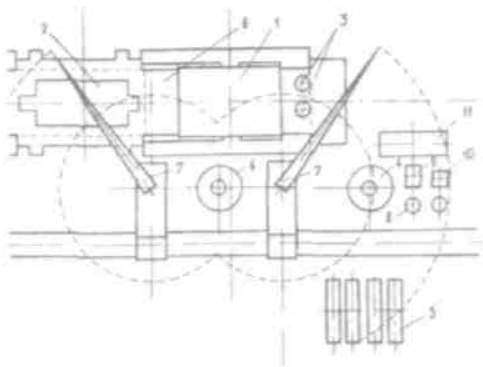
1.

2.

3.

4.

. 4.2.



. 4.2.

—	: 3 —	-100000-11:1 —	; 2
4 —			; 5 —
	; 6 —		; 7 —
	; 8 —		; 9 —
			; 10 —
			; 11 —

, -
 -
 .
 -
 -
 .
 -
 , -
 .
 -
 24 . -
 0,2 30 -
 — 0,2 . -
 . -
 () -
 . -
 (). -
 90°, -
 . -
 90°. -
 , -
 . -
 , -
 ; « » « », -
 , -
 , -
 . -
 « » -
 (.4.3,). -

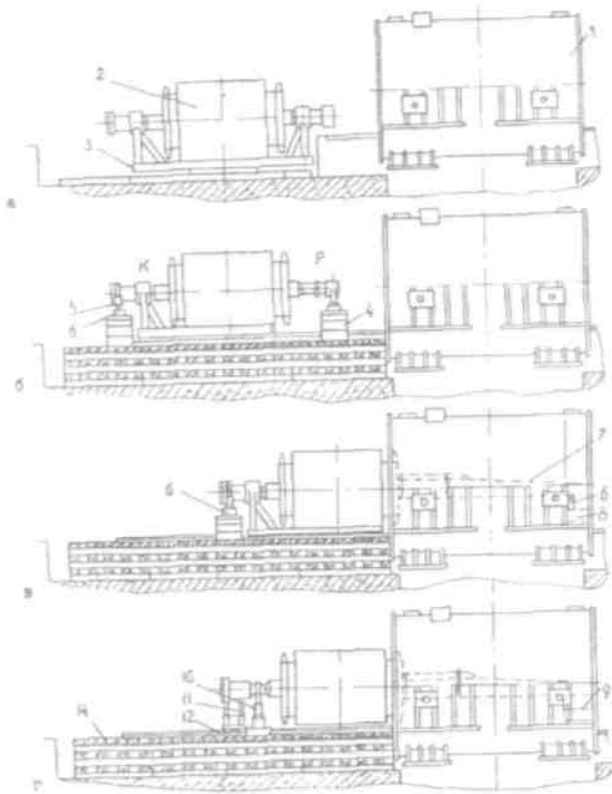
5 (. 4.3,6);
4

6.

50

« »

(. 4.3,6).

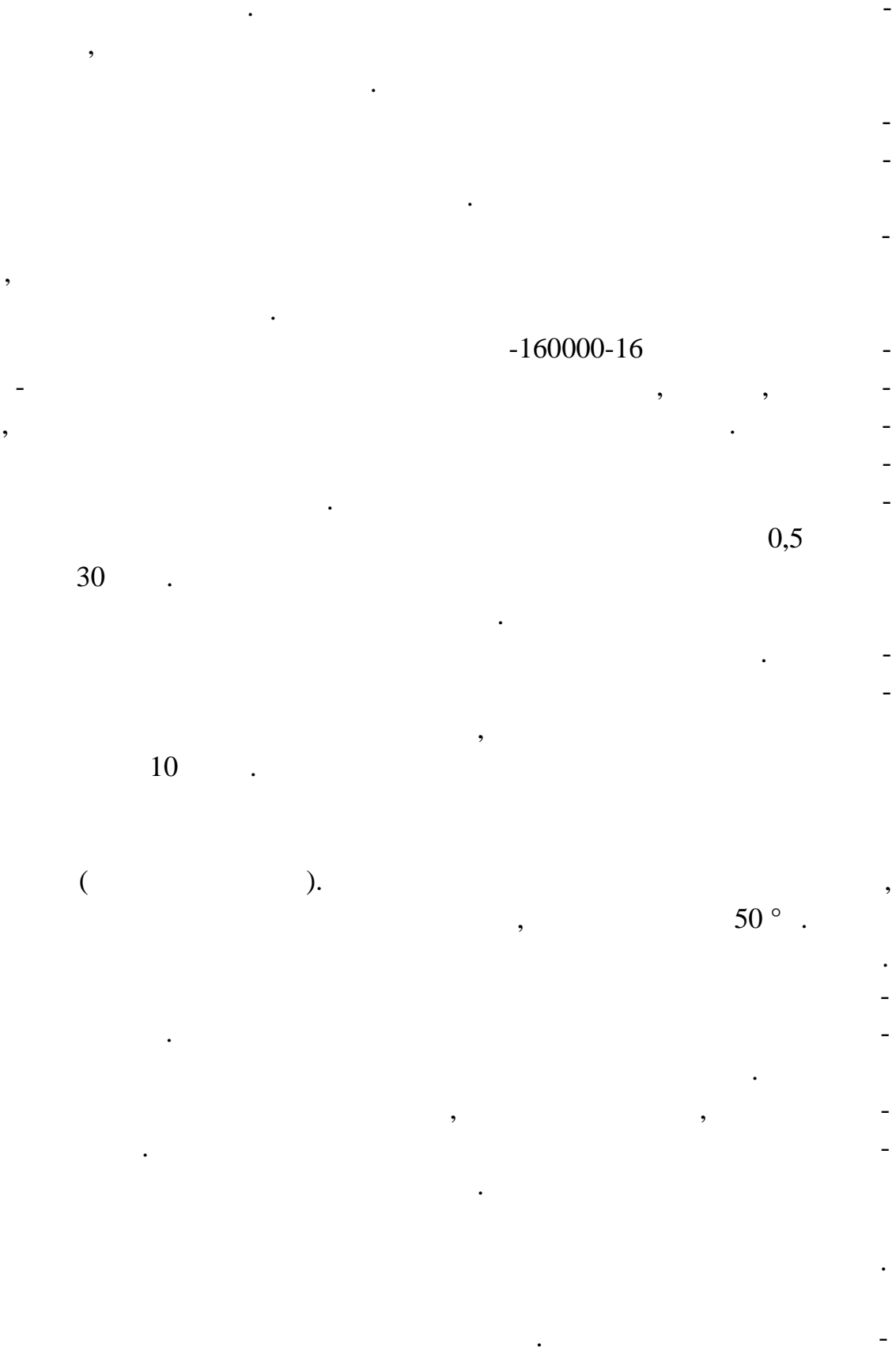


. 4.3.

-160000-11:

, « » -
 . « » -
 (.4.3,).
 , -
 , -
 . -
 8 . -
 , -
 « » 9
 (.4.3.). « » -
 10 , -
 « » , 5 -
 11. ,
 11 9,
 .
 6 , -
 .
 ,
 .
 .
 .
 , , -
 , -
 . -
 . -
 .

(3+0,5)



30

10

()

-160000-16

0,5

50 °

2°
 1 0,4 (0,2 0,8)
 () 0,2 24

$$V = 100 \left(1 - \frac{P(273+t)}{P(273+t)} \right) \quad (4.1)$$

; t_H t —
 , ; — , %
 -160-15
 (3±0,5)

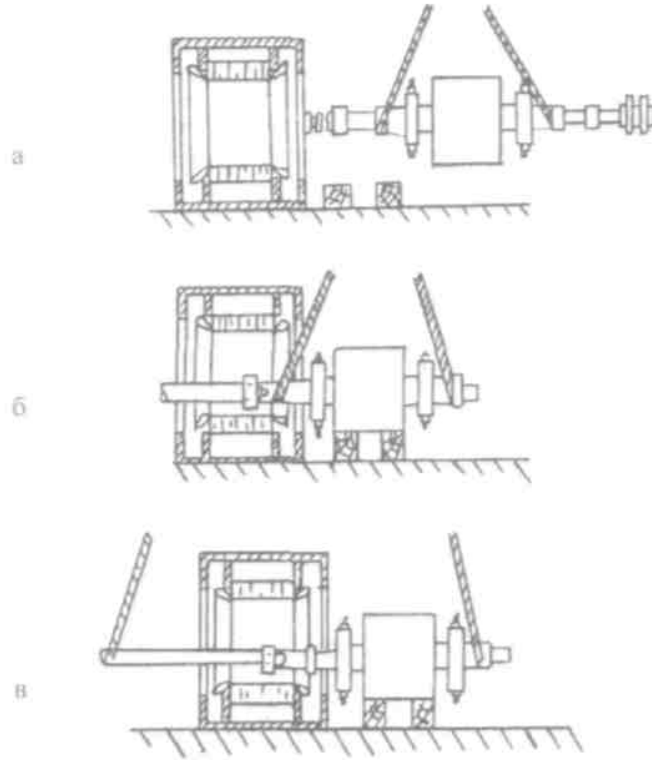
4.4.

4.4);

[14):

(

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



.4.4. : -
 ; — ; —
 ()
 1—2 -
 2—3 -
 .

, — ,
 — .

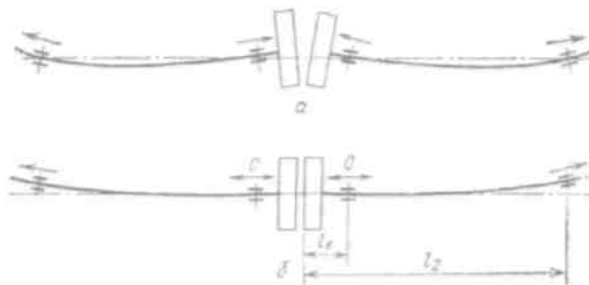
20—30

20—30

8—72

4.5.

4.5, ,

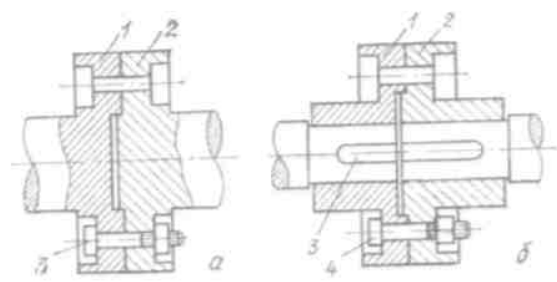


. 4.5.

— ; —

, . . .
 —
 , , .
 (. 4.5.6)
)
 : ,
 , ,
 . . .
 , . . .
 ,
 . . .
 .

1, 2,
 3 (. 4.6,), 1, 2,
 (. 4.6,6).



.4.6. : — ; —

4.

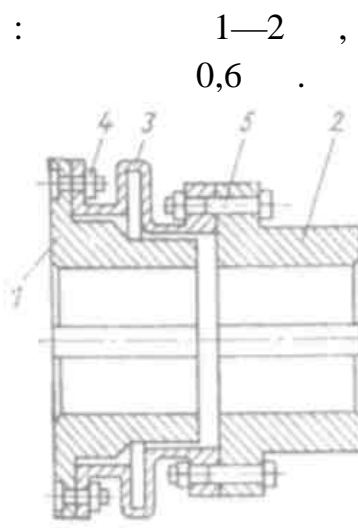
() , —
 ,
 (. 4.7)

;

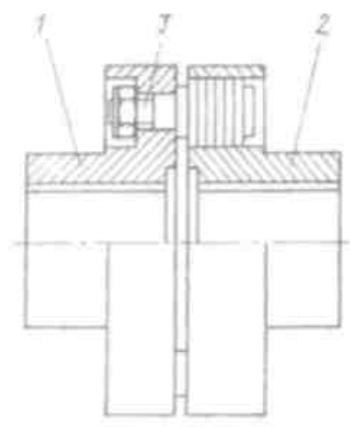
,

,

0,7—2



1.5°.



.47.

: 1,2 — : 3 — - ; 4, 5 —

.48.

(.4.9).

1 2

3

4

-

()

()

[14].

5 6

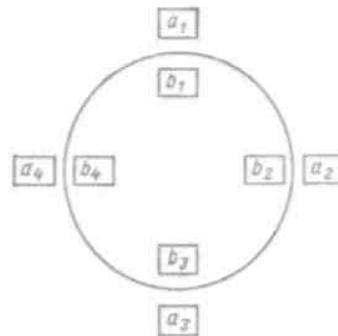
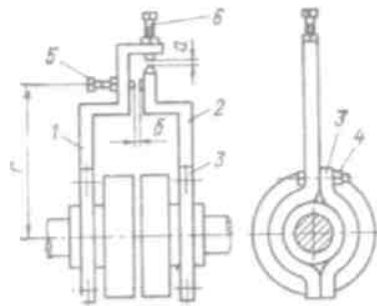
90, 180 270°.

.4.10, ,, 2, 3, 4

„ b₂, b₄ —

0, 90, 180 270°.

b



.4.9.

.4.10.

300

.4.1,

/			
3000	0,03	0,08	0,12
1500	0,04	0,08	0,12
750	0,04	0,1	0,15
500	0,08	0,15	0,2

:

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= \frac{a_1 - a_3}{2} + \frac{b_1 - b_3}{2} \frac{l_1}{r}; \\
 Y_2 &= \frac{a_1 - a_3}{2} + \frac{b_1 - b_3}{2} \frac{l_2}{r}; \\
 X_1 &= \frac{a_2 - a_4}{2} + \frac{b_2 - b_4}{2} \frac{l_1}{r}; \\
 X_2 &= \frac{a_2 - a_4}{2} + \frac{b_2 - b_4}{2} \frac{l_2}{r}
 \end{aligned}
 \tag{4.2}$$

X_1 Y_1 — ; Y_2 — ; l_1 — (. . 4.5); l_2 — (. . 4.5); r — (. . 4.9).
 X_1 Y_1 — ; Y_1 Y_2 — ,
 1 (. . 4.9)
 b_1 (. 4.10) , b_1 — ,
(. . 4.9)

4.6.

(),

:

500—1000

60

.4.2, R_{60} —

1

$$R_{60} = \frac{U}{1000 + P / 100} \quad (4.3)$$

U_{HOM} — , .

1

:

R_{60}

. 4.2;

R_{60}/R_{15} (

10—30 ° ,

),

1,2.

4.2

	R_{60} , ,				
	220	460	650	750	900
10	2.7	5.3	8	9.3	10.8
20	1.85	3.7	5.45	6.3	7.5
30	1.3	2.6	3.8	4.4	5.2
40	0.85	1.75	2.5	2.0	3.5
50	0.6	1.2	1.75	2	2.35
60	0.4	0.8	1.15	1.35	1.6
70	0.3	0.5	0.8	0.9	1

2.

. 4.3.

1

5

10 .

;

	.
$= 3-1000$; $U_{HOM} > 36$	$0.80(2U + 1000)$
> 1000 ; $U_{HOM} < 3300$	$0.80(2U + 1000)$
> 1000 ; $U_{HOM} < 3300$	$2U$
> 1000 ; $U_{HOM} < 6600$	$0,80(2U_{HOM}+3000)$
	1000

3.

 $\pm 2 \%$.

10 %.

$$R = 0,5(1 -)U / I \quad (4.4)$$

(

— : /2 (— ;2
)

4.

130 %

(XX);

()

5.

300

100

1000

6.

10 %

—

;
:

;

(

);

1—2 .

7.

).

, 500 , . -

. 9.2.

1,5—2,5 , -

) , : -

2 , 100 ; -

4 100—300 ;

8 300—1000 ;

16 1000 ;

) , , -

) , -

1. -

l .

5000 10,5

$R \ll 0$ -

4.4.

5000
 10,5
 (9.6). 75 75

0, ° 75 70 60 50 40 30 20 10
 1,0 1,2 1,8 2,6 3,9 4,5 8,5 12

4.4

	5000			U	10.5		
	R ₆₀	U			R ₆₀	U	
	3-3,15	6-6,3	10-10,5		3-3,15	6-6,3	10-10,5
10	35	75	125	50	9	16	27
20	25	50	85	60	6	10	18
30	18	35	60	75	3	6	10
40	12	24	40				

2. -
 -

1 ,
 0,5 10—30 " .
 20000 0 .

2500 , — 1 .

1 .

3. -
 . 4.5. -

1 .

. 4.5

80 %

-

-

-

-

-

-

)

(

, 1,5 U_{HOM},

1

4.5

	:	0,8(2U _{HOM} + 1000),
= 3-1000	U > 36	1100
1000	U _o 3300	0,8(2U _{HOM} +1000)
P 1000	3300 < U	2U _{HOM}
6600		0,8(2U + 3000)
1000	U > 6600	8 U
	-	1100
		2600
		1000
		2000

4.

-

-

,

,

.

:

:

$$R_1 = 0,5(R_{12} + R_{13} - R_{23});$$

$$R_2 = 0,5(R_{12} + R_{23} - R_{13}); \quad (4.5)$$

$$R_3 = 0,5(R_{13} + R_{23} - R_{12});$$

:

$$R_1 = R_2 = R_3 = 0,5R_{12};$$

:

$$R_1 = R_2 = R_3 = 1,5R_{12};$$

. 4.6.

4.6

	,%	-
:		
> 100	1	
< 100	2	
	5	
-	2	
		-
		-
		-
> 12.4	10	
,	10	

5.

-

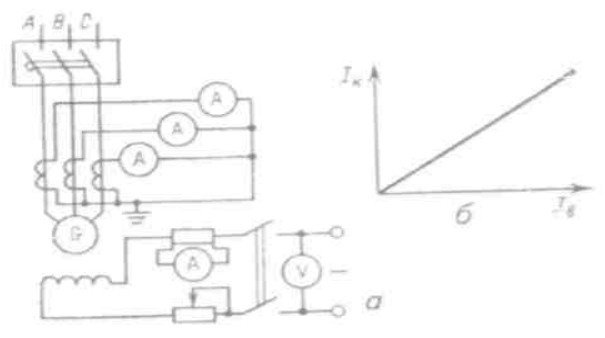
-

6.
1)
2)
10 %

7. ():
1) ();
2) (XX).

— ; I — ; R —
75 .

(. 4.11,),
1 1,,
4.11.6



4.11. ()
()

XX

).

XX

130 % U >

150 % U

5

XX

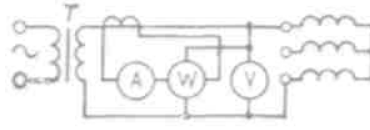
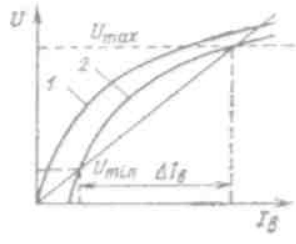
$$= \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{cp}} \quad (4.7)$$

8.

XX

. 4.12 $U_{m j x}$ $U_{m m}$.

XX (1) (2) 1).



.4.12.

XX (1)

4.13.

(2)

9.

XX,

10.

(.

9.3).

()

.4.7.

()

	()			
		40	30	20
:	5000-3000	65	-	-
	5000-3000	90	-	-
	12000	65	75	85
	>12000	65	75	751
	12000	90	100	10
	>12000	90	100	100
	12000	65	75	85
	>12000	65	75	75

11. () -
50).

(.4.13.).

$$I = \frac{S U}{2 * 0.15 U^2}$$

$$P = U' \cos$$

S — , MBA; U —

, ; cos — (0,2—0,4); U — , .

, ,

$$Z_{AB} = \frac{U_{AB}}{2I_{AB}}; \quad Z_{BC} = \frac{U_{BC}}{2I_{BC}}; \quad Z_{AC} = \frac{U_{AC}}{2I_{AC}};$$

$$R_{AB} = \frac{P_{AB}}{2I_{AB}^2}; \quad R_{BC} = \frac{P_{BC}}{2I_{BC}^2}; \quad R_{AC} = \frac{P_{AC}}{2I_{AC}^2}; \quad (4.9)$$

$$X_{AB} = \sqrt{Z_{AB}^2 - R_{AB}^2}; \quad X_{BC} = \sqrt{Z_{BC}^2 - R_{BC}^2}; \quad X_{AC} = \sqrt{Z_{AC}^2 - R_{AC}^2};$$

:

$$Z_{CP} = \frac{Z_{AB} + Z_{BC} + Z_{AC}}{3}$$

$$X_{CP} = \frac{X_{AB} + X_{BC} + X_{AC}}{3}$$

$$R_{CP} = \frac{R_{AB} + R_{BC} + R_{AC}}{3}$$

$$R_d'' = R_{CP} - \Delta R$$

$$R_q'' = R_{CP} - \Delta R \quad (4.10)$$

$$\Delta R = 0,667 \sqrt{R_{AB}(R_{AB} - R_{BC}) + R_{BC}(R_{BC} - R_{AC}) + R_{AC}(R_{AC} - R_{AB})} \quad (4.11)$$

$$R_{pd}'' \quad R_{p4}''$$

$$R_{PCP} = R_{CP} - R_{CT}$$

$$R_{pd}'' = R_d'' - R_{CT} \quad (4.12)$$

$$R_{pq}'' = R_q'' - R_{CT}$$

:

$$R_{CT} = \frac{P_k}{3I_{HOM}^2} \quad (4.13)$$

$$R_p = \sqrt{2}R_{pcp} \quad (4.14)$$

$$R_2 = R_{CT} - \sqrt{2}R_{pcp}$$

$$X_d'' = X_{CP} \pm \Delta X \quad (4.15)$$

$$X_q'' = X_{CP} \pm \Delta X$$

$$\Delta X = 0.667 \sqrt{X_{AB}(X_{AB} - X_{BC}) + X_{BC}(X_{BC} - X_{AC}) + X_{AC}(X_{AC} - X_{AB})} \quad (4.16)$$

(4.8)

$X_d'' > X_q''$.

$X_d'' < X_q''$,

$$X_2 = \frac{X_d'' + X_q''}{2} \quad (4.17)$$

$X_{,,}$

XX (. 4.14).

$$X_2 = \sqrt{X_d'' + X_q''} \quad (4.18)$$

XX (2).

XX (3)

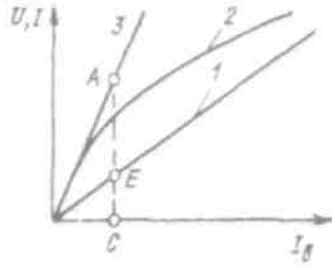
(1)

X_d

$X_d =$

/

. 4.14



. 4.14.

12.

)

:

, / 3000 1500 1000—500
 , 50 70 100

20815—75

()

50

10 /

/.

1

2.

:

1

1 (

);

3. 1 ();
 1 (-
).
 . 48.
 1 .
 4.8

	'	'	'
	1-1000	<100	$0,8(1000 + 2U)$
	1-1000	>100	$0,8(1000+2U)$, 1500
	1000	<3300	$0,8(1000 + 2U)$,
	1000	3300-6600	$2U$,
	100	>6600	$0.8(3000 + 2U)$,
-			$7.5U_{HO}$ (1100)
-			$1.5 U_p$ (1000)
-			$1.5 U_p$ (1000)
-			2000

: U_p -

4.

1 ,

300

;

-

2 %:

1 .

10 %.

5.

100

() .

90° ,

10 %.

6.

. 9.5 9.6.

7.

XX

7217-79

XX

XX

XX 0

1 .

XX,

$$P_{0M} = \frac{1.5I_0^2 r_{10}}{1000} \quad (4.19)$$

I_0 —

, ; r_{10} —

8.

;

, :

, / 3000 1500 1000 750

, 50 100 130 160

9.

2—4 .

10.

0,2—0,25

5—10 .

11.

, . , .
() ()
()

12.

, %.

$$S = \frac{100N}{fT} \quad (4.20)$$

N — ; —
: f — .

(4.20). N.

5 %.

$$\cos = P_1 / (\sqrt{3}U_{HOM}I) \quad (4.21)$$

1 — , ; U_{HOM} —
. ; I — , .

80 %,

$$= 100(1 - \sum P/P_1) \quad (4.22)$$

$$2 = 1 - = 1 - (1 + + + 2 +), \quad (4.23)$$

c, — , XX;
1 — , :

$$P_{M1} = 1.5I_1^2 r * 10^{-3} \quad (4.24)$$

I — ; r —

, ; M2 —
. :

$$P_{M2} = \frac{(P_1 - P - P_{M1})}{100} S \quad (4.25)$$

$$= 0,005 (I/I_0)^2. \quad (4.26)$$

4.7.

R_{60}

R_{60}/R_{15}

80 ° , 100 °
90 " 4—5 ° / .

3—4 .

3—5 ,

1000 , 0,3
1,0

$R_{,,,}$; $R_{60/R,5}; i_{,,} = f(U_{,cn})$ —

R_{H3}

$R_{,,3}$

() ,

(12)

()

() .

0,5—0,7

$$= \frac{45U}{SB} 10^4 \quad (4.27)$$

U — , ; U = 380, 220 ; S — , ; —

(= (0,7 — 0,9) , = (0,4—0,6)), ;

$$S = l_{CT} h_{CT} \quad (4.28)$$

l = (l — n b) — , ; —

, = 0,95; l-

, ; — , ; n — ; h_y — ,

:

$$h_{CT} = \frac{D - D}{2} - h \quad (4.29)$$

D —

, ; D —

, ; h () , .

I

$$I = \frac{\pi D_{CP} F_0}{\omega} \quad (4.30)$$

D — , ; F₀ —
 (,),
 / , [13].

$$P = \frac{IU}{1000} \quad (4.31)$$

10—30 ° , 0,5 . 300
 75 " , 20 20 ° . 2

$$U_C = I_C R; P_C = I_C^2 R, \quad (4.32)$$

R — .
 5 " / . 50 "
 , 20—30 .

90 " , — 85 ° -
 — (60—70) ° [1].
 R^, R_{,5}
 2500
 (6) 1 , -
 — 2—3 . -
 R R_{60}/R_{15} -
 3—5 . -
 .. , 50 ° () , 10 ,
 — 20 .
 (90—95) ° 120 ° -
 80 " . -
 / . -
 , , , -

(. 4.15,)

[13].

$$= 0,7QC(t_2-t_1) \quad (4.33)$$

$Q =$
 $3/$

0,273

/(.°); t, —

, ° ; t₂ —

, ° (90 °).

500—1000 — (1,5—3) %

3,5 %, .

250—500 .
20—40

— 20—30 .

2.

(. 4.15,6).

$$= kF (t_{K P} - t_0) 10^{-3} \quad (4.34)$$

— , / (^{2*}),

; F_n —

, ²; t t₀ —

(100 °) .

$$=UA/L, \quad U \text{ — } -$$

$$, \quad ; L \text{ — } , \quad ; \text{ — } -$$

[13]

$$, \quad / ^2, = P/S_0, \quad S_0 \text{ — } , -$$

$$, \quad ^2.$$

∴

$$I = P/(U \cos \varphi) \quad (4.35)$$

$$\cos \varphi = 0,5 \text{—} 0,7.$$

3.

$$(\quad) \quad (\quad . 4.15,).$$

$$(0,5-0,7) I$$

$$U_c = I_c R \quad (4.36)$$

$$I \text{ — } , A; R \text{ — } , \quad .$$

$$(\quad . 4 \ 15,).$$

$$(0,5 \text{—} 0,7) I .$$

50 ,

$$(1 \text{—} 165) .$$

100° .

(0.08-0.12)U_H,

0,51

0,71I - (0,1—0.17)U_H.

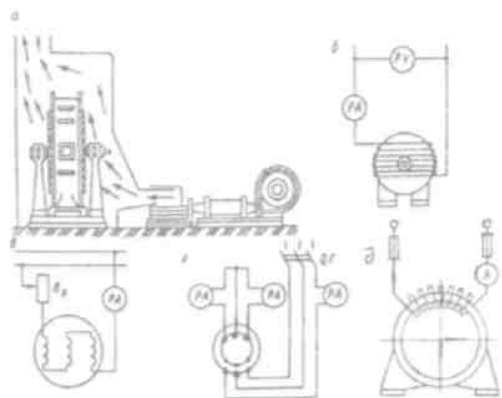
380

(30—65)

380

380

380



. 4.15.

: —

; 6 —

(0,5—0,6)1,,
4.

380 .

(.4.15,).

;

5.

« ».

(50—60 %

)

(30—40 %)

-305

-502.

· , · , · , ·
· , · , · , ·
· , · , · , ·