

$$\begin{array}{r}
 \hline
 ( \quad \quad \quad ) \\
 \hline
 - \quad \quad \quad . \quad . \quad . \\
 \hline
 ( \quad \quad \quad ) \\
 \hline
 ( \quad \quad \quad ) \\
 \hline
 \end{array}$$

---

"1680"  


---



---

$$\begin{array}{r}
 : \quad \quad \quad \underline{8.1330} \\
 \hline
 \quad \quad \quad . \quad . \\
 ( \quad ) \quad \quad \quad ( \quad ) \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \underline{133} \\
 ( \quad \quad ) \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \hline
 ( \quad \quad ) \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 - \\
 \underline{133.00.12} \\
 ( \quad \quad ) \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \quad \quad \quad . \quad . \\
 \hline
 ( \quad \quad ) \quad ( \quad ) \\
 \hline
 \cdot \quad \quad \quad . \quad . \\
 \hline
 ( \quad \quad ) \quad ( \quad ) \\
 \hline
 \end{array}$$

( )

---

-

---

( ( ) )

133

---

( )

---

( )

- 133.00.12

---

( )

“ ” 20

- 
- ( , , )
1. : "1680"

---

  - 974- .

---

  2. 10 2021 .
  3. -

---

  4. ) : 1. - ( ,

---

  - ; 2. ; 3. -

---

  - ; 4. .

---

  5. ( ' ) :
    1. 1680. - 1 1; 2. - 1 1; 3.

---

    - 1680 - 1 1; 4. - 1 1 5.

---

    - 1 1; 6.

---

    - 1 1; 7. (

---

    - ) - 1 1.

6.

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

/			
1		01.05.2021 – 27.05.2021	
2	.	01.09.2021 – 15.09.2021	
3		16.09.2021 – 16.10.2021	
4		17.10.2021 – 17.11.2021	
5		18.11.2021 – 30.11.2021	
6		01.12.2021 – 03.12.2021	
7		14.12.2020	
8			
9			

\_\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_\_ ( )

\_\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_\_ ( )

"1680"

133 –

, 2021.

APM FEM.

## ABSTRACT

Karmazin M.O. Analysis and Improvement of Drive Units Design of the the Continuous Large-Scale Working Stand 1680" in Order to Increase Their Reliability.

Qualification final work for obtaining a higher education degree of a master's degree in specialty 133 - Industrial engineering, scientific adviser Yo.K. Oginsky. Zaporozhye National University, Engineering Educational and Scientific Institute them. Yu.M. Potebni, Department of Metallurgical Equipment, 2021.

The analysis of the existing structures for balancing the spindle devices of the working stands of rolling mills is carried out, the advantages and disadvantages of the existing technical solutions are analyzed. A variant of modernization of the spring

balancing system is proposed. The design calculation of the Belleville springs package has been completed. The load of the spring balancing system of the spindle device is investigated by the finite element method using the APM FEM software module.

Key words: DRIVE, LEVEL SYSTEM, SPRING SPRING, SPINDLE DEVICE

"1680"

133 -

, 2021.

APM FEM.

		8
		9
1	-	
		11
1.1		11
1.2		17
1.3		
		21
1.4		
		26
2		29
2.1		29
2.2		
		36
2.3		
		37
2.4		
		40
2.5	-	
		42
3	-	44
3.1		
		44
3.2		
		48

3.3

APM FEM

	51
4	62
4.1	62
4.1.1	62
4.1.2	63
4.2	66
4.3	66
4.3.1	67
4.3.2	67
4.4	75
4.5	.
4.5.1	.
4.5.2	!
4.5.3	!
	80
	81
	85
	86





, , .  
 , ,  
 .  
 ,

[1].

, ,  
 , ,  
 .  
 , .  
 , ,

[2].

, .  
 , .  
 , ,  
 ,

[3].

, .  
 .

:

—

;

—

;

—

;

;

—

APM FEM

—

1680.

,

—

.

.

:

-

«

» ( , , 2021).

.

.

,

,

,

,

.

91

,

75

,16

, 13

, 36

4

, 3

.

,

-

. . . ,

.

1

-

### 1.1

( )

( .1.1)

:

- ;

- ;

- ;

- .

2 /

, 1200-1800° .

,

1-2 /

( )

-2-5 / .

(110-130 / <sup>2</sup>),

:

,

« » ( 5, 6, 7, 8, 9,10),

(25 1700 )

(28×1550 ),

( )

- « »,

: 0,99 /

11,25 / - 10.

50 , 9 ,

610 1320 .

,

.

,

,

.

.

.

,

-1,

-

,

-

,

.

:

—

;

—

;

—

;

—

.

,

,

,

.

.

.

.

.

.

(Q 40 ).

15-20

1680

1.1.

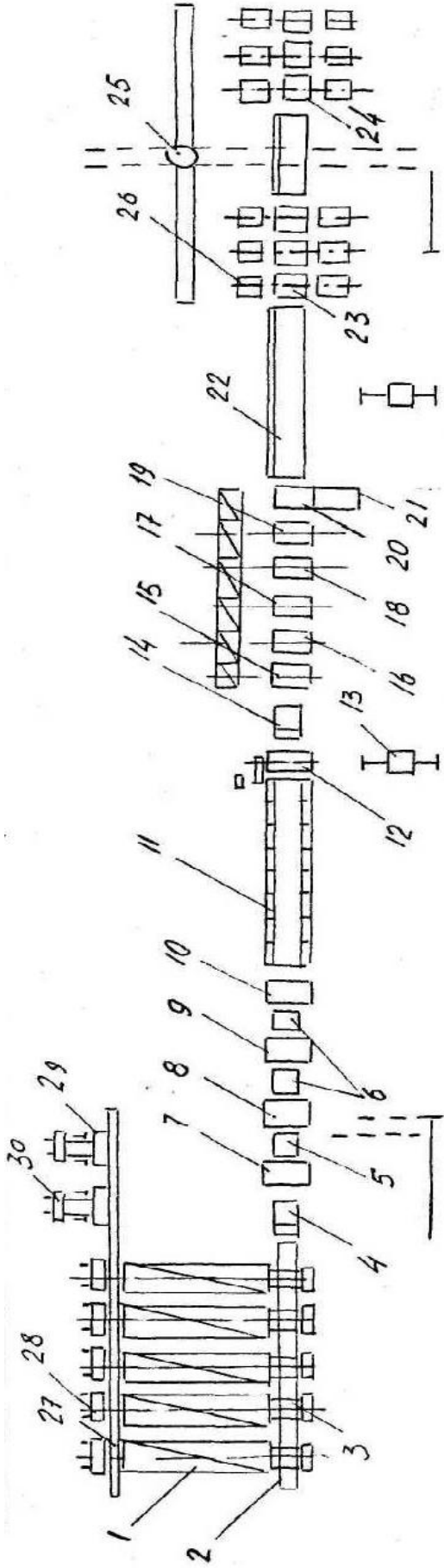
1.1 –

	, %	
	1250	1250
1	25	20
2	37	35
3	40	37
4	40	37

1.2 –

	,	
	1250	1250 1500
5,6	50	45
7,8	40	35
9	25	25
10	15	15

– 2-5 / .



- 1 - , 2 - , 3 - , 4 - , 5-6
- 2 - 1, 2, 3, 4, 7-10 - , 11 - , 12 -
- 3 - , 13 - , 14 - , 15-20 - , 21 -
- 4 - , 13 - , 22 - , 23-24 - , 25 - , 26 - , 27 -
- 5 - , 28 - , 29 - , 30 -

1680

1.1 -

,

-0,4-2 / .

6 ,

,

.

,

;

,

;

.

,

.

.

.

,

.

,

1,8 6,0 ;

600 1510 ;

- 7500 ;

- 600<sup>0</sup> .

,

.

, ,

4,5 9,0 / .;

-2 .

1:

90<sup>0</sup> - 7,5 ;

-25 ; -550 ;

4,5 9,0 / . ,

,

.



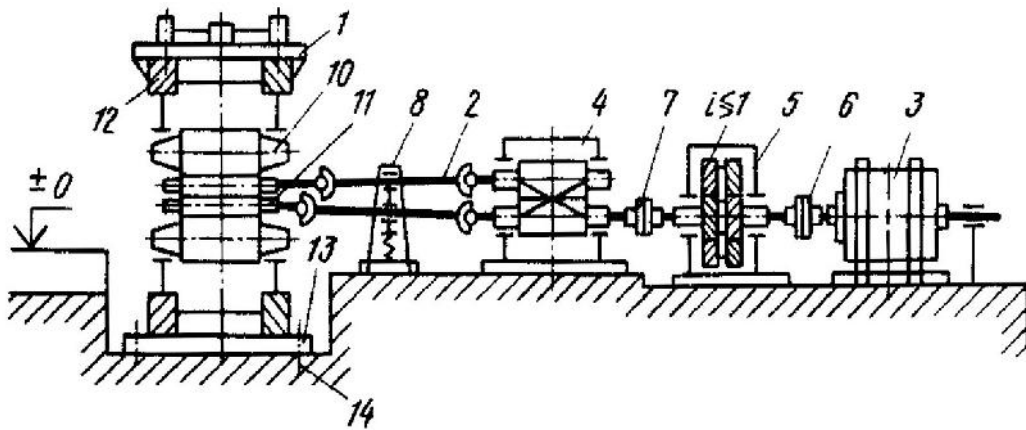
1.2

[4].

1680 ( 1.2)

3, 5, 4, 6,7,

2,



- 1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - ;
- 5 - ; 6,7 - ; 8 - ; 10 - ; 11 -
- ; 12 - ; 13 - ; 14 -

1.2 -

1680

3

:

-16 600

=2,576

$n=175/400^{-1}$ .

5

3

11.

-

30

1680

1.3

1.3 –

1680

	, U	,		-1	/ .	/ ,	,					
								.	,	-1	.	.
5	7,23	7000	Z - 1600 FF 12	270- 500	37,4 69	1,16- 2,20	58,77- 6,19	2	46	625	.	.
6	4,67	--	--	--	57,8 107	1,89 3,42	5,84	2	46	625	.	.
7	2,75	--	--	--	98,2 182	3,30 5,78	5,84	2	46	625	.	.
8	2	--	--	--	135 250	4,16 7,93	5,84	2	46	625	.	.
9	1,56	--	--	--	173 320	5,35 10,14	5,84	2	46	625	.	.
10	1,41	--	--	--	191 354	5,9 11,25	5,84	2	46	625	.	.

4

.

,

,

.

:

,

- 1400

, -1.

- 50

,

- 620

,

- 1520

,

- 20

- 28

- 25°24'52"

2

4

11

.

,

10-12

.

8

2.

,

- 800

,

- 560

-

,

- 580

,

- 320

,

- 2200

,

- ±20

- 3°

-

11

1,

10

12,

13,

14.

«1680»

1.4.

1.4 –

1680

5-10		9	1240	1170	1680	4320	650	–	22,7
5-10			600	580	1680	3730	396	360	5,62

12

– 60-120 .

0,25-0,35%



· , ,  
 ·  
 ·  
 , ,  
 , ,  
 , ,

[6].

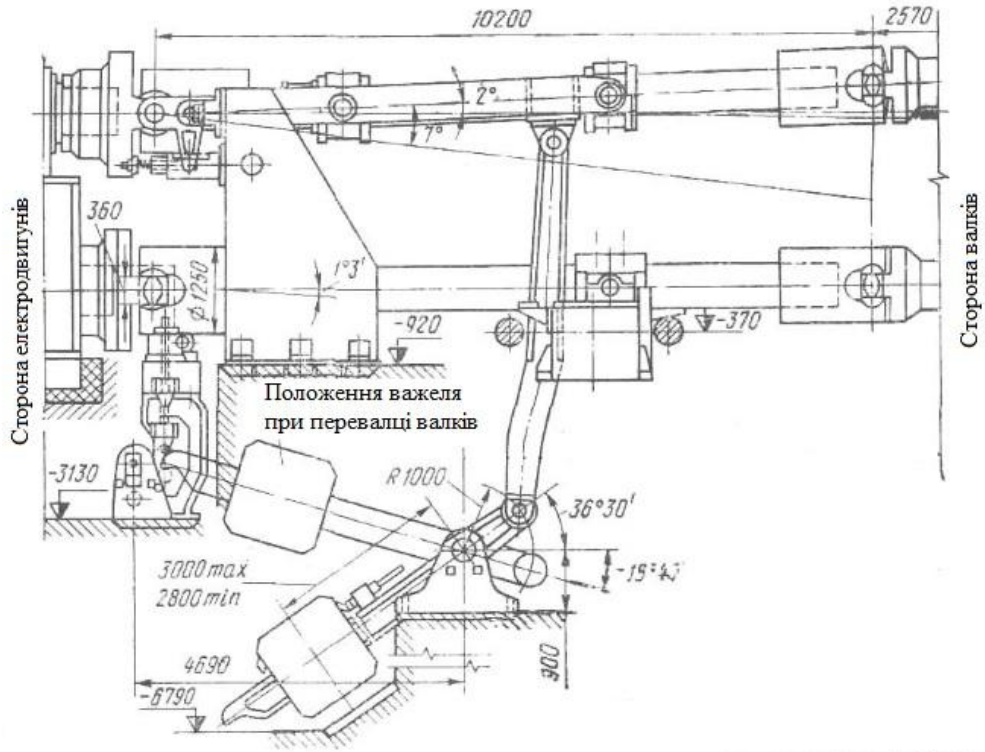
[7]

·  
 ( 30-50% - )  
 · ±5%  
 · , , -  
 , , ,  
 ( , , , ).

[8]

1.3

1150.



1.3 –

1150

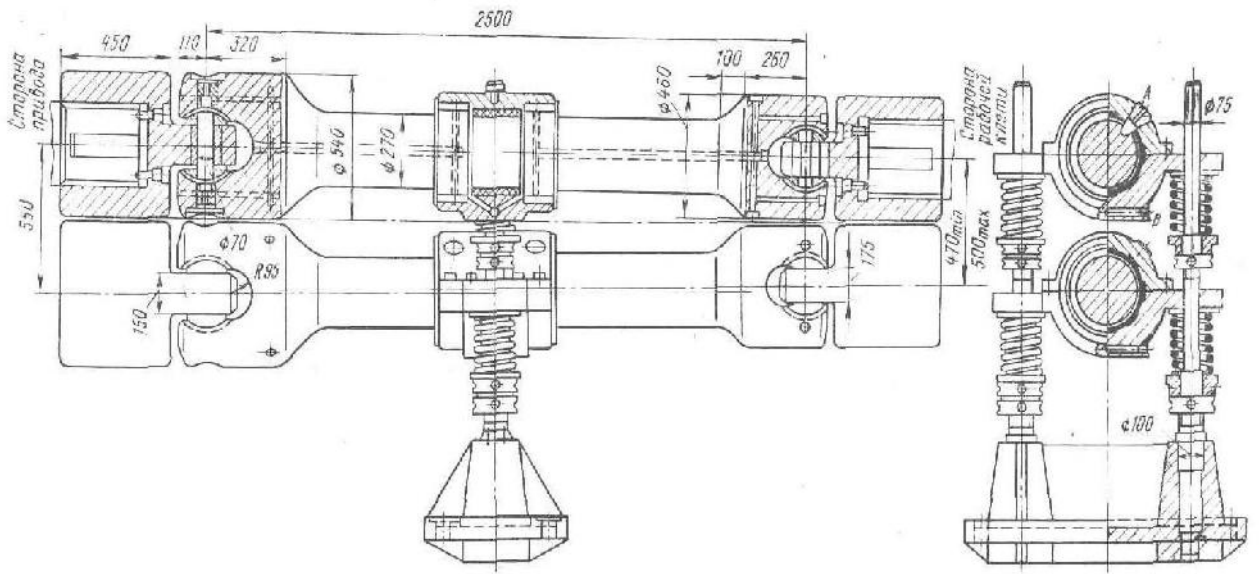
( ) ,

:

( )

1.4

2500

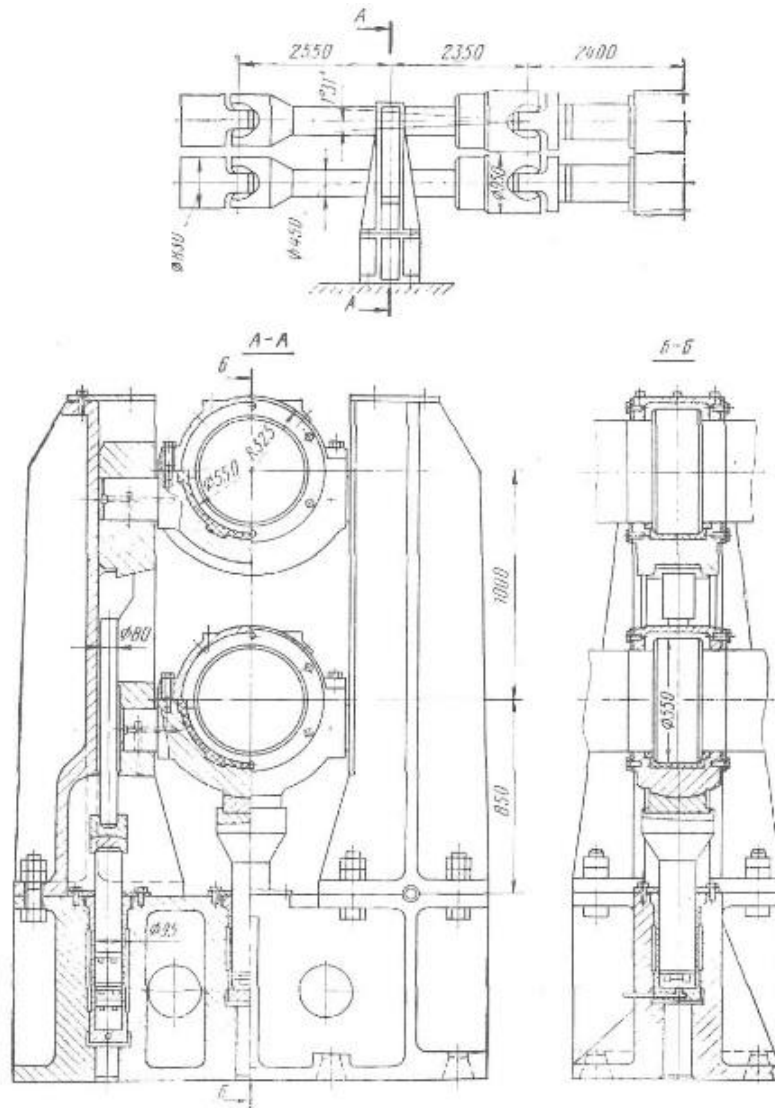


1.4 –

1.5

2800





1.5 -

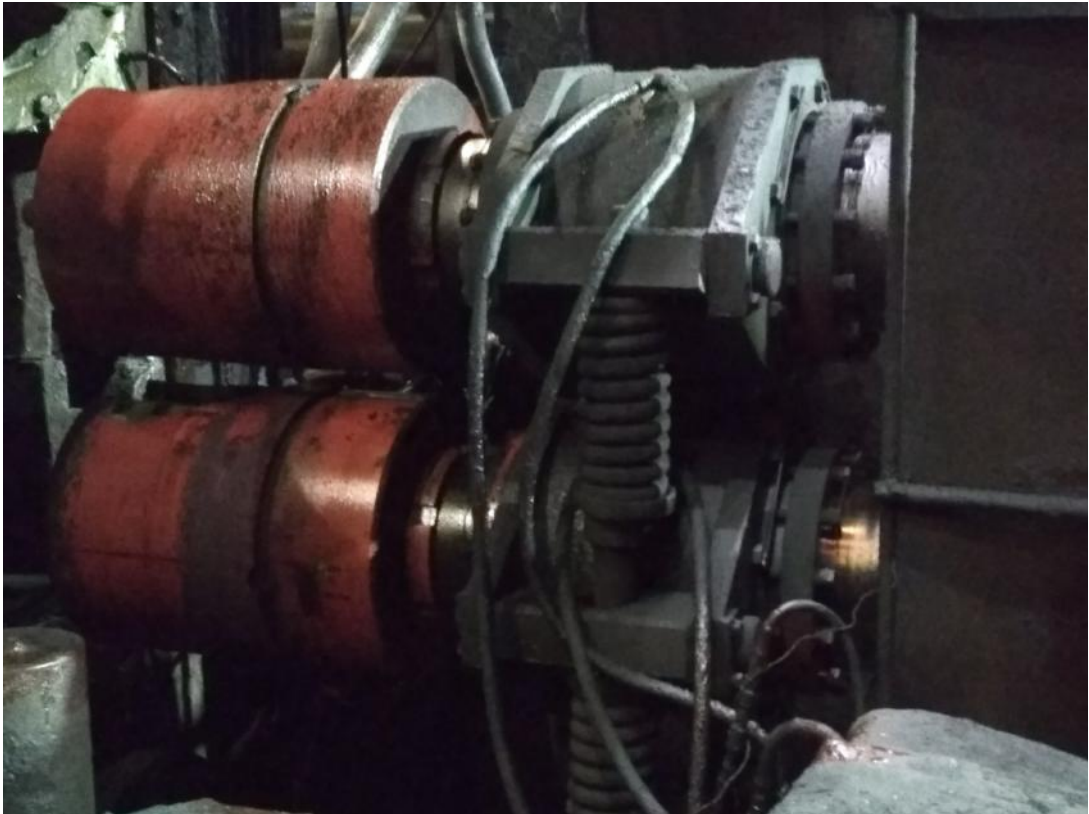
2800

. .) [8].

1.4

1680

( .1.6).



1.6-

1680

( .1.7)



1.7 –

( .1.8)

,

( ) .

28 300 .  $s=1,5...20$  ,  
 $f_3=0,8-9$  ,  $=5 \cdot 10^3-5 \cdot 10^5$  . .

( , .1.8, , ),

( , .1.8, ).

: ;

(

3,0 ) .

$(f_3/s \leq 0,6)$

$(0,6 < f_3/s \leq 1,5)$  ,

–

– ;

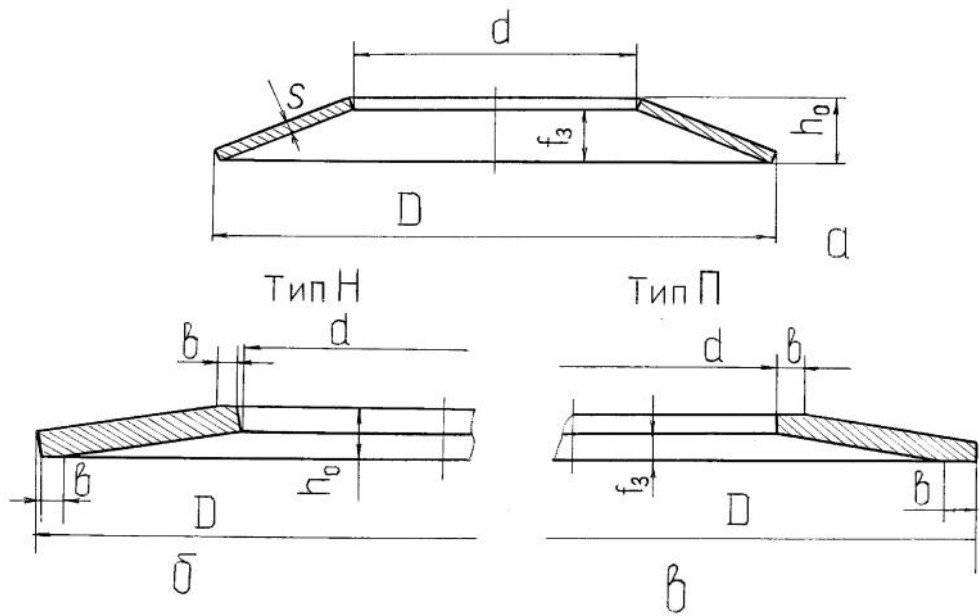
– ;

– .

70 3

60 2 .

) ( ) ,  
 ( )  
 )



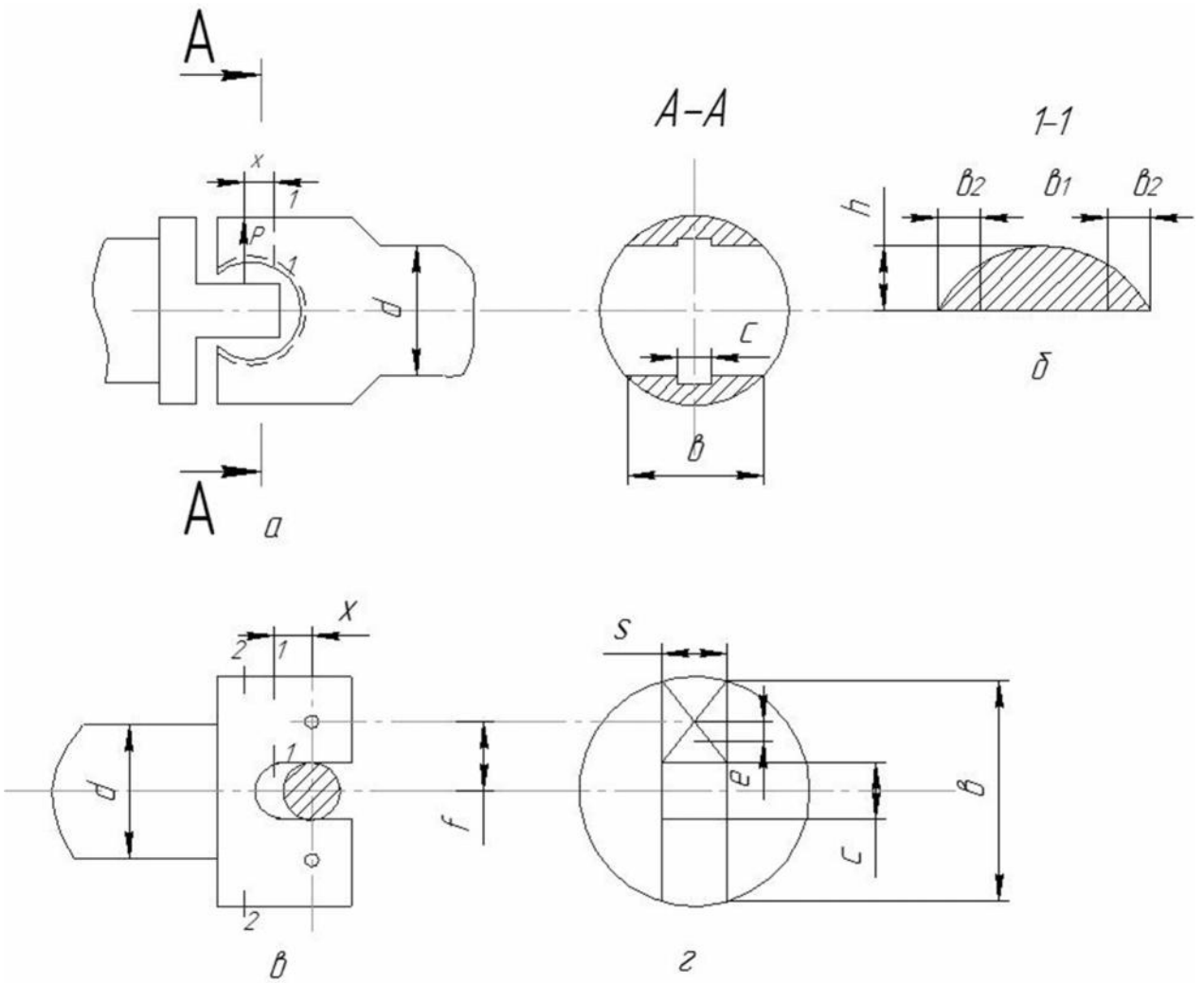
1.8 -

) , ,  
 ,  
 ,

2.1

, .  
 .  
 1-2,  
 10°. ,  
 200 1000<sup>-1</sup>,  
 [10]. [11].  
 . 2.1  
 .  
 , [11]:  
 = · , (2.1)  
 — ;  
 — .  
 ,  
 = 0,7 ·

1-1



*a-вилка шарніра; б-перетин вилки; в-лопасть валка; з-перетин лопасти*

2.1 –

= 1,43 — , (2.2)

$$= 1,43 \frac{2600}{0,9} = 4131 \quad .$$

1-1

$$\dagger = \frac{\quad}{2 \cdot W}, \quad , \quad (2.3)$$

W -

1-1

$$W = y \cdot (a_1 + a_2) \cdot h^2, \quad ^3 \quad (2.4)$$

y -

$$\left( \frac{a_1 + a_2}{h} = 2 \div 6 \right)$$

y = 0,25 ÷ 0,3

$$W = 0,25 \cdot (0,2 + 0,5) \cdot 0,33^2 = 0,019 \quad ^3.$$

1-1

$$\dagger = \frac{\quad}{W}, \quad (2.5)$$

-

1-1

$$= 1,43 \cdot \frac{\quad}{\quad} \cdot \quad , \quad \cdot \quad , \quad (2.6)$$

$$= 1,43 \cdot \frac{2600}{0,9} \cdot 0,18 = 743,58 \quad \cdot \quad .$$

1-1, <sup>3</sup>:

$$W = \frac{3 \cdot l_1^2 + 6 \cdot l_1 \cdot l_2 + 2 \cdot l_2^2}{6 \cdot (3 \cdot l_1 + 4 \cdot l_2)} \cdot h^2, \quad (2.7)$$

$$W = \frac{3 \cdot 0,5^2 + 6 \cdot 0,5 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,2^2}{6 \cdot (3 \cdot 0,5 + 4 \cdot 0,2)} \cdot 0,33^2 = 0,11 \text{ }^3,$$

$$\tau = \frac{743,58}{0,11} = 7,219 \text{ }.$$

1-1

:

$$\tau = \sqrt{\tau^2 + 3 \cdot \tau} \leq [\tau], \quad (2.8)$$

$$[\tau] = \frac{\tau}{5}$$

$$40 \tau = 650, \quad [\tau] = \frac{650}{5} = 130 \text{ }.$$

$$\tau = \sqrt{7,219^2 + 3 \cdot 68,4^2} = 118,6$$

$$118,6 < 130$$

, , .

1-1,

. ,

, -

:



$$\ddagger = \frac{W}{0,2 \cdot d}, \tag{2.9}$$

$d -$

$$\ddagger = \frac{2600}{0,2 \cdot 0,55} = 23,63$$

,  
 ,  
 1,  
 , :

$${}_1 = 1,43 \frac{\quad}{0}, \tag{2.10}$$

$${}_1 = 1,43 \frac{2600}{1} = 3540 .$$

1 :

$$= {}_1 \cdot , \tag{2.11}$$

- 1

$$= 3540 \cdot 0,03 = 106,2 .$$

1-1 :

$$t = \frac{W}{W_0} = 1,43 \cdot \frac{W}{W_0}, \quad (2.12)$$

$$W = \frac{1}{1-t},$$

$$W = y \cdot \left( \frac{0 - 0}{2} \right) \cdot s^2 = \frac{3}{8} \cdot y_0 \cdot 0 \cdot s^2, \quad (2.13)$$

$$W = \frac{3}{8} \cdot 0,25 \cdot 1 \cdot 0,32^2 = 0,0096 \quad 3,$$

$$t = 1,43 \cdot \frac{2600}{0,0096} \cdot \frac{0,03}{1} = 11,61 \quad .$$

$$1-t = \quad :$$

$$t = \frac{W}{W_0}, \quad (2.14)$$

$$- \quad 1-t, \quad ;$$

$$= 1 \cdot \quad , \quad (2.15)$$

$$= 3540 \cdot 0,18 = 283,2 \quad .$$

$$W = \quad , \quad 3$$

$$W = \frac{0 - 0}{12} \cdot s^2 = \frac{1}{16} \cdot 0 \cdot s^2, \quad (2.16)$$

$$W = \frac{1}{16} \cdot 1 \cdot 0,32^2 = 0,0064 \text{ }^3.$$

$$\dagger = \frac{283,2}{0,0064} = 44,22 \text{ }.$$

1-1,

2-2.

,

:

$$\dagger = \frac{\quad}{W} \leq [\dagger] \quad (2.17)$$

W – , 3;

$$W = y_0 \cdot \sigma_0 \cdot s^2, \quad (2.18)$$

$$W = 0,25 \cdot 1 \cdot 0,32^2 = 0,025 \text{ }^3,$$

$[\dagger]$  – , ,

$$[\tau] = 0,6[\sigma] = 0,6 \cdot 130 = 74$$

$$\tau = \frac{2600}{0,025} = 10,4 \text{ } ,$$

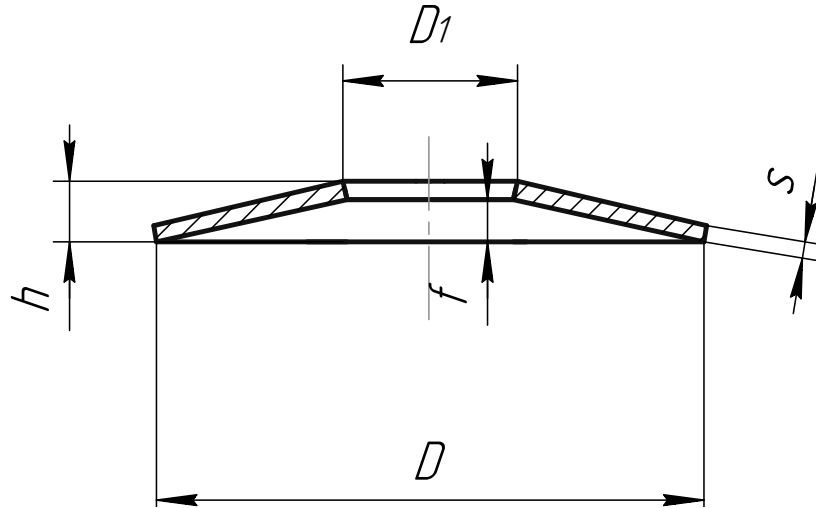
$$10,4 < 74$$

,

.

2.2

$l=130$   $l=38$   
 (.2.2)  $D=125$  ,  $D_1=50$  ,  $s=6$  ,  $f=3$  ,  
 $h=9$  ,  $m=0,485$  ,  $-24$ .



2.2 -

$$= \cdot \cdot n_1, \tag{2.19}$$

$=1,09 -$  , ;

- , ;

$n_1 -$  .

$$= 1,09 \cdot 40,5 \cdot 3 = 132,43$$

, :

$$F = n \cdot f, \tag{2.20}$$

n – ;  
f – ,

$$F = 24 \cdot 3 = 72 .$$

, :

$$= n \cdot h, \tag{2.21}$$

$$= 24 \cdot 9 = 216$$

, ,

## 2.3

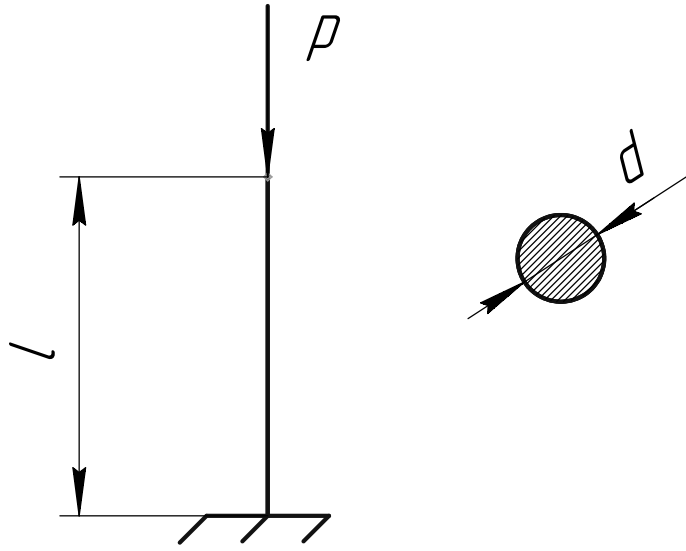
### 2.3.

3.1

[12]

50

3



2.3 –

, ,  
 , ,  
 . –

[13]:

$$F = \pi \cdot R^2, \tag{2.22}$$

R –

$$R = 23,16 \text{ .}$$

$$F = 3,14 \cdot 23,16^2 = 1684,25 \text{ }^2$$

, 4:

$$J = \frac{\pi \cdot d^4}{64}, \tag{2.23}$$

$$J = \frac{3,14 \cdot 46,319^4}{64} = 225832,46 \quad 4.$$

, [13]:

$$i = \sqrt{\frac{J}{F}}, \quad (2.24)$$

$$i = \sqrt{\frac{225832,46}{1684,25}} = 11,58$$

, :

$$l = \mu \cdot \ell \quad (2.25)$$

$\mu=0,7$  –

,

; [14]

$l$  –

,  $l=1250$  .

$$l = 0,7 \cdot 1250 = 875$$

:

$$\lambda = \frac{\ell}{i},$$

$$\lambda = \frac{875}{11,58} = 75,6.$$

,

[13]:

$$[\sigma] = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}, \quad (2.26)$$

$$E = 2,1 \cdot 10^5 -$$

$$[\sigma] = \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5}{75,6^2} = 362,6$$

:

$$\sigma = \frac{F}{F}, \quad (2.27)$$

-

$$\sigma = \frac{130000}{1684,25} = 77,19$$

$$\sigma = 77,19 < [\sigma] = 362,6$$

2.4

[15]:

$$\sigma = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot (d^2 - d_1^2) \cdot z \cdot K_m} \leq [\sigma], \quad (2.28)$$

$$F - (F=130 \quad );$$

$$d - (d=50 \quad );$$



$d_1 -$  (  $d_1=46,319$  );

$m -$

(  $m=0,7$  );

$z -$

:

$$z = \frac{H}{P},$$

$-$  (  $50$  [16]),  $=38$  :

$-$  (  $=3$  );

$$z = \frac{38}{3} = 12,6$$

$[\sigma] -$

, :

$$[\sigma] = 0,8 \cdot \sigma,$$

$\sigma = 315$  (  $35$  ) [17];

$$[\sigma] = 0,8 \cdot 315 = 252.$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 130 \cdot 10^3}{3,14 \cdot (0,050^2 - 0,046319^2)} \cdot 12,6 \cdot 0,7 = 53$$

$$= 533 < [\sigma] = 252$$

[18]:

$$\tau_1 = \frac{F}{\pi \cdot d_1 \cdot H \cdot k \cdot K_m} \leq [\tau], \quad (2.28)$$

$k = 0,87$ ;  $[\tau] = 126$  [19]:

$$[\tau] = 0,4 \cdot \sigma,$$

$$[\tau] = 0,4 \cdot 315 = 126.$$

$$\tau_1 = \frac{130 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,046319 \cdot 0,038 \cdot 0,87 \cdot 0,7} = 38,6$$

$$38,6 < 126.$$

2.5 -

,  
 .  
 , :  
 - ;  
 - ;  
 - .

2.1.

2.1 –

/			
1	,	.	4
2	,	.	4
3		./	315
4			3200
5		%	25
6	– –	:	. 62 78

—

### 3.1

, ' ,  
 . , ,  
 ,  
 . ,  
 . ,  
 , ' ,  
 , '

[20].

.  
 , ,  
 , ,  
 , ,  
 , ,  
 , ,  
 .

[21].

### 1.3

,  
 .

:

( , , ,  
 . .);

( );

( );

( , . .);

, , ( , . .).

( 3.1) :

, ;

;

;

.

( .3.1, ), ( .3.1, - ), ( .3.1, , )

( .3.1, , ).

. :

65, 70, 75, 65 , 55 , 55 2, 60 2 , 60 2,  
70 3 , 50 , 65 2 .

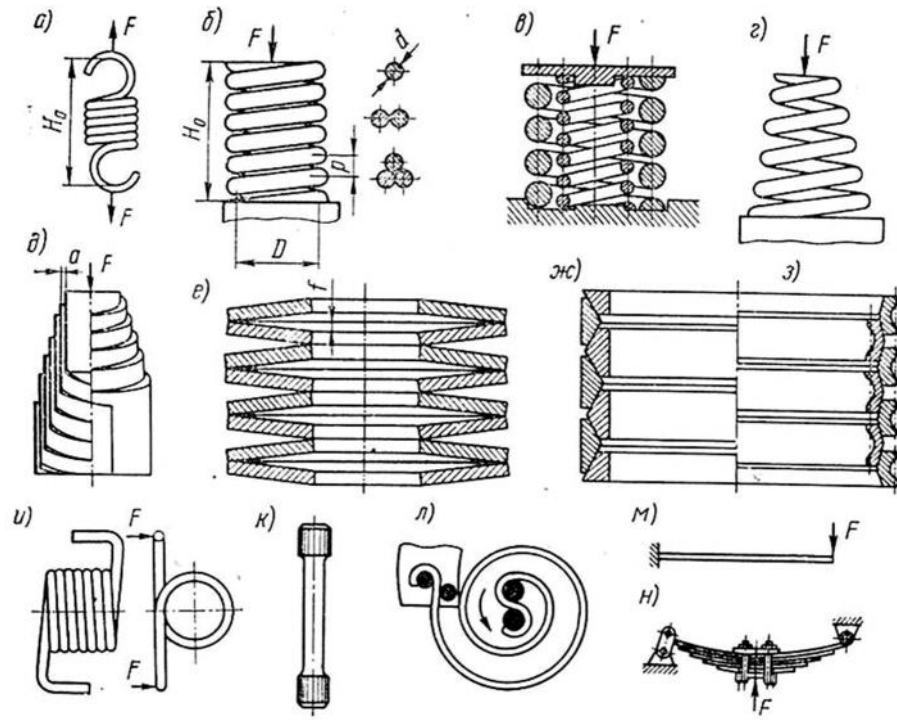
( . 3-1, . 4-3), ( . -2).

, ( )

-

[22].

[23].



3.1 –

( 3.2),  
[24].

[24].

[24].



3.2 –

[24].

3.2

[25].

[26].

2.2

3.4

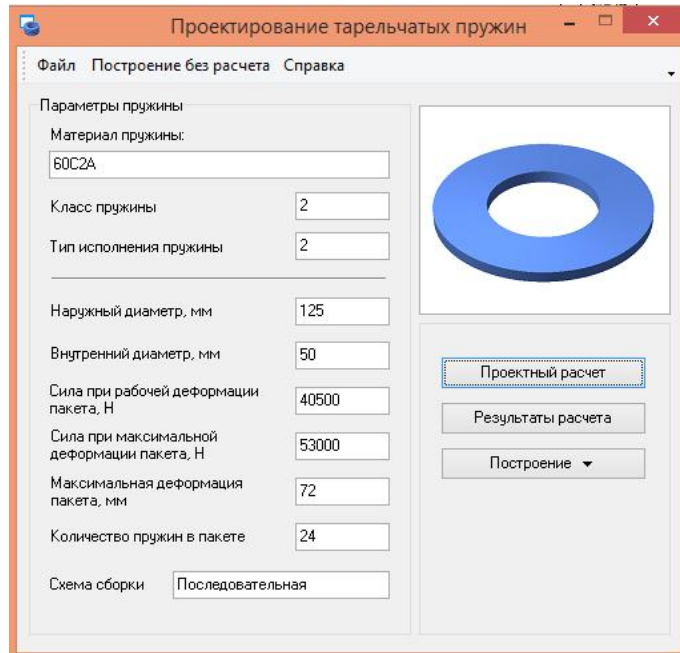
3.1.

– « : »

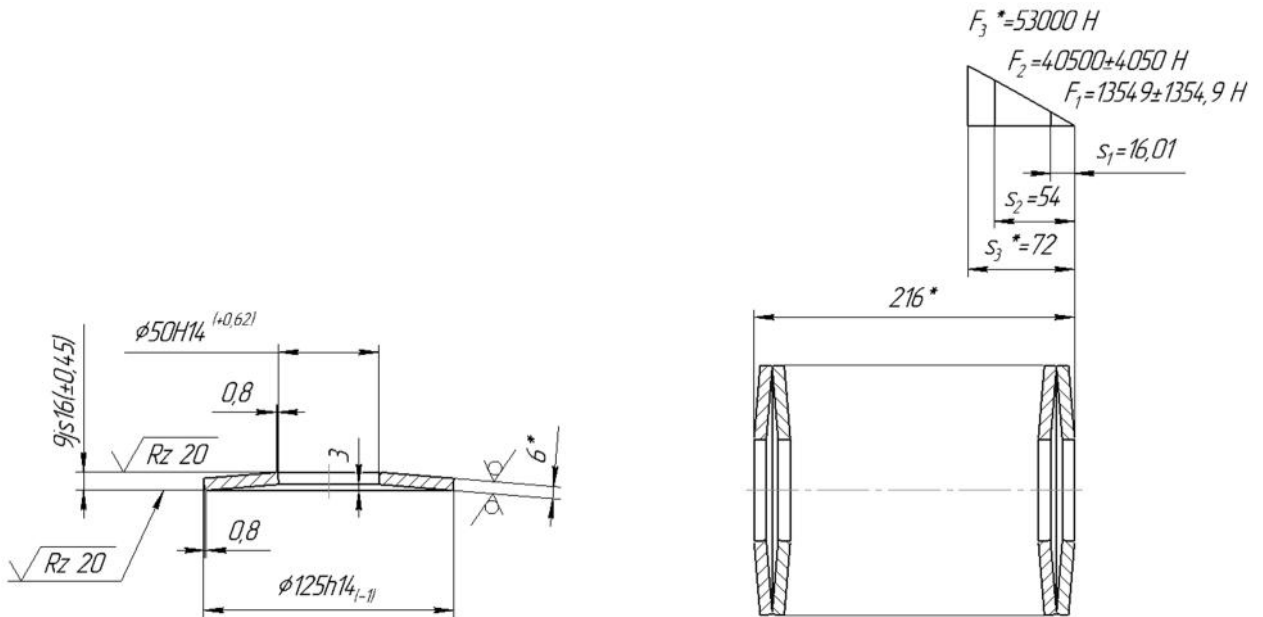


2.3

3.3.



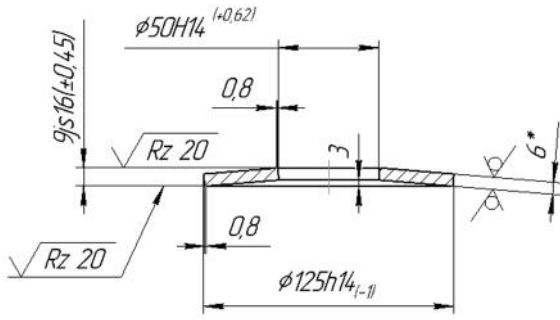
3.3 –



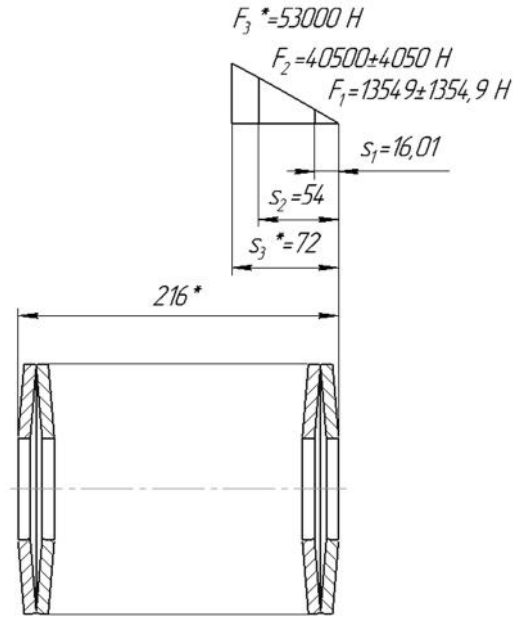
3.4 –

## 3.1 –

	( )	
	---	2
	---	2
	---	60 2 14959-79
		206000
, / 3	$\rho$	7850
	---	
3057-90		440
	D1	125
	D2	50
	t	6
	lo	9
	b	0,8
, H/	c	821
I,	$\sigma_1$	2091
II,	$\sigma_2$	1208
III,	$\sigma_3$	936
	m	0,485
	F1	13549
	F2	40500
	F3	53000
	s1	0,667
	s2	2,25
	s3	3
	H	1,583
	n	24
	L0	216
, H	F 1	13549
, H	F 2	40500
, H	F 3	53000
	S 1	16,008
	S 2	54
	S 3	72
	H	37,992



3.4 –



2.3

3.3

APM FEM

APM FEM

-3D

( )

-

3D-

-3D.

APM FEM

APM FEM

:

;

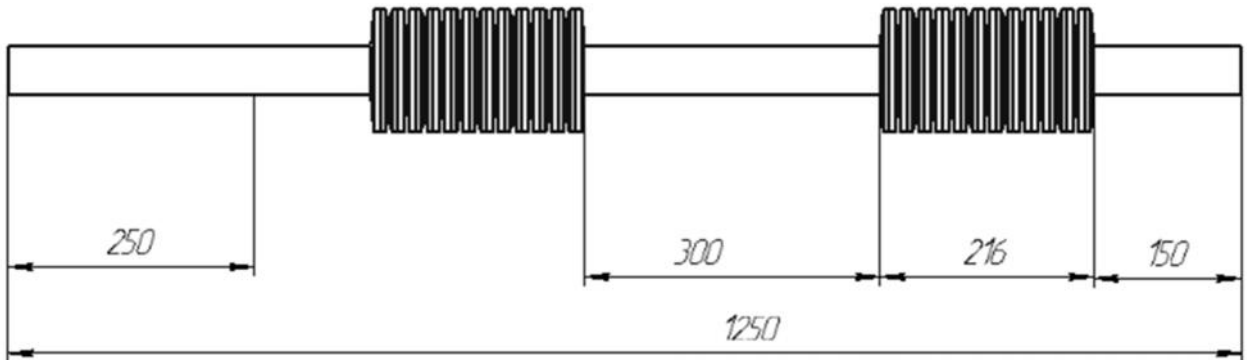
APM FEM

[27].

3D

2.2

3.5



3.5 –

APM FEM

3D

250 ( .4.5).

40 ° .

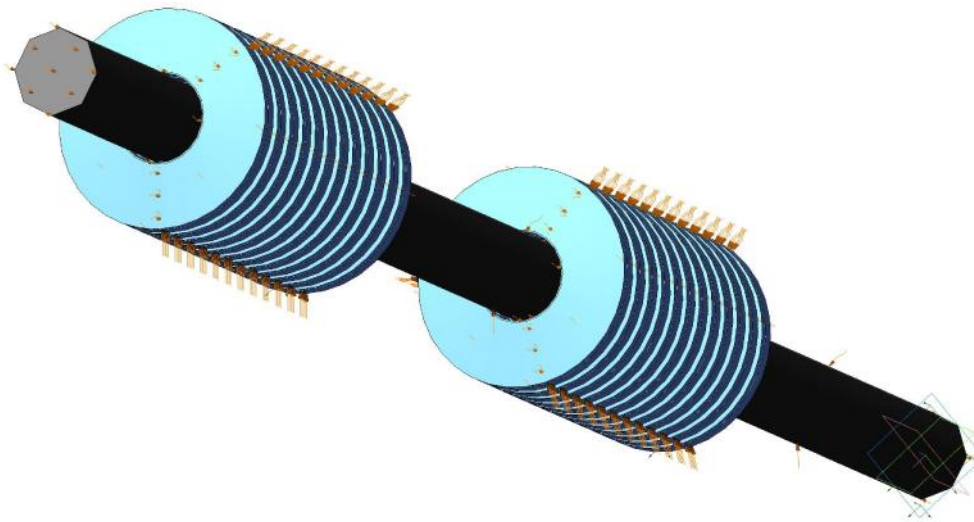
APM FEM

APM FEM

-3D

1)

	08.05.2021; 23:20:07
D \	.a3d



2)

N		
1	D:\ .m3d	35 1050-2013
2	D:\ .m3d	60 2 14959-79

: 60 2 14959-79

[ ]	235	-
[ ]	200000	-
	0.3	-
[ / ^3]	7800	-
[1/C]	0.000012	-
[ / ( *C)]	55	-
[ ]	410	-
[ ]	209	-
[ ]	139	-

: 35 1050-2013

[ ]	600
[ ]	210000
	0.3
[ / ^3]	7826
[1/C]	0.000011
[ / ( *C)]	49
[ ]	530
[ ]	263
[ ]	133

3)

: :1	: 1	: 130000 H
: :2	: 1	: 130000 H
: :1	: 291	40

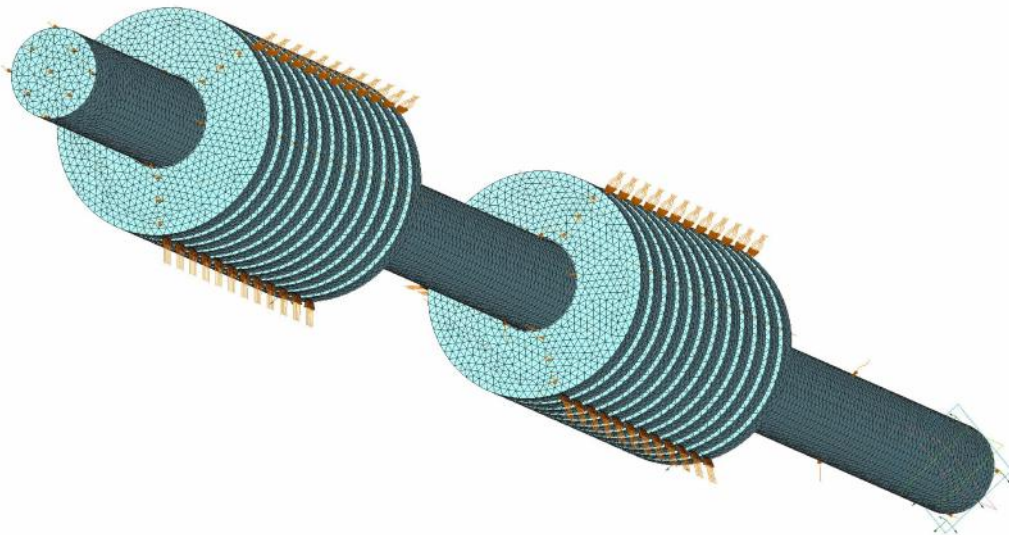
4)

		X [ ]	Y [ ]	Z [ ]	Rot. X [ ]	Rot. Y [ ]	Rot. Z [ ]
:	:1	.	.	.	-	-	-
:	:2	.	.	.	-	-	-
:	:3	.	.	.	-	-	-

6)

-

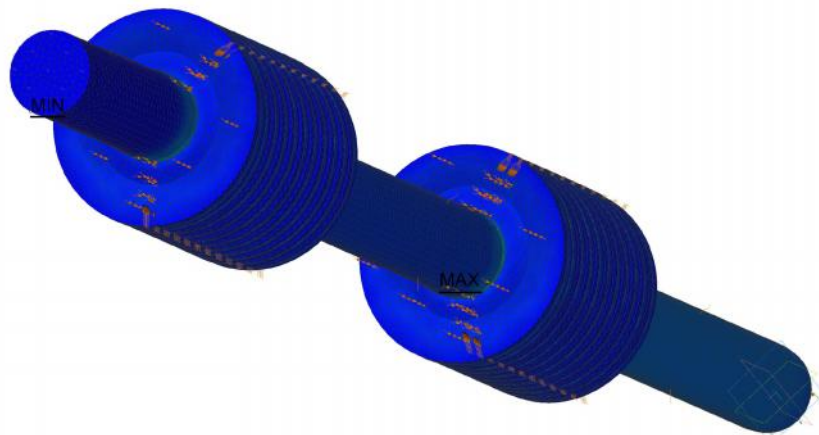
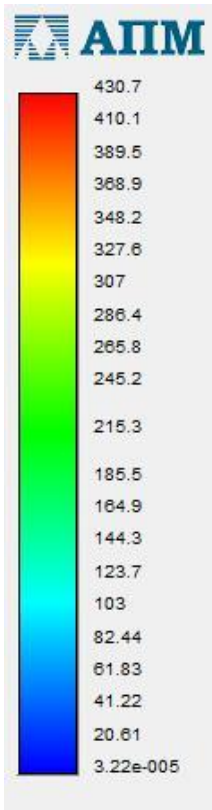
[ ]	5
	1
	1.5
	274496
	92870



7)

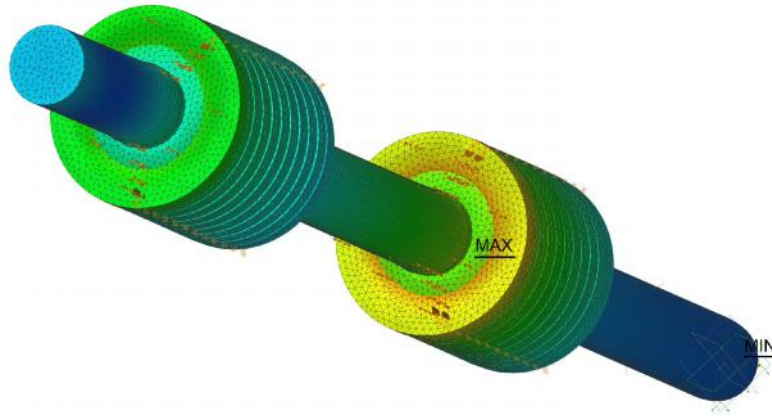
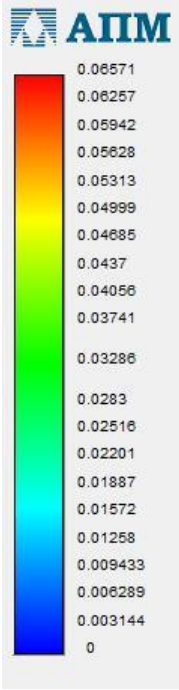
[ ]		42.363261
[ ]		( -0.000002 ; -0.000001 ; 0.684813 )
[ * ^2]		( 0.029253 ; 0.029251 ; 24.079071 )
[ * ]		( -126.056935 ; -393.571683 ; -92.424516 )
[ ]		( 1371.618488 ; -197.672983 ; 2916196.361717 )
o [ ]		2916196.690984
o [ * ]		423.475279

	SVM [ ]	0.000032	430.683781

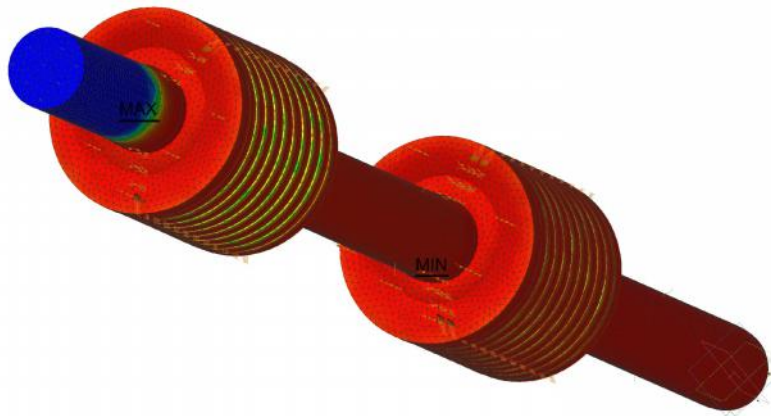
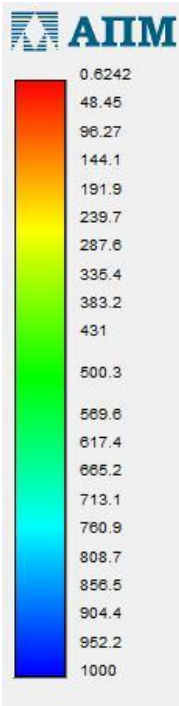




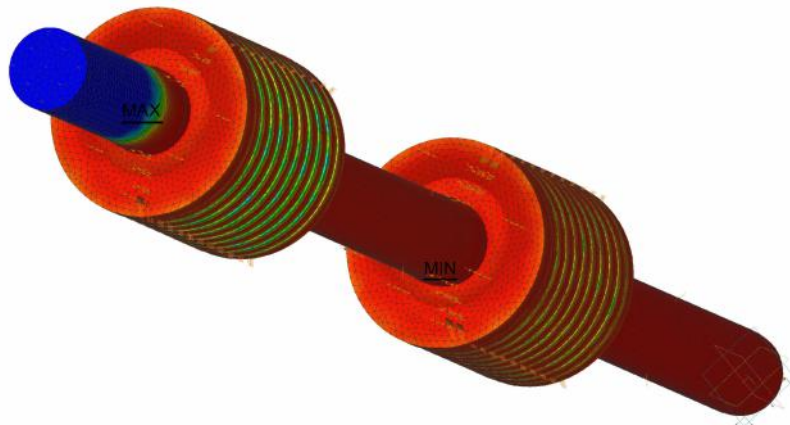
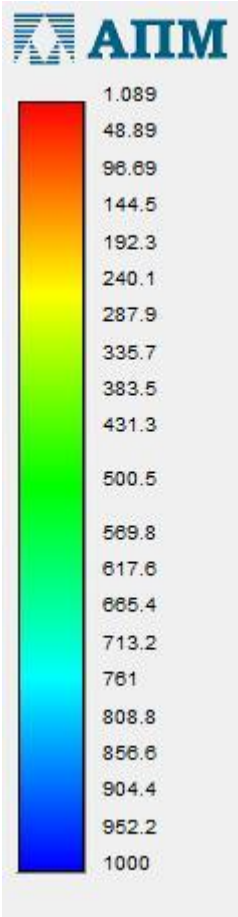
	USUM [ ]	0	0.065713



		0.624242	1000



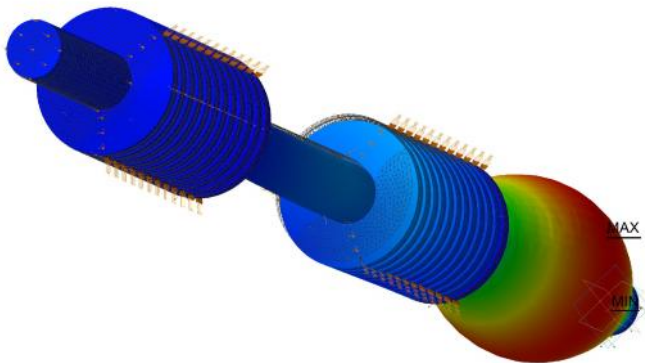
		1.089104	1000



1-

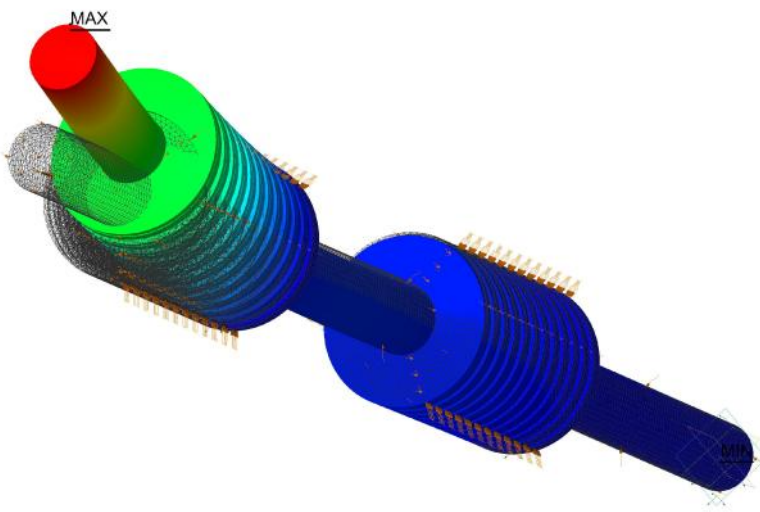
= 60.85968

1-

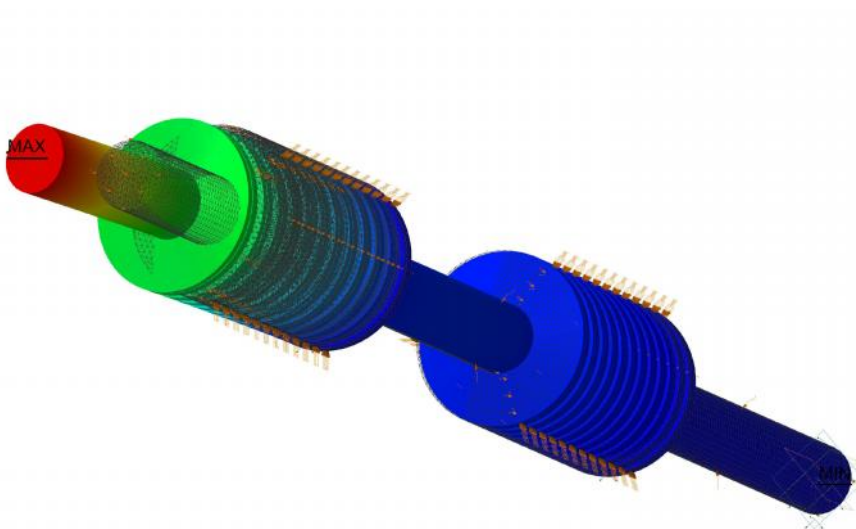


N	[ / ]	[ ]
1	3028.71575	482.035083
2	3072.14592	488.947209
3	4636.083804	737.855654
4	4666.750427	742.736399
5	7855.22024	1250.19713

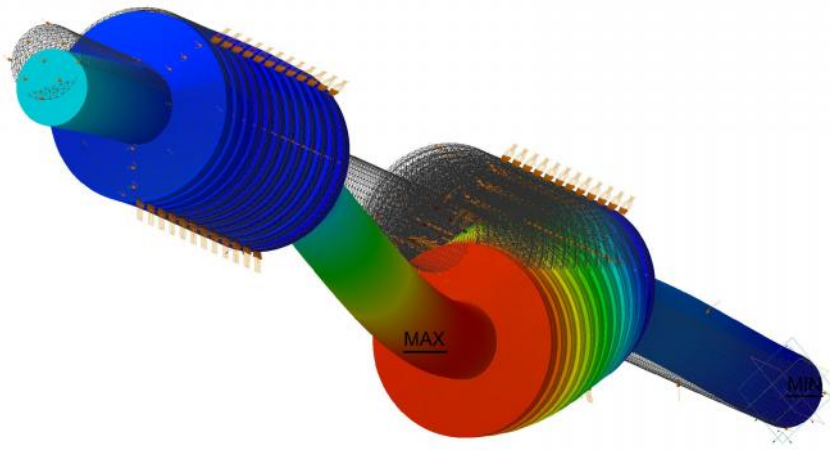
1-



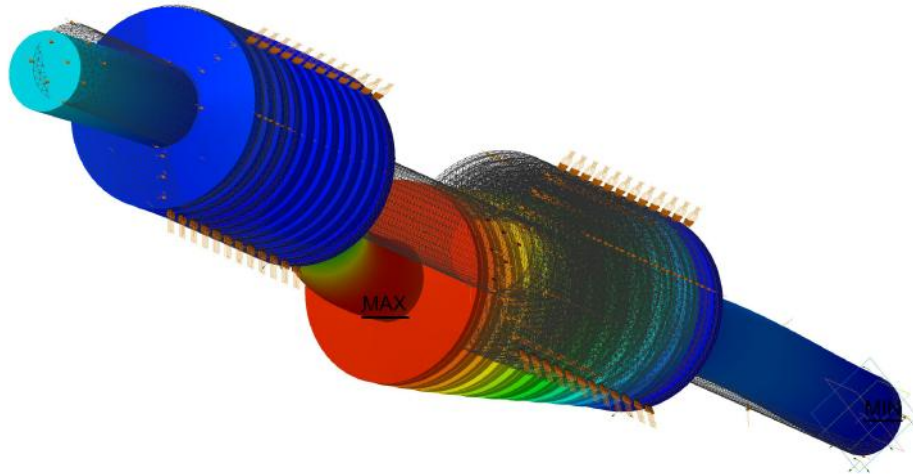
2-



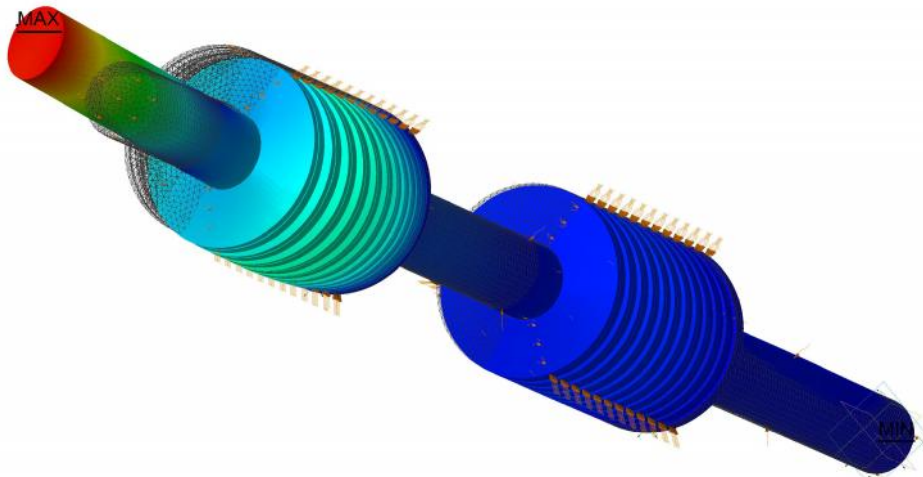
3-



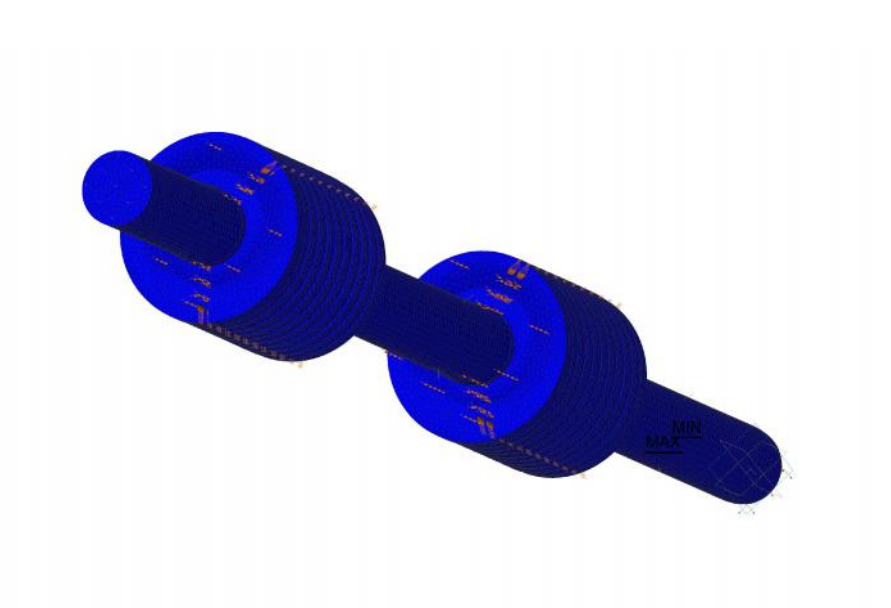
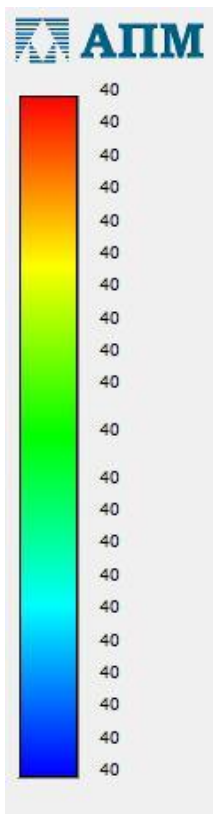
4-



5-



	[ . ]	40	40



482

250 ,

,

60.

,

4.1

,

482 / .,

482

## 4.1

## 4.1.1

$$B = \frac{M}{M + R} \cdot 100\% , \quad (4.1)$$

$$R = 6$$

$$M = 2 , R = 6$$

$$= \frac{2}{2 + 6} \cdot 100\% = 25\%$$

## 4.1.

4.1 –

/			-			%	%
1	-	1	$6 \cdot 1 = 6$	$2 \cdot 1 = 2$	8	25	75
2		4	$6 \cdot 4 = 24$	$2 \cdot 4 = 8$	32	25	75
3		4	$4 \cdot 4 = 16$	$4 \cdot 4 = 16$	32	50	50
3		1	$1 \cdot 1 = 1$	$7 \cdot 1 = 7$	8	87,5	12,5
4		5	$0,5 \cdot 5 = 2,5$	$7,5 \cdot 5 = 37,5$	40	93,75	6,25

,

,

:

(&lt;40% );

(~50% );

-

(&gt;60% ).

## 4.1.2

: ,  
,

,

, ;  
;

.

,

,

,

,

..

.

.

( , , )

( .4.2).

« »

12.0. 003-74. : ,

,

—

4.2 :

— .

— , II III.  
: 2 3 , 2 2 , 4

1 .

, 1 1.



1:

7

24%.

4.2 –

	.	-	III			%
			1 .	2 .	3 .	
I.						
1						
	0,01	0,02	2			83,1
2						
( )	0,3	0,56	1,8			83,1
3-4						
	5,0	6,5	1,3			83,1
	2,0	4,0	2			83,1
II.						
2,5%	4,0	26,4			6,6	83,1
III.	80	93		13		100
IV.						
-	27	40,5			13,5	83,1
-	0,2-	0,27				83,1
/	0,5					
-	140	654				81
5						
V.						
	28,1%	30%	30			
			4	2	2	

4.2

( 2.04.05.06 – 86). 45°

4.3

4.3 –

/					
1				10000 3/	
2			“ ”	–	
3			4, 40 -9	10 /	
3				110	
3	-	,	20	t -20°C	
	-	/	15	t 15°C	
5		+ / ,	–	–	

[28].

:

/ , ” – ” [29].  
[29].

### 4.3

#### 4.3.1

,  
,  
.  
.  
,  
,  
( ), ’  
, .

#### 4.4.

.  
, , , .  
( ) 120° .  
,  
, [30]  
.

4.4 –

		°	, %	, /	
	, II	15/21	75	0,2	13
	, III	13/19	75	0,3	12
	, II	16/17	70	0,4	15
	, III	15/26	75	0,5	13

4.3.2

[31].

.

:

-

- , , 1 5

- V

- ,

-

- – , 150

.

(  
 ), ( ( )  
 ) . : ( ,  
 ,  
 . LED-400,  
 LED-100, « » « ».

$$V = 150 \text{ .}$$

$$= 10\% \cdot = 0,1 \cdot = 0,1 \cdot 150 = 15 \text{ .} \quad (4.2)$$

$$= 5\% \cdot = 0,05 \cdot = 0,05 \cdot 150 = 7,5 \text{ .} \quad (4.3)$$

( ) .  
 4 ,  
 :

$$\frac{4}{\ln} = \frac{3}{\ln} \cdot m \cdot e = 1,8 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 1,38\%, \tag{4.4}$$

$\frac{3}{\ln} -$   $3$  ;  
 m - ;  
 e - .

75% ,

## 4.4

### 4.4.1

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

- , , , ;

.

.

1000 .

.

.

,

,

.

,

,

,

,

,

,

.

,

.

,

.

,

.

.

,

.

12 .

.

.

,

.

25%,

- 10%.

10 .

10%

4.4.2

(

) [32].

II

(

).

:

- -2 .;

- -1 .;

- -0,25 .;

- -0,25 .;

- -2 .;

- , , , -1 .;

- , . -0,75 .



$-5(15 \quad ), \quad -10(24 \quad .), \quad -1(28 \quad ),$ 
  
 $($ 
  
 $,$ 
  
 $);$ 
  
 $($ 
  
 $).$

$.$ 
  
 $:$ 
  
 $-$ 
  
 $,$ 
  
 $;$ 
  
 $-$ 
  
 $,$ 
  
 $,$ 
  
 $,$ 
  
 $;$ 
  
 $-$ 
  
 $,$ 
  
 $;$ 
  
 $-$ 
  
 $,$ 
  
 $;$ 
  
 $-$ 
  
 $;$ 
  
 $-$ 
  
 $;$ 
  
 $-$ 
  
 $.$

4.4.3

$-$ 
  
 $,$ 
  
 $-$ 
  
 $.$ 
  
 $-$ 
  
 $.$ 
  
 $.$ 
  
 $:$

$$Q = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - Q_i), \tag{4.5}$$

$Q_i -$

$$Q_i = \lambda_i \cdot \tau, \tag{4.6}$$

$\lambda_i -$

- ;

$\tau -$

1680

$$\lambda_i = 2 \cdot 10^{-4} \text{ }^{-1}, \tau = 1 \text{ }.$$

$$Q_i = \lambda_i \cdot \tau = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 1 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ }^{-1}.$$

$$Q = 1 - (1 - 2 \cdot 10^{-4})^3 = 0,0006 = 0,06\%.$$

, 0,06%,

#### 4.4.4

1

2

1

«901»

2

3

4

5

1

2

3

( , ) .

4.5

[33].

[33].

— ,

( , , ).

[34].

400 ,

400 – 1000 –

1000 – [34].

100

;

85 – 90 ; – 75 – 85 .

[34].

,

.

:

- , ;

- – [34].

,

[34].

,

,

:

[34].

,

,

,

,

[34].

,

[34].

[34].

[34].

5 - 10

1 - 2

[34].

[34].

[34].

R

( ) [35]:

$$R_{TP} = L_{CYM} - L + 10 \lg B + 10 \lg n + 6, \quad (4.7)$$

L -

L -

B -

S<sub>i</sub> -

n -

B -

$$B = B_{1000} \cdot \mu$$

μ -

( 4.)

B<sub>1000</sub> -

1000 (

): - V/1,5.

4.5 -

μ

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
μ	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5

( 1,5 , 2 ,

2 )

$$V=6 M^3 ; Si=12.3; B_{1000}=4; 10lgn=6.99;$$

$$125 \quad R = 93 - 87 + 20,97 + 6,99 + 6 = 26,52$$

$$250 \quad R = 93 - 82 + 19,57 + 6,99 + 6 = 31,82$$

$$500 \quad R = 94 - 78 + 22,37 + 6,99 + 6 = 36,24$$

$$1000 \quad R = 89 - 75 + 27,96 + 6,99 + 6 = 33,27$$

$$2000 \quad R = 83 - 73 + 39,144 + 6,99 + 6 = 27,81$$

$$4000 \quad R = 80 - 71 + 50,33 + 6,99 + 6 = 25,72$$

$$8000 \quad R = 75 - 69 + 69,9 + 6,99 + 6 = 18,29$$

( 4.6 4.7)

2

12.2.098-84.

4.6 -

	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	93	93	94	89	83	80	72
	87	82	78	75	73	71	69

4.7 -

2

12.2.098-84

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	15-24	20-29	25-34	30-39	35-44	40-49	40-49	35-44

:

- 4 ,

- 3 ,

- .

1.

« » ,  
« »

2.

·  
,  
, « ».

3.

— , ,

4.

· ,

5.

;  
,  
,  
;

6.

7.

· ;  
« »,  
·



1. 1680.  
./ [ . . . , . . . , . . . ]. -  
: - ,2011.- 184 .
2. / . . . , . . .  
, . . . , . . . .- :"  
",1970.-  
486 .
3. . . .  
/ . . . . -  
: . . . ,2014.- 203 .
4. / . . . , . . . , . . . ,  
. . . .- .: ,1968.- 676 .
5. . . . / . . .  
, . . . , . . . .- : ,,1994.- 455 .
6. . . .  
( . . . ). / . . . . -  
: ,1998.- 276 .
7. . . .  
/ . . . , . . .  
. //  
. - 2006. - 13. - . 298-306.
8. . . 3.  
: / [ . . . ,  
. . . , . . . ].- .: ,1988.- 680 .
9. . . . 3-  
.2 - / . . . , . . . .- :  
,2001.- 220 .

10. . . . . / . . . . , . . . .  
 , . . . . - : « » , 2003. - 456 .
11. . . . . ,  
 : . . . . / . . . . - : " " ,  
 1985. - 376 .
12. ISO 724:1993. ISO general-purpose metric screw threads – Basic dimensions (MOD). Official edition.
13. . . . : . . . / . . .  
 , . . . - : . . . , 1989. - 624 .
14. / [ . C. , . . . , . . .  
 .] - : . . . , 1986. - 775 .
15. . . . :  
 . / . . .  
 , . . . , . . . ; . . . .  
 - : , . . . - , 1984. - 400 .
16. 5915–70 DIN 934 | .  
 / URL: <http://metiz-trade.com.ua/produkcija/gajka/gajka-gost-5915-70-din-934/> ( : 05.05.2021).
17. : / [ . . . , . . .  
 , . . . .] - : , 1990. - 688 .
18. . . . : .  
 . . . . / . . . , . . . - 4- . ,  
 . . . - : . . . , 1985. - 416 . , .
19. . . . / . . . - 2-  
 . , . . . - : , 1982. - 280 .
20. . . . / . . .  
 , . . . // : . . .  
 / . - , 2011. - . 13. - . 97–104.

- 21. . . . / .  
 . . . , . . . , . . . //  
 : . . . . / . - , 2006.- .9.- .11-16
- 22. . . . , . . .  
 / : - , 2003.- 137 .
- 23. . . . / .  
 . . . // : .  
 . . / . - , 2000.- .5.- .146-149.
- 24. . . . / . . . , . . .  
 , . . . , . . . // . - 2018.- 99.
- 25. | .. URL:  
<https://www.mirpruzhin.ru/tarelchatye/> ( : 16.05.2021).
- 26. / . . . [ . ] // :  
 - /  
 ; ∴ . . . ( .  
 ., . . .). - : , 2020.- .35.- .20-29.
- 27. « . . . ». APM FEM. -3D  
 . -3D v17. / « . . . ».  
 - : - « . . . »  
 », 2017.- 36 .
- 28. 12.4.103-83 ( . ).  
 ,  
 . [ . . . ] //  
 . - 2003. - :  
<http://docs.cntd.ru/document/1200005295>.
- 29. 0.00-4.01-08  
 ,  
 [ . . . ] //



/		.	
1	1680.	1	1
2		1	1
3	1680	2	1
4		1	1
5		1	1
6		1	1
7	( )	1	1



	Перв. примен.			Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
	Формат	Зона	Поз.					
Справ. №					<u>Документація</u>			
				MP.040720.100 СК	Складальне креслення			
					<u>Складальні одиниці</u>			
			1	MP.040720.110 СК	Шпindelь верхній	1	3980 кг	
			2		Шпindelь нижній	1	3980 кг	
					<u>Деталі</u>			
			3		Муфта шестерінчастого вала	2	860 кг	
			4		Муфта робочого валка	2	860 кг	
			5		Шайба	2	3,6 кг	
			6		Пружина	4	19 кг	
			7		Шайба	2	3,3 кг	
Побр. и дата			8		Втулка	2	2,1 кг	
			9		Втулка	2	4,1 кг	
			10		Стрижень	2	50 кг	
			11		Констргайка	2	5 кг	
Взам. инв. №								
Инв. № подл.								
					MP.040720.100			
	Изм. Лист	№ докum.	Подп.	Дата	Пружинна система врівноваження шпindelьного пристрою	Лит.	Лист	Листов
	Разрад.	Кармазін М.О.				Н	1	3
	Проб.	Огінський Й.К.				МОН України ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ каф. МО гр.8.1330-д		
	Н.контр.	Огінський Й.К.						
	Утв.	Огінський Й.К.						

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документація</u>			
					MP.040720.110 СК	Складальне креслення			
						<u>Складальні одиниці</u>			
				1		Вкладиш	2		
				2		Корпус	1		
						<u>Деталі</u>			
				6	MP.040720.111	Вал шпindelний	2		
				7		Шпонка	6		
				8		Вкладиш зі сторони робочої кліті	4		
				9		Палець	2		
				10		Камінь	2		
				11		Шайба	4		
				12		Кришка	2		
				13		Щока	2		
				14		Фланець	2		
				15		Втулка	6		
				16		Кільце дистанційне	1		
				17		Кільце	2		
				18		Пружина	24		
				19		Штифт	4		
				20		Кільце	2		
				21		Траверса	2		
				22		Палець	4		
		<b>MP.040720.110</b>							
		Изм.	Лист	№ док.ум.	Подп.	Дата			
		Разрад.	Кармазін М.О.				Лит.	Лист	
		Пров.	Огінський Й.К.				4	1	
		Н.контр.	Огінський Й.К.				Листов		
		Утв.	Огінський Й.К.				3		
		Шпindel верхньої робочої кліті БШШС 1680					МОН України ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ каф. МО гр.8.1330-д		
		Копировав					Формат А4		



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		23		Планка	4		
		24		Тройник	2		
		25		Гайка	2		
		26		Кільце розрізне	2		
		27		Планка	4		
		28		Черпак	2		
		29		Болт	24		
		30		Штуцер	8		
		31		Ніпель	4		
		32		Пробка	4		
		33		Болт	6		
		34		Стопор	6		
				Круг 10-В ДСТУ 2590-88			
				Ст3 сп1-II ДСТУ 535-88			
		35		Пробка	12		
		36		Шайба регулювальна	8		
		37		Маслопровід	2		
				Рука В ІЛ-10-20-У			
				ДСТУ 6286-73 L=73			
		38		Маслопровід	4		
				Рука В ІЛ-10-20-У			
				ДСТУ 6286-73 L=250			
				Заготівка шпонки	4		
		43		Вилка нижнього шпинделя	4		
				Стандартні вироби			
		45		Підшипник 2007164	2		
				ДСТУ 333-79			
		46		Кільце 070-080-58-2-2	4		
				ДСТУ 9833-73			
Інв. № подл.	Подп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № відл.	Подп. і дата	<b>MP.040720.110</b>		Лист
Ізм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			2

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		47		Кільце 035-040-30-2-2 ДСТУ 9833-73	2		
		48		Кільце 012-016-25-2-2 ДСТУ 9833-73	8		
		51		Болт М16-6дх90.48 ДСТУ 7798-70	8		
		53		Болт ЗМ24-6дх90.48 ДСТУ 7798-70	8		
		56		Шайба 20.01.05 ДСТУ 11371-68	24		
		57		Шайба 16.65Г ДСТУ 11371-68	8		
			<i>Матеріали</i>				
		60		Набивка сальникова скрізного плетіння марки ПАСФ 20x20 ДСТУ 5152-74	9,5 м		
		61		Дріт ф2,0 ДСТУ 3282-74	20 м		

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата

Изм. Лист				№ докум.				Подп.				Дата				MP.040720.110				Лист 3	
-----------	--	--	--	----------	--	--	--	-------	--	--	--	------	--	--	--	---------------	--	--	--	-----------	--

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №		A1			MP.040720.400 ОП	Охорона праці та техногенна безпека	1		
						<u>Документація</u>			
						<u>Деталі</u>			
				1		Основа	1		
				2		Двері	1		
				3		Скло	5	3мм	
				5		Рама	1		
				7		Сидіння	1		
						<u>Матеріали</u>			
Подп. и дата				6		Обшивальний лист	10	Сталь 4мм	
Взам. инв. №									
Инв. №									
Подп. и дата									
Инв. № подл.									
					<b>MP.040720.400 ОП</b>				
		Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата			
		Разраб.	Кармазін М.О.				Лит.	Лист	
		Пров.	Огінський Й.К.				н	1	
		Н.контр.	Огінський Й.К.				Листов		
		Утв.	Огінський Й.К.				1		
Приміщення посту керування (звукоізоляційна кабіна)							МОН України ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ каф. МО гр.8.1330-д		
Копировав							Формат А4		