

«

»

Електронний підпис  
 ЯКИМЕЦЬ  
 ІРИНА  
 ВЯЧЕСЛАВІВНА  
 Ідентифікаційний  
 код  
 2971701463  
 Підписано у Вчасно

...

«09»

2024 .

Електронний підпис  
 Повгородній  
 Володимир  
 Олегович  
 Ідентифікаційний  
 код  
 2620606233  
 Підписано у Вчасно

“

\_\_\_\_\_

Електронний підпис  
 ЛЕЛЮШОК  
 ОЛЕГ  
 ВАСИЛЬОВИЧ  
 Ідентифікаційний  
 код  
 3325409579  
 Підписано у Вчасно

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Електронний підпис  
 ОЛЬХОВИК  
 ЮРІЙ  
 ОЛЕКСАНДРОВИЧ  
 Ідентифікаційний  
 код  
 1893206531  
 Підписано у Вчасно

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Електронний підпис  
 Мікосянчик  
 Оксана  
 Олександрівна  
 Ідентифікаційний  
 код  
 2738315065  
 Підписано у Вчасно

2024

: 131 « »

- « , »

... ,

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 .

1. « \_\_\_\_\_ »  
\_\_\_\_\_»

1581/ 28.08.2024

2. : 30 15 2024

3. : \_\_\_\_\_ -27 -29,  
-31 -33 ; \_\_\_\_\_ ,

\_\_\_\_\_ ;

\_\_\_\_\_ ;

4. : 1

---

2 -31 -33,

---

3. ,

---

-31 -33 . 4.

---

5.

---

5. , ( ) :1.

---

-27 -29. 2. -31 , -33

---

. 3. -31 , 2-

---

300 . 4.

---

-33 . 5. -31

---

. 6. ,

---

6. -

\			
1		30.09-10.10 2024	
2		11.10-23.10 2024	
3	1	24.10-10.11 2024	
4	2	11.11-20.11 2024	
5	3	21.11-03.12 2024	
6	4	05.10-03.12 2024	
7	5	05.10-03.12 2024	
8		04.12-06.12 2024	
9		07.12-08.12 2024	

7.

	( , ... )	,	
	.		

: \_\_\_\_\_

( ) ( ... )

: \_\_\_\_\_

( ) ( ... )

«

»:

107 , 14, 6, 30.

, - -29 -27,

-33 -31 .

-

-33 -31 ,

, .

-

-33 -31 .

-

-27, -29, .

, ,

.

. , ,

.. ,

. ,

.

## ABSTRACT

Explanatory note to the qualification work "Processes of increasing the reliability of aircraft engines by modifying their working elements": 107 pages, 14 figures, 6 tables, 30 used sources.

**The object of the research** is MiG-29 and SU-27 aircraft, respectively their RD-33 and AL-31F engines.

**The subject of the study** is the peculiarities of import substitution of the main highly loaded parts of the RD-33 and AL-31F engines, such as TVT working and nozzle blades, TVT disc.

**The purpose of the study** is to continue the established indicators of the RD-33 and AL-31F aircraft engines during their operation according to their technical condition.

**Research methods** – the structure of the main systems and units of the SU-27, MiG-29 aircraft, the features of their power plants were analyzed. The peculiarities of the production and restoration of the main highly loaded elements of the engines, in order to extend their service life, during operation according to the technical condition, were studied. Approaches to maintenance and repair of engines at the level of military units and enterprises of the defense sector are considered. Analysis of composite materials and protective coatings, including used in the production of TVT working vanes and in the restoration of nozzle vanes. Reliability indicators of overhauled engines have been determined

.....	10
<b>1</b> ,	
.....	14
1.1	.....14
1.2 - -27 -29.....	19
1.2.1 -27	.....20
1.2.2 -29	.....25
1.3 -31 -33.....	30
1.....	33
<b>2</b> -31 , -33,	
.....	34
2.1 -31	.....35
2.2 -33.....	38
2.3 -31 -33.....	43
2.....	46
<b>3</b> , -31 -33	
.....	49
3.1. -31 -33,	
.....	50
3.2 , ,	
.....	58
3.3 -	
33 -31	.....67
3.....	70
<b>4</b>	.....71
4.1	.....72
4.2 -31 , -33.....	77
4.....	79

	5	.....	80
5.1			
		-27	-29
		.....	81
5.2			
	-33	-31	.....
		5.....	83
		.....	89
		.....	90
		.....	92
		.....	95



( ).

-29,

( ).

«

»). 1993

» ( «

, 1994

-27.





)

,

,

,

;

)

;

)

,

.

-29

«

» (

«

»)

(

).

-29

«

»

2010-

,

2021-

.

8

-29.

-33

«

»

:

)

350

50

350

.

350

;

)

-33

(

),

(

,

,

).

1.

,

,

.

,

,

,

,

,

,

,

.

:

)

,

,

,

,

,

,

-

;

)

-

,

,

,

.

-

,

,

,

,

,

,

.

1.1

.

40-

.

,

«

»,

,

,

.

.

:

)

;

)

.

:

J ( ),

( )

J ( ), ,

( ).

,

( )

( ). ,

.

,

10-15%

.

,

,

,

,

.

,

-

,

-12, -22.

,

800 \ .

,

[1]

—

,

.

,

,

,

.

,

,

,

,

,

,

.

,

,

,

.

( =0,8), 11 .[2]

:

, ,  
-

45  
( 400° ).

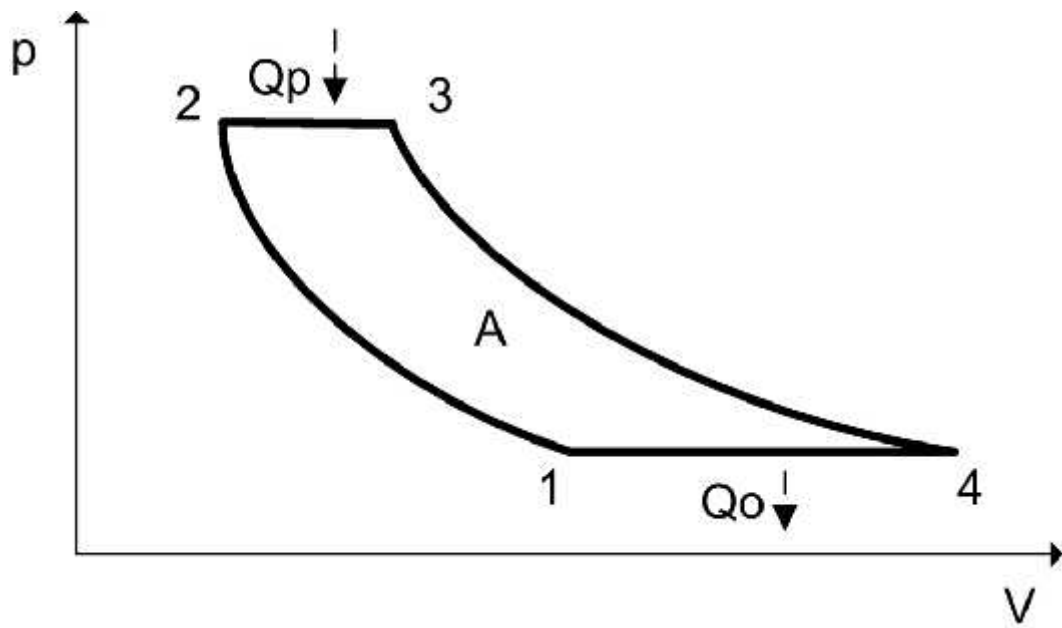
- ,

2000° .

(

)

(.1.1),



.1.1.

[3]

( 1-2),

( 2-3).

( 3-4)

( 4-1).

300 ),

( )

1,35-1,4 , 12-14 .

3,2-3,5 ,

22-25 .

(0,7-0,9 ),

12

80%

1.2

-

-27

-29.



-27, -29.

. 1.2

-29

2023.

: @air.force.ua.official [4]

2022-

AGM-88 HARM, 2023-

Mark-82

JDAM-SE.

1.2.1

-27

-27

，  
 .  
 ，  
 ( -24, -25),  
 -  
 .  
 « »，  
 1985 ， 1990 .  
 ， « -10-1», 20  
 1977 . -21 3  
 . -27  
 ， 10-7 1981  
 -31 .

-27

：  
 .  
 42 ， 15 .  
 ，  
 .  
 ，  
 -  
 .  
 ，  
 ，  
 ，  
 -  
 .

-31

-

« »

1500 .

,

-31 ( )

,

$\pm 15$  ,

( 12000 )

3680 1500 .

,

,

- ,

.

-36 .

-

-27 [5]

« »

,

( ).

,

,

.

-156 ,

-27. :

,

.

.

« - ».

.

,

.

12000 (9400

0.785).

2800 / 2

-31

« » . . . .  
4-

, 9-

125

« » 77,7 - « ».  
0.075 /

- 0,192 / .

1665 .

« » ,

:

• 30% ;

• ;

• ;

• 50

GPS NAVSTAR

-3307-02;

• ;

• ;

« » ( , ) ;

• VOR/DME;

• ILS/DME;

• RBC ;

• , , , ;

• FLASH -27 ;  
• , ,  
- , FLASH -  
02 -3 ( - -02 -3) ;

• , ;

• . [6]  
01.01.2024 -27  
69% . ,  
-27  
, ,  
, ,  
, ,  
« » , ,  
, ,  
**1.2.2 -29** .  
-29

F-15.

1997 , -29 1974 , 1982 .

100

. [7]

(  
-29 (9-51)),

( )

« ».

” ”

).

(

-36

( 2).

-33

33,



,  
 ,  
 : 9-12, 9-13, -29 ( ),  
 - 9-51,  
 . -29 18 ,  
 :  
 -29 1 - -29,  
 20% . 100 , 45 -  
 . -27 1 -27 1.  
 95 .  
 -29 2 - -29  
 1. -  
 . [8]  
**1.3 -31 -33.**  
 -31 -33  
 . ,  
 ,  
 ,  
 .1.3 -31 1973  
 -  
 ,  
 , -11 -1 ( )  
 ), -7 -7. -31  
 1977 , 1985 .

,  
 , ( -31 )  
 - ( -31 ).

,  
 ,  
 ,  
 ,



. 1.3. -27 -29 [9]  
 -31 ,



.[9]

**1**

F-16,

-27

-29,

-29

-27,

2. -31 , -33,

-31 ,

1985 - 1991 .

60 , 12

2015 - 2023 .

-33,

-29, ,

1983 2012 , 1988 -

2024 . -33

( 1- ) ,

, 106 , 16

-

-29, -27, -33, -31 , ,

, -27,

23 30 .

-

-29, 27,

-33, ,

-31 .

-31

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



. [10]

-99,

-31

-31.

-31



( ) ,

( ). ,

- , , .  
, - . ,  
, ( )

.  
,

.

.

, ,

.

. [12]

,

.

,

,

.

-

:

,

,

,

« » ,

.

,

3

,

,

.

,

,

.

,

.

( ) ,

’ , ’ , , , , ,

· , - ·

:

· : ,

· , · ,

· , ,

24

· , ,

· , ,

· - :

( ) .

· , ,

· , ,

· , ,

· , ,

5

20

53

94

( )

24

1500.

2 3

2.3

-31

-33.

-33

-31

250°

500° ,

( -1,

8),

( =4,5 10³),

( 12 18 9 ). [2]

550°

13 11 2 2 , 14 17 2 .

20%

(Al), (W), (Nb) . . (Ni) (Co), (Cr), (Mo),

0,02-0,03 .

-31

1-5

1-6

. [10]

1-2 .	3-1	Ti-Al-Mo-Cr-Fe-Si
3-5 .	-18	Ti-Al-Zr-Mo-Nb-Si
6-9 . ( 718- )	45	Ni-Cr-Fe-Mo-W-Si

3-9 .		
1-6 .	25	Ti-Al-Zr-Sn-Mo-Si
7-9 . ,	( 742) 62	Ni-Cr-Co-Mo-Ti-Al
4-9 .	( -708) 62	Ni-Cr-W-Mo-Fe-Al
	( -648) 50	Ni-Cr-W-Mo-Fe-V-Ti-Al
	( -99) 50	Ni-Cr-W-Co-Mo-Fe-Al-Ti-Nb
	-26	Ni-W-Co-Al-Cr-Fe-Nb-Mo
	-6	Ni-Co-W-Cr-Al-Mo
	20	Ti-Al-Zn-Mo-V

-33

-31 ,

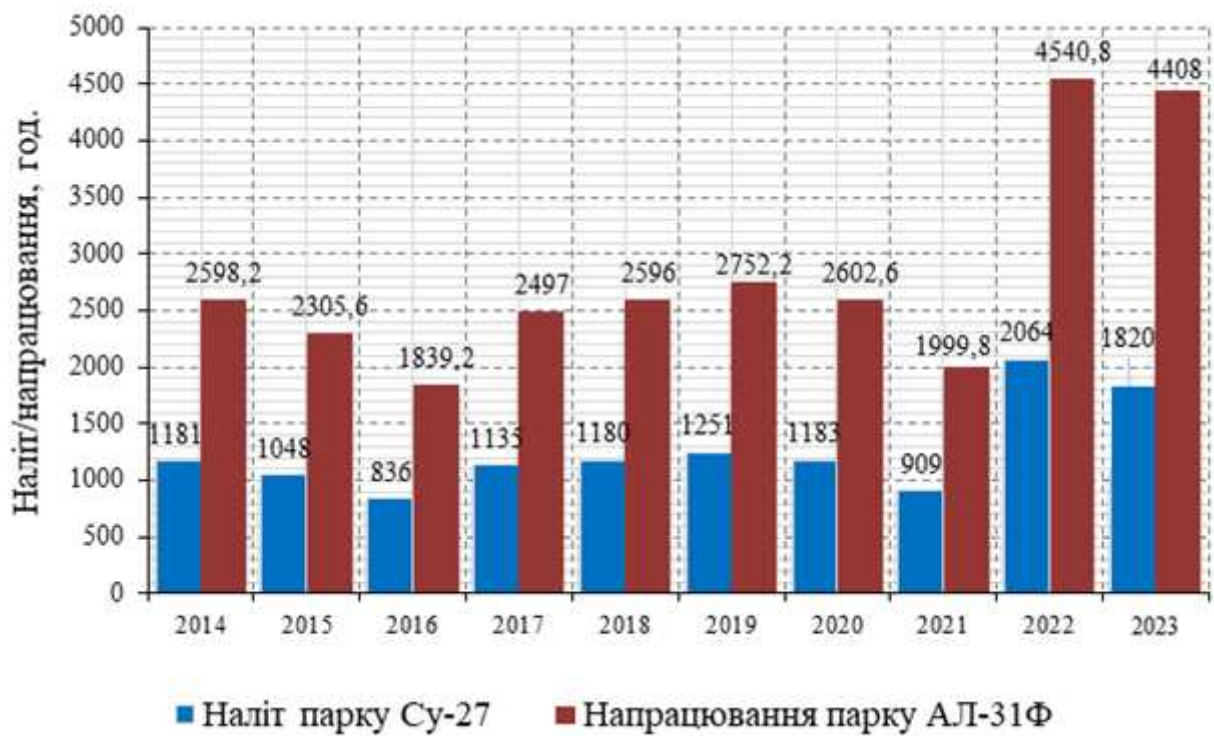
( -5, -14), ( 19, 95, 4-1, -10),  
( 20-140, 4-1); (30 ,  
30 2 ,40 40 ).

，  
，  
-26，  
6 - .  
-74 ，  
698 ( 73 ).  
B 20 ， ，  
，  
-4 .  
-99 ( 50 ).  
20，  
3- ， - -4 .  
2  
-33 -31  
： « »，  
，  
-  
，  
2009 -33 -31  
2014 ， 42 -33，  
-33.  
-33

-29,

« »

-33,



2.3.

-27,

[11]

« »

-31 .

« -

»

:

,

,

1 .  
 ( 2.3) ,  
 -31 .  
 -27  
 .  
 -31 . [11]  
 -31 , 2022  
 - 2023 , 2025 – 2026  
 , ,  
 -33 -31 ,  
 -29 -27.

F-16, Mirage

2000, JAS 39 Gripen.

3.

,

,

-31

-33

,

,

.

-27

-29

,

,

3

.

,

.

-

,

,

,

.

-

.

,

,

,

.

,

,

,

,

,

.

,

,

.

,

-

,

,

,

.

,

,

,

,

3.1.

-31

-33,

-27 -29,

( 1- , ) ,

( )

( ).

( )

. [14]

. [15]

2008

-29

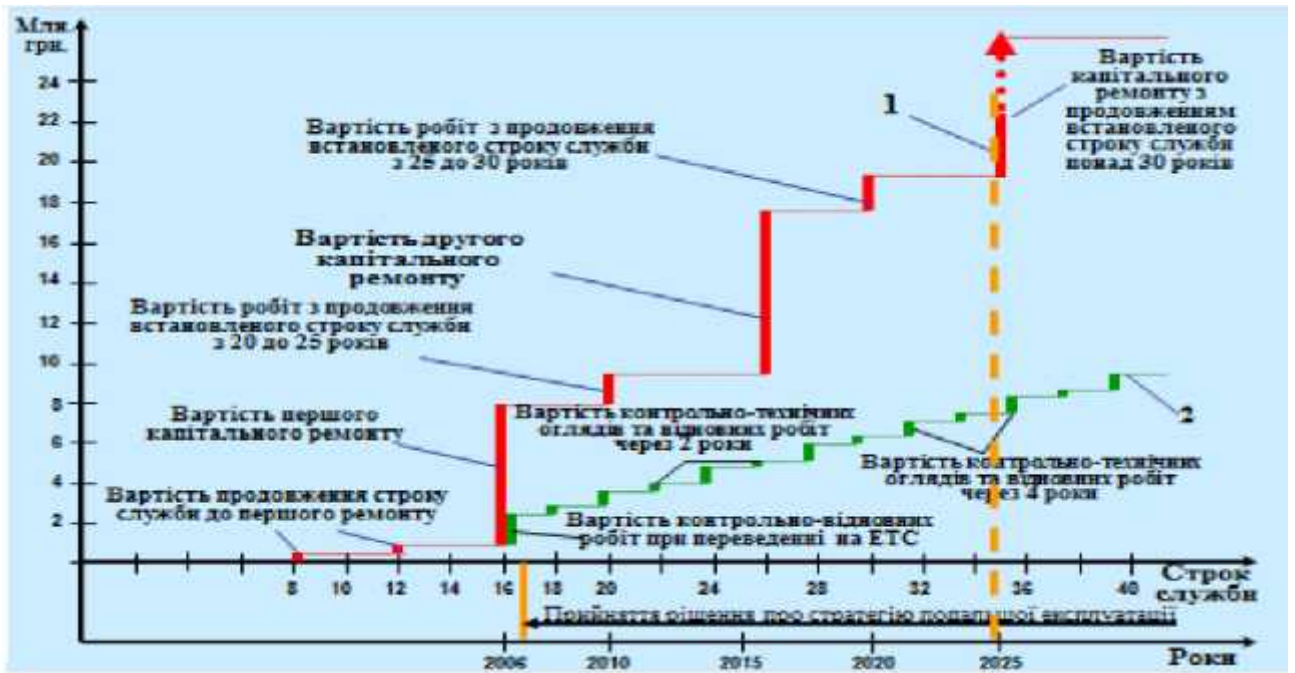
-29

1990-1991

. 3.1.1

-33

. [14]



. 3.1.1

-29

1990

- 1

- 2

[12]

41%

-33.

-33

-29

20%

-33

33

) 33%

;

) 6%

;

) 32% , , ;  
) 13% , ;  
) 16% 1- .  
-  
. 1997 2024 ,  
-33  
,  
,  
-33 :  
) «  
»;  
) ;  
) - ;  
) - ;  
) ;  
) .  
1997  
-33, 2009 -33  
-33, ,  
33.01.1.7070 ( )  
.



350

;

)

-33

(

),

(

,

,

).

-31 ,

900-1500

,

,

,

.

300

.

3.1.2

-31 ,

,

01.04.88

01.09.90.

,

,

.

-31

«

-31 ,

-33»

08.09.2014.

«

-

»

:

,

,

.

1

.

-31

«

»

1983 – 1990

1998

,

-31

( ),

2009

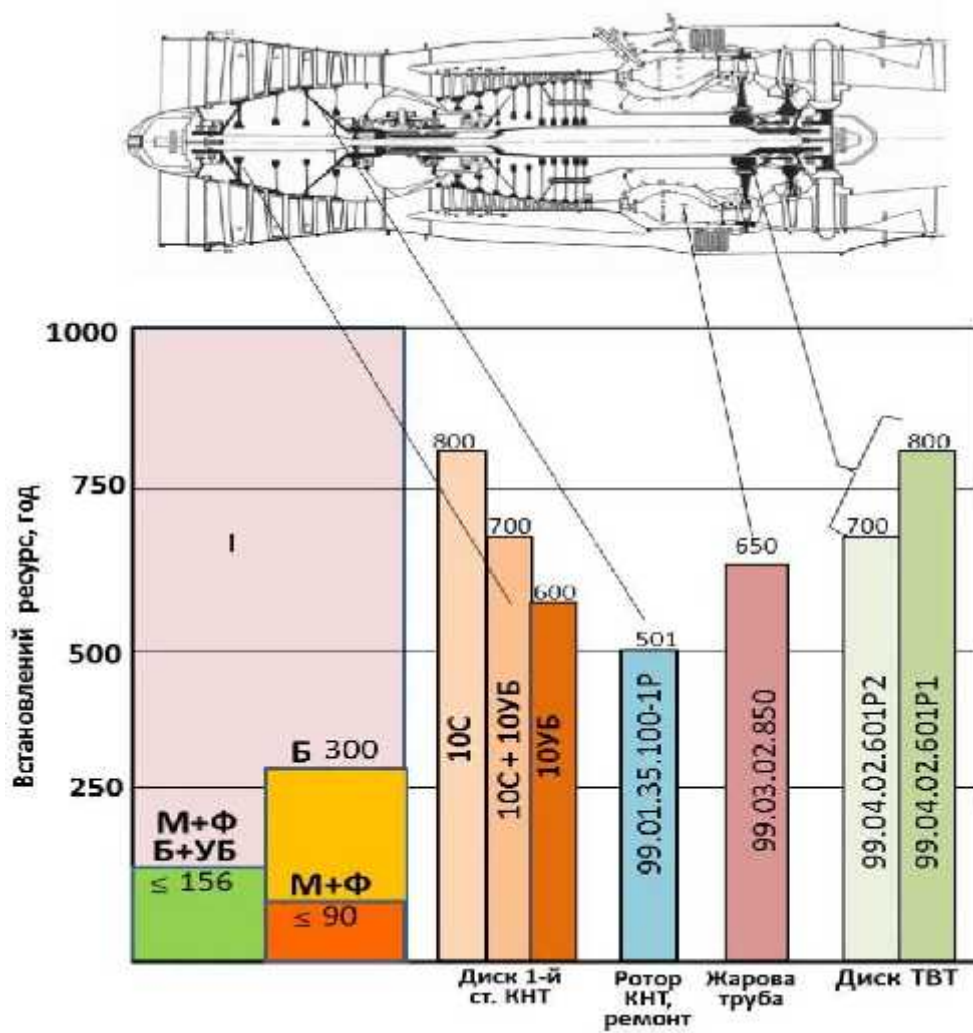
-

.

,

,

,



3.1.2.

-31

[14]

1998 2015 « » 14  
-31 . ,

16 , -31 .  
1998 2015  
-31 7 24 .

550 . [11]

-31 -33. -

3.2 ,

,

-31

650° ),

( -742),

(400-450° ).

-27,

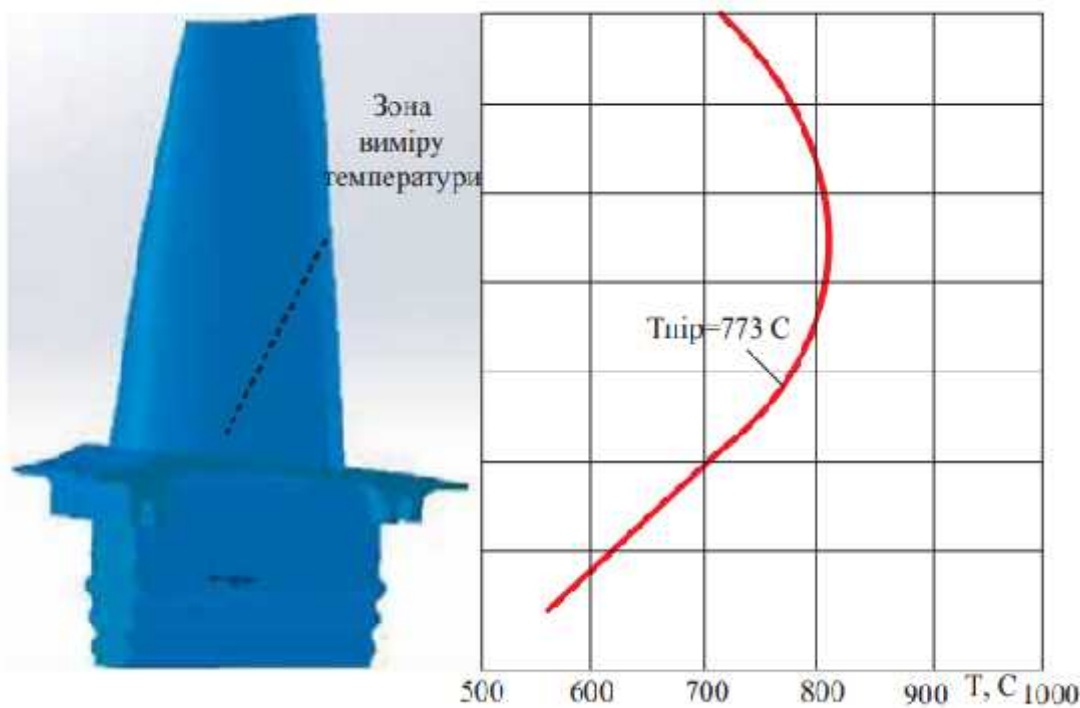
. [18]

« ».

,

« » .

. 3.2.1 400° 840° . -



« » 773° .

3.2.1

-99 “ ” ( =0, =0) [19]

( h=0; m=0),

60±20

300-

« ».



PVD),

(HVOF),

(LPPS),

NiAl

(Pt, Ni Al)

Me (Ni;Co;Fe) Cr Al Y ( ) (+ Hf- , Si- ),  
(EB-

Ni-Co-Cr-Al-Y(AlCr)/YSZ

160

( 1,2 / ( ²),

2-3

. [20]

( . 3.2.3)

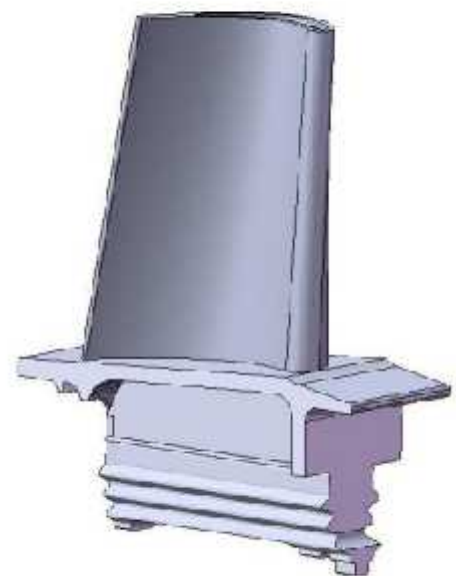
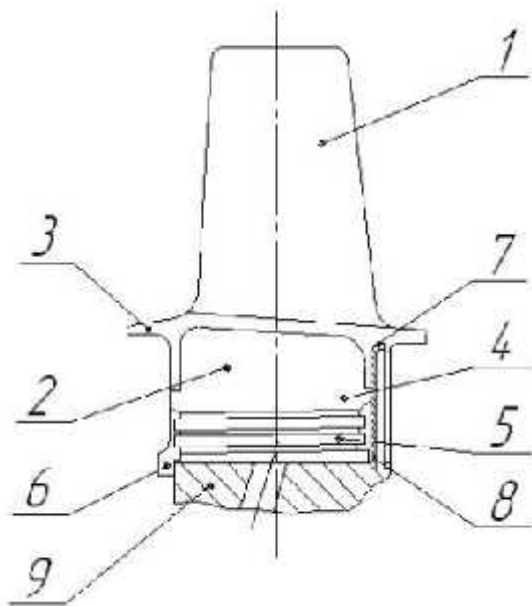
(1), (2), (3), (4), « » (5), (6),  
(7), (8). (9) 90 .

« - ».

-32- ,

(Re=3,5-4,5%) (Ta=3,5...4%),

-26,









) 0,03 ,  
 ( 1050° );  
 ) -2 (Ni-Cr-Al-Y) 0,06-0,08 ) ,  
 ( 1050° );  
 ) -16 (Al-Ni-Y),  
 1050° ;  
 )  
 -2 ( ), 0,0-0,06 , .

-2,+ -16 . -  
 ,  
 , « -  
 » -  
 ( -1, -2). - -  
 NiCoCrAlY+AlNiY ( -4+ -16)  
 (ZrO2).  
 (Y2O3),

( ),  
 1100° .  
 1- , .  
 , , .  
 .



« - »,

« »

(

-32 )

9027:2020.

1-

( <20 )

. [22]

- ) « -10» 0,01...10 ( 577:2009);
- ) «N2» 0,02...0,5 ( 2-034-0221197-011-91);
- ) « -IV» 60...630 ( 10197-70)
- ) «2- 1» 0,5...100 9038:2009;
- ) « -1» 0,1...125 166-89;
- ) « -25» 0,01...25 6507:2009;
- ) « 6367-2407» 0,2...3 [21]

« »

9001, AS/EN 9100),

3

-31

-33,

« - » « - ».



## 4.1

4%

(SO<sub>x</sub>),

( ),

( ),

(NO<sub>x</sub>),

»,

«



(CORSIA).

5

39-3

(CORSIA)

2

(

)

2020

. [24]

26.03.2019

381

«

».

30

2019

,

,

-

(

)

Doc. 9829 AN/451

02.08.2019

1001

«

( )

».



01.107.001 – 2018 (01) -  
( ) (STANAG  
7147 (Ed. 2) / AJEPP-4 (Ed. B), Joint NATO doctrine for environmental protection  
during NATO-led military activities, NEQ);

01.107.002 – 2022 (01) -

01.107.004 – 2022 (01) -

( )  
(STANAG 2583 Ed. 2 / AJEPP-3 Ed. , Environmental  
management system in NATO operations, MOD).

010.001:2024(01)  
(STANAG 7160 Ed. 5 / AFSP-01 Ed. C «Aviation Safety», IDT)

01.046.001 – 2019 (01)

[25]



’ 1000 3 -1000

217 [27]

’

.

’

’

’

’

’

’

.

’

«

».

«

»

’

’

’

’

.

’

.

-

’

’

’

’

( ), /

( ),

-005: 6000.2.8.08 «

’

».

’

’

’

.

« »,

2016-2017

4

87 %

(ICAO).

ICAO

ICAO,

- ,

. [27]

«

»,

,

.

5.

,  
 ,  
 ,  
 .  
 ,  
 .  
 ,  
 ,  
 -29, -27  
 ,  
 ,  
 .  
 ,  
 ,  
 -29  
 « » « »  
 - .  
 .  
 ,  
 ,  
 ,  
 « - », « », « - »,  
 « ».  
 ,  
 -  
 ,  
 ,  
 ,  
 - .

5.1

-27

-29

.

,

,

,

,

,

:

) ( - ,

3464-96,

« -

»),

;

) ,

EN 60745-1:2014;

) ,

,

,

,

( , ,

EN

ISO 11148-5:2014

5. - (EN ISO 11148-5:2011, IDT));

) ;

) ,

110

,

,

:

«

»,

«

»

,

,

,

.

,

,

.

.

,

,

,

.

:

)

;

)

;

)

(

)

;

)

;

)

.

,

,

,

,

,

,

,

,

.

,

,

,

,



33

( -145 ).

， ，  
，  
·  
，  
：  
)  
，  
，  
；  
)  
，  
，

. [29]

，  
·  
，  
，  
，  
·  
《 》  
·  
《 - 》。  
，  
·  
-32 ，  
·

( )，

，

) 0.00-6.03-93 «  
 , »  
 21.12.1993 ;  
 ) 0.00-4.15-98 «  
 » 01.09.2017 ;  
 ) 0.00-4.12-05 «  
 » 25.10.2024 ;  
 ) 0.00-1.71-13 «  
 » 19.12.2013 .  
 , ,  
 , .  
 :  
 ) ;  
 ) ( .2.5-28:2018;  
 ) ;  
 ) , ;  
 ) , ;  
 ) , ;  
 ) , ;  
 ) , - , ;  
 ;

) , , .  
, , .  
:  
) ;  
) ,  
;  
) -  
) ;  
) , , ,  
) ;  
) ,  
) ( , , , , ) ,  
) ( ) .  
) , , ;  
) , (X, YZ),  
) ;  
) ,  
,  
.2.5-56:2014,  
.

36:2016 «

,

»,

«

.

» ( 40.1-1.32-01),

,

,

.

.

,

,

,

,

.

,

,

,

,

,

.

,

.

,

,

,

,

(

)

(

-

).

,

,

-

26

2013

444 «

».

,

,

,

,

:

,

,

,

,

,

15 2018 25,  
23 2018 225/31677. [30]  
**5**

, , ,

, ( ) ,

· , ,

, ,

, , , ,

·

2035

, ,

, ,

· ,

,

,

·

,

,

·

-27

-29,

,

, ( / ,  
, )  
-  
. / -33  
: « - », «  
», « ».  
-31 «  
».  
,  
,  
,  
. ,  
,  
4++ Saab JAS-39E/F Gripen,  
F-16 Block 70/72,  
. ,  
,  
.

1. (NASA). : <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/UEET/StudentSite/engines.html>
2. . . . . :  
«  
». . . . . - 1989 . 368
3. . . . . :  
. . . . . :- 2001 -320
4. , «  
-29 », 21.06.2023 .  
: <https://mil.in.ua/uk/news/v-ukrayini-modyfikovaly-myg-29-pid-nove-ozbroyennya/>
5. , « -27»,  
28.11.2009 . : <https://mil.in.ua/uk/articles/su-27/>
6. Ukrainian Military Pages ,  
« -27»,  
13.02.2020 . : <https://www.ukrmilitary.com/2020/02/su-27-mod.html>
7. .« -29 (9-12)» :  
<https://aviamuseum.com.ua/ua/exposition/exposition/kb-mig/212-mg-29>
8. -29:  
: <https://fakty.com.ua/ua/ukraine/suspilstvo/20240804-mig-29-tehnichni-harakterystyky-ta-osoblyvosti-vynyshhuvacha/>
9. - , «  
« » ,  
25.03 2021 . : <https://defence->

[ua.com/people\\_and\\_company/lrz\\_motor\\_vidremontuje\\_dviguni\\_dlja\\_troh\\_bojovih\\_litakiv\\_zsu-3231.html](http://ua.com/people_and_company/lrz_motor_vidremontuje_dviguni_dlja_troh_bojovih_litakiv_zsu-3231.html)

10. . . . -31 : . , .  
, 2013 . 246 .
11. - . «  
-27 » . 2023
12. , . . -33: . ,  
, 2013 . - 99 .
13. . , . .  
. - : , 2001 - 312 .
14. - . «  
» . . , 2024
15. . , . , . . -  
.  
15 (22). 138-143. . 2019
16. « -  
» 05.07.2016 343.  
18.04.2023 . : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1101-16#Text>
17. . , . , . , . . - : ,  
2004 -172 .
18. . , . , . ,  
- .  
- . 10 (17). 188-196. . 2014
19. . , . , -  
.  
14 (21). 119-122. . 2018



30.

«

	1 2 .
--	-------

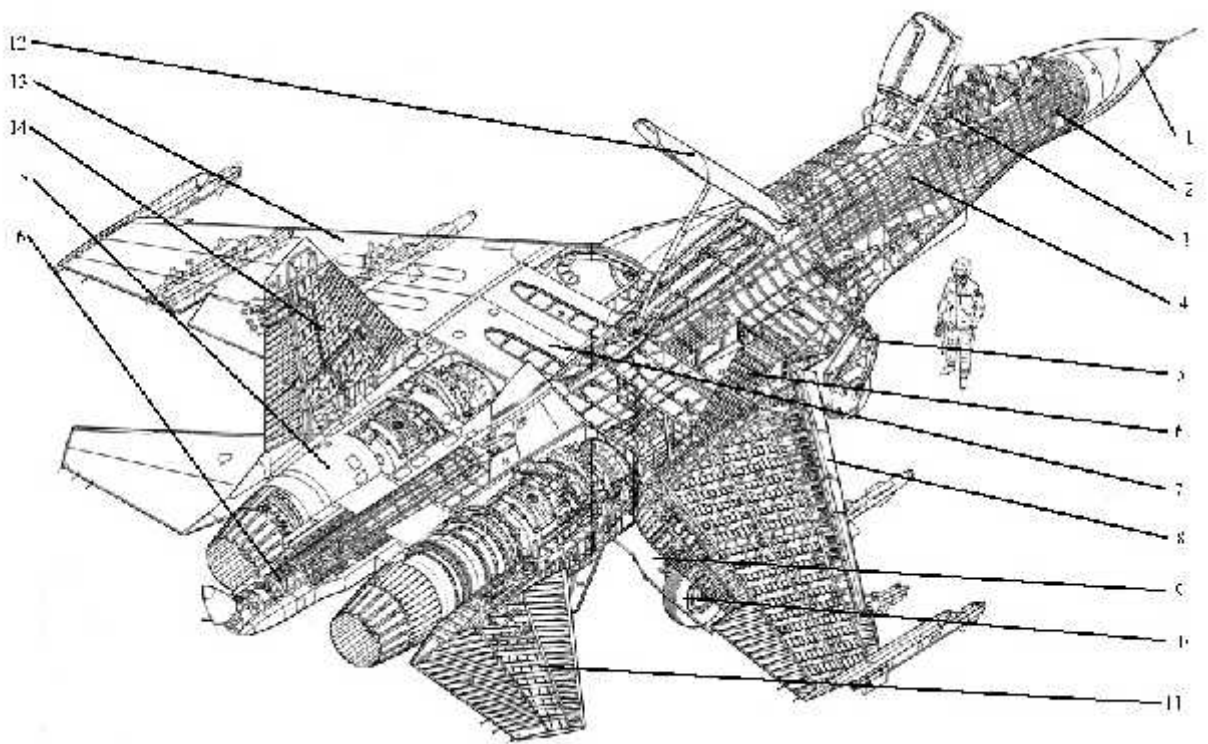
» 30.12.2014 1417. 14.08.2024 . :

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text>

	14,7
	21,93
	5,93
	62,037 <sup>2</sup>
	42
	16380
	23000
	30000
	5270
	9400
( 0,785)	
	2                      -31
	2 7600
	2 12500
	1400 /
	2500 / ( =2,35)
	18000 /
	18500
	24000
	3900
	-30-1 (150                      )
	10
	8000

1.2.1.1. -

-27 [5]



. 1.2.1.2.

-27 [11]

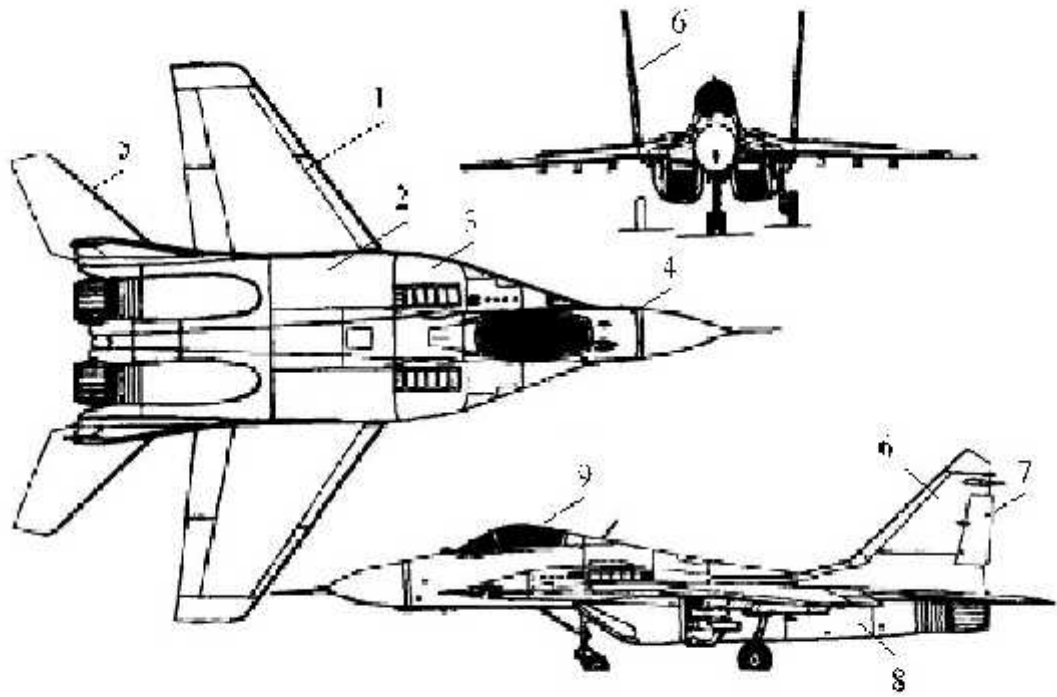
- 1 – ; 2 – ; 3 – ;  
 4 – ; 5 – ;  
 6 – ; 7 – ; 8 – ;  
 9 – ; 10 – ; 11 – ;  
 12 – ; 13 – ; 14 – ;  
 15 – ; 16 – ;

-29	12	9-13
	2	17,3
,		17,3
,		4,73
		4,73
		3,1
		3,09
	5	3,64
		3,64
2		38
		38
	6	11,3
		11,3
,		73,5
2		73,5
		2,84
		2,84
		1,93
		1,93
,		25
,		25
	80	110
		113
,		65
	80	143
		148
	80	45
,		184
	80	184
		129
,	00	129
		129
,	60	157
		157
	0	420
		440
,		570
		824

	0	0
( / )	150	150
	0	0
( / )	240	240
	0	0
,	180	177
	00	50
,	143	149
	0	0
,	210	275
	0	0

1.2.2.1. -

-29 [7]



. 1.2.2.2.

-29 [14]

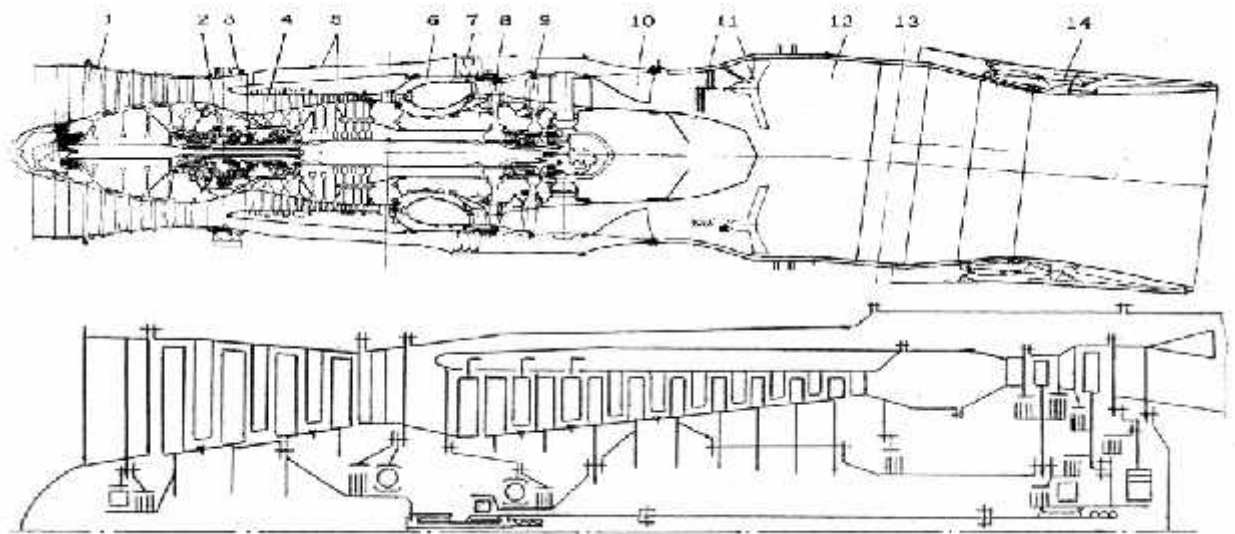
1- ; 2- ;

3- ; 4- ;

5- ; 6- ;

7- ; 8- ;

9- .



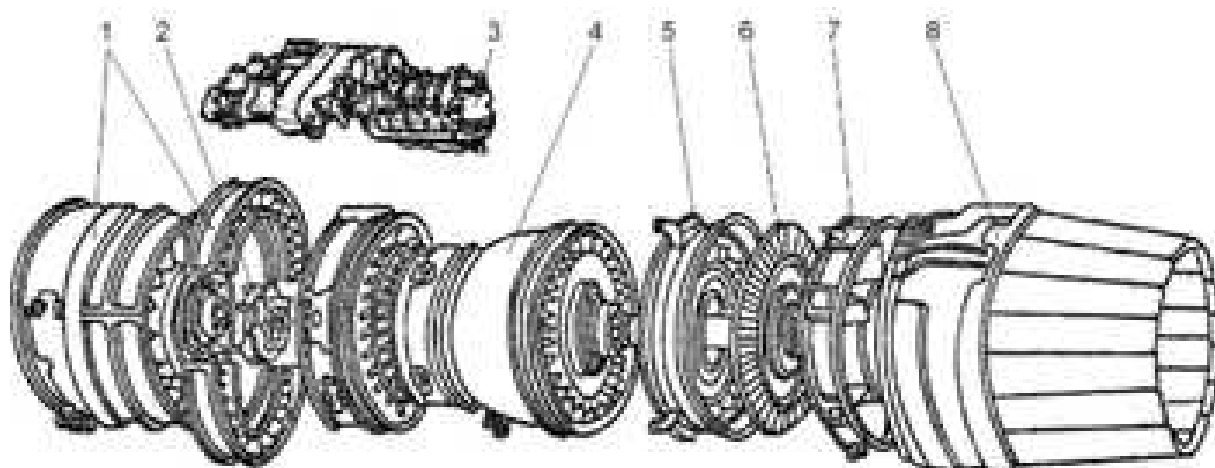
2.1.1

-31 [10]

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

« »,	125,0
« »,	77,7
« », / ·	0,196
« », / ·	0,075
, / ·	0,067
	23
	0,57
, /	112
,	1665
/ / ,	4945/905/1277
,	1520

2.1.2. -31 , = 0, = 0 [10]



2.2.1.

-33 [12]

1 – ;

2 – ;

3 – ;

4 – ;

5 - ;

6 – ;

7 – ;

8 -

« »,	83
« »,	50
« », / ·	0,214
« », / ·	0,078
, / ·	0,076
	0,475
	21
, /	76,5
,	1536
/ ,	4230/1040
,	1055

2.2.2.

-33, = 0, = 0[12]

## Контрольно-операционная карта отливки

Обозначение детали: 1780402002		Наименование детали: Лопатка рабочая ТВД Сплав ЖС32-ВИ ТУ		
Обозначение техпроцесса: СпТП-77-66А-020/2016		Инд. номер детали: 190 Марка сплава: ЖС32-ВИ		
Дата выдачи: 24.10.2017		Распределитель работ: _____ Мастер: _____		
Номер опер.	Наименование операции	Отметка о выполнении, заключение (годн./брак.), дата	Фамилия, подпись исполнителя, дата	Фамилия, подпись контролера, дата
1	2	3	4	5
170	Плавка металла, заливка оболочек, кристаллизация отливок	№исх. 6ТР6021 №цех. 24ТР1 №бл. 32	Островский	—
180	Спектральный анализ	25/10/17	Истомин	—
185	Контроль химический	26.10.17	Истомин	—
190	Отрезка отливок от литниковой системы	25/10	Истомин	—
195	Обдувка отливок электрокорундом	25/10	Кравченко	—
200	Визуальный контроль	25/10	—	Корсаков 25/10/17
205	Отрезка остатков прибылей от отливок	25/10	Истомин	—
210	Зачистка. Подготовка отливок к удалению керамического стержня	25/10	Истомин	—
215	Удаление керамического (обожженного) стержня. Нейтрализация	1-й цикл	Истомин	—
		2-й цикл	—	—
		3-й цикл	—	—
220	Рентгеновский контроль	25/10	—	Истомин 25/10/17
225	Обдувка отливок электрокорундом	25/10	Кравченко	—
230	Защита внутренней полости отливок перед травлением	25/10	Истомин	—
235	Визуальный контроль	25/10	—	Корсаков 25/10/17
240	Травление отливок для контроля макроструктуры и КГО	25/10	Истомин	—



ГП «Ивченко-Прогресс» Бюро металловедения ОГМет	Протокол № 114ц		Дата 15.03.2018г
Обозначение	1780402010	- 128 шт + 9 обр.; обр. № 136	
Наименование: лопатка рабочая ТВД			
Материал: ЖС32-ВИ			
Результаты исследования			
Оп. 360	новые комплекты №№ 740, 741, 744 Ш.З. 339905		
<p>Суммарная толщина покрытия СДП-2 + ВСДП-16, проверенная на наружной поверхности пера образца, на входной кромке в зоне Д1 на участке Я2 составляет ~ 0,080...0,085 мм при ТТ 0,085...0,100мм.</p>			

-2,+ -16 [21]

**Перечень нормативной и технической документации при изготовлении рабочей лопатки ТВД 1780402010**

1. Чертеж 1780402010 СБ. Лопатка рабочая ТВД.

**согласно ТТ чертежа 1780402010 Сб:**

2. 178-ТУ-2 Лопатка рабочая ТВД. Технические условия.
3. ОСТ 1 00022-80 Предельные отклонения размеров от 0,1 до 10000 мм, допуски формы и расположения поверхностей не указанные в чертеже.
4. ТУ 1-595-6-160-93 Припой марки ВПр36. Технические условия.
5. 178-ТУ-3 Контроль качества пайки заглушек лопаток рабочих ТВД. Технические условия.
6. 8/79-75 Гидроабразивная обработка отверстий в деталях и сборочных единицах. Инструкция.
7. И 7541318.77.0116 Нанесение газоциркуляционного хромоалитирования на лопатки турбин за одну стадию. Инструкция.
8. ТУ 1-92-113-87 Катоды литые трубные. Технические условия.
9. ТУ 1-595-27-187-84 Литые трубные заготовки катодов из алюминиевых сплавов для получения жаростойких покрытий методом вакуумно-плазменной технологии высоких энергий на установке МАП-1.
10. 77.25201.00200 Нанесение газоциркуляционного хромоалитирования на лопатки турбин. Инструкция.
11. ТУ 7541318.77.005-94 Контроль покрытий, нанесенных методом вакуумно-плазменной технологии высоких энергий. Технические условия.
12. ОСТ 1 90282-79 Качество продукции. Неразрушающий контроль. Капиллярные методы.
13. 178-И-5 Контроль объемных остаточных напряжений в рабочих лопатках ТВД. Инструкция.
14. И 24.7541318.35.003-93 Инструкция по контролю частот собственных колебаний рабочих лопаток компрессора и турбины.
15. И 82.25003.00013 Контроль деталей вихретоковыми высоко-частотными статическими дефектоскопами. Инструкция.
16. 178 00 00000 И18.1 Инструкция по проверке рабочих лопаток ТВД на усталостную прочность.
17. И 7541318.75.031-02 Режимы упрочнения хвостовиков лопаток двигателя АИ 222-25 и его модификаций.
18. И 7541318.75.0114 Лазерное маркирование деталей газотурбинных деталей. Инструкция.
19. И 7541318.35.012-98 Создание твердотельных математических моделей деталей и сборочных единиц. Инструкция.

233



# Операционная карта

Карта создана  
Р/д 178-4/2015

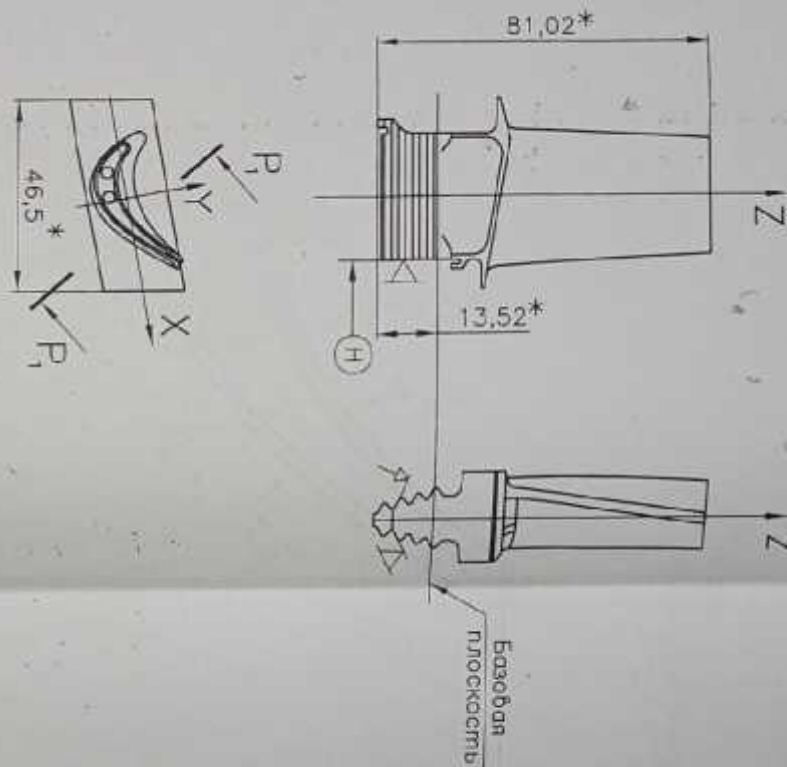
Наименование детали  
Лопатка рабочего ТВД

Обозначение детали  
1780402010

Номер операции Лист - 1  
335 Листов 2

Формат 76-014

√ Ra1,6



Слонон N	Материал	N	Режим резания
Фурно	ЖСЗ-ВИ	пн	
Материал	Титановый	1	
Наименование операции		2	
Фрезеровка с ЧПУ		3	

N	П е р е х о д	О с н о в н ы е	О б о з н а ч е н и е
1	Обработка поверхности Е1 согласно эскизу	Прав. фрез	УБЗ22-00-1904
		Проверочка	ПУ 24945-Ф
		Индикатор	ИЧ10 кл.1
		Спилима индив.	С-IV
		Канцелярские меры	2-Н1
		1. Переход от поверхности Е1 к поверхности Ф1 на краях по контрольному образцу	111-55-304
	Примечание:		
	1.* - размеры для справок		

ОГП Ученкино-Прогресс, 2016

Технолог	Хуцянко	Руководитель техн. службы	Величко
Фамилия	Хуцянко	Фамилия	Величко
Подпись	<i>Хуцянко</i>	Подпись	<i>Величко</i>
Дата	5.07.15	Дата	11.01.16

Создано	Должность	Техника безопасности
	Фамилия	
	Подпись	
	Дата	

ИОТ: 36.258-00

**Документ підписано у сервісі Вчасно (продовження)**

Лелюшок О..pdf

Документ відправлено: 06:53 09.12.2024

Документ отримано: 23:11 08.12.2024

**Відправник документу**

**Отримувач документу**

**Електронний підпис**

06:53 09.12.2024

Ідентифікаційний код: 2738315065

Мікосянчик Оксана Олександрівна

Власник ключа: Мікосянчик Оксана Олександрівна

Час перевірки КЕП/ЕЦП: 06:53 09.12.2024

Статус перевірки сертифікату: Сертифікат діє

Серійний номер: 2DBD5940D955E12A0400000413D02009A700A00

Тип підпису: кваліфікований

**Електронний підпис**

10:17 09.12.2024

Ідентифікаційний код: 1893206531

ОЛЬХОВИК ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

Власник ключа: ОЛЬХОВИК ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

Час перевірки КЕП/ЕЦП: 10:17 09.12.2024

Статус перевірки сертифікату: Сертифікат діє

Серійний номер: 5E984D526F82F38F04000000CD4CD500A07E4605

Тип підпису: удосконалений

**Електронний підпис**

10:43 09.12.2024

Ідентифікаційний код: 3325409579

ЛЕЛЮШОК ОЛЕГ ВАСИЛЬОВИЧ

Власник ключа: ЛЕЛЮШОК ОЛЕГ ВАСИЛЬОВИЧ

Час перевірки КЕП/ЕЦП: 10:43 09.12.2024

Статус перевірки сертифікату: Сертифікат діє

Серійний номер: 5E984D526F82F38F040000009CEF6B01FF412E05

Тип підпису: кваліфікований

**Електронний підпис**

18:42 09.12.2024

Ідентифікаційний код: 2620606233

Повгородній Володимир Олегович

Власник ключа: Повгородній Володимир Олегович

Час перевірки КЕП/ЕЦП: 18:42 09.12.2024

Статус перевірки сертифікату: Сертифікат діє

Серійний номер: 382367105294AF9704000000BCFD3F0161D33503

Тип підпису: кваліфікований

**Електронний підпис**

03:14 19.12.2024

Ідентифікаційний код: 2971701463

ЯКИМЕЦЬ ІРИНА ВЯЧЕСЛАВІВНА

Власник ключа: ЯКИМЕЦЬ ІРИНА ВЯЧЕСЛАВІВНА

Час перевірки КЕП/ЕЦП: 03:14 19.12.2024

Статус перевірки сертифікату: Сертифікат діє

Серійний номер: 5E984D526F82F38F04000000FD589D0195DAB505

Тип підпису: кваліфікований