

669.2/8.002.8

34.33

27

27

• „ • „ • „ • •

’ ./ . ’

• • - ∴

« « », 2002.-224 .

- ,

, -

, , .

- -

, , -

, ,

, , -

.

8 5-902118-01-8

©

«

», 2002

, 2002

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

ПЕРВАЯ

1



родны	"	.
М.С. Игу		
21.11.19		-
Лосова, с		
Платин	,	
Е. Кре	"	"
ра		.
		-
бо		,
ис		,
и пробл		,
та		,
хв	-	,
ал		-
м		.
1900		
1911		
1921		
1931		
1941		
1951		
1961		
1971		
1981		
1991		
2001		
2011		
2021		
2031		
2041		
2051		
2061		
2071		
2081		
2091		
2101		
2111		
2121		
2131		
2141		
2151		
2161		
2171		
2181		
2191		
2201		
2211		
2221		
2231		
2241		
2251		
2261		
2271		
2281		
2291		
2301		
2311		
2321		
2331		
2341		
2351		
2361		
2371		
2381		
2391		
2401		
2411		
2421		
2431		
2441		
2451		
2461		
2471		
2481		
2491		
2501		
2511		
2521		
2531		
2541		
2551		
2561		
2571		
2581		
2591		
2601		
2611		
2621		
2631		
2641		
2651		
2661		
2671		
2681		
2691		
2701		
2711		
2721		
2731		
2741		
2751		
2761		
2771		
2781		
2791		
2801		
2811		
2821		
2831		
2841		
2851		
2861		
2871		
2881		
2891		
2901		
2911		
2921		
2931		
2941		
2951		
2961		
2971		
2981		
2991		
3001		
3011		
3021		
3031		
3041		
3051		
3061		
3071		
3081		
3091		
3101		
3111		
3121		
3131		
3141		
3151		
3161		
3171		
3181		
3191		
3201		
3211		
3221		
3231		
3241		
3251		
3261		
3271		
3281		
3291		
3301		
3311		
3321		
3331		
3341		
3351		
3361		
3371		
3381		
3391		
3401		
3411		
3421		
3431		
3441		
3451		
3461		
3471		
3481		
3491		
3501		
3511		
3521		
3531		
3541		
3551		
3561		
3571		
3581		
3591		
3601		
3611		
3621		
3631		
3641		
3651		
3661		
3671		
3681		
3691		
3701		
3711		
3721		
3731		
3741		
3751		
3761		
3771		
3781		
3791		
3801		
3811		
3821		
3831		
3841		
3851		
3861		
3871		
3881		
3891		
3901		
3911		
3921		
3931		
3941		
3951		
3961		
3971		
3981		
3991		
4001		
4011		
4021		
4031		
4041		
4051		
4061		
4071		
4081		
4091		
4101		
4111		
4121		
4131		
4141		
4151		
4161		
4171		
4181		
4191		
4201		
4211		
4221		
4231		
4241		
4251		
4261		
4271		
4281		
4291		
4301		
4311		
4321		
4331		
4341		
4351		
4361		
4371		
4381		
4391		
4401		
4411		
4421		
4431		
4441		
4451		
4461		
4471		
4481		
4491		
4501		
4511		
4521		
4531		
4541		
4551		
4561		
4571		
4581		
4591		
4601		
4611		
4621		
4631		
4641		
4651		
4661		
4671		
4681		
4691		
4701		
4711		
4721		
4731		
4741		
4751		
4761		
4771		
4781		
4791		
4801		
4811		
4821		
4831		
4841		
4851		
4861		
4871		
4881		
4891		
4901		
4911		
4921		
4931		
4941		
4951		
4961		
4971		
4981		
4991		
5001		

1

11-4.

1.1.

. 1.1.

$$(\quad)$$

*I*

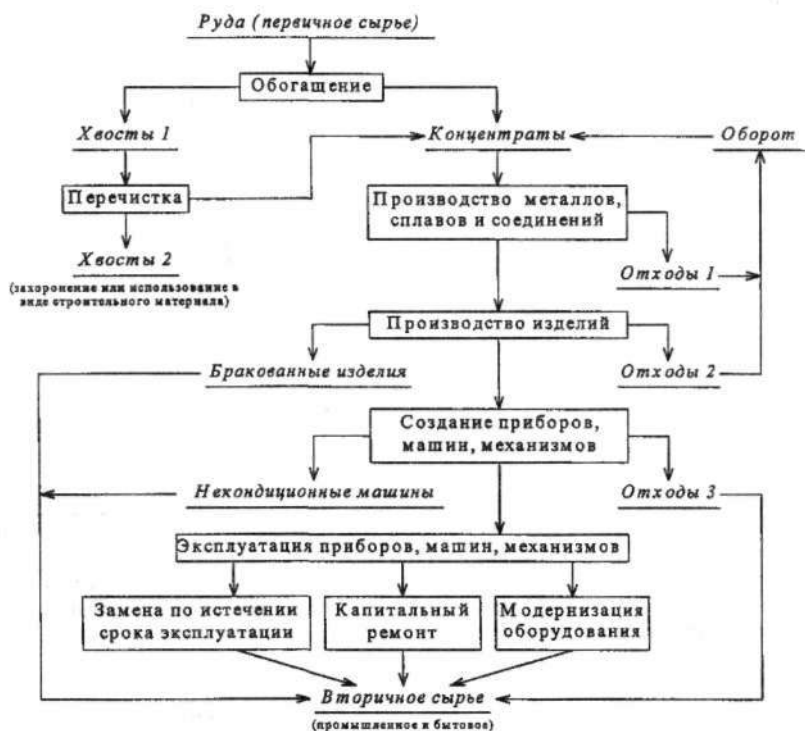
создают  
как проект

1.1

Источники вторичной энергии		
Металлургическая химическая промышленность	( )	( )
Электротехническая и радиотехническая промышленность	( )	( )
Машиностроительная судостроительная авиационная космическая промышленность	( )	( )
Бытовое	( )	( )

3,

(3)



1.1.

1 -

2 -

3 -



---

2

: 1 - ; 2 - ; 3 -

[1],

; 3 -

КМ,		,		;	-	-
ХОД				;	-	-
ТАБЛ	;	-		;	-	-
НМ		,		.		-
ЛН		.				-
РН	,		-			-
ПОД	.	,				-
НН						-
ЧОД	.	,	,			-
ОД			,			-
ВН	-				96-98% XV, (90% XV),	-
ТБ	-					40%
Λ		,				-
ТБ						-
С		13	,			3.
ММ,	-10	,				(10%
Р);	-	(%		): 90 XV, 6	, 4	. .
М		,				-
М		:				-
Р		-				-
К		;				-
М		-				-
Ч					( 10%)	-
С			,			;
В		-				-
В						-
С						-
М		,				-
С	,		,			.
М	,					-
С		:	-			-



**1.**

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

**2.**

**2.**

-

( ): -

, , , , ; -

( ):

, , , ,

; -

( ):

,

( ); -

, , , , ;

; -

( ):

, , , ,

( ),

( ),

.

3. :  
- (10-90% ); -  
(1-10% ).

4. :  
- ; - ; -  
; - ; - ( -  
- ).  
- ,  
- ,  
[2-5].  
- ,  
- ,  
- ,  
- ,  
- ,  
- ,  
- .

1. 1639-78 - .
2. „ , „ .  
- ,  
- // „  
- „ - ∴  
1987. - . 74-89.
3. . „ . „ . .  
- - ∴  
- , 1993. - 289 .
4. . . ,  
- ,  
- // . 1996. 10. . 4-7.
5. ,  
- / . . . - ∴  
- , 1996. - 290 .

# Г 3

Р  
С



С			$= 6.8$
О			
СН			$-1 / ^2$
СН			$-0.5 / ^2$
С			$= 2.2,5$
Р			$= 6.8$
М			$= 2.5( ),$ $= 4.0( 1)$

[1]

( )

[2].

( ),

( , ).

. 3.1.

/

\*

( , . ).

( . 3.1, ).

( . 3.1, ).

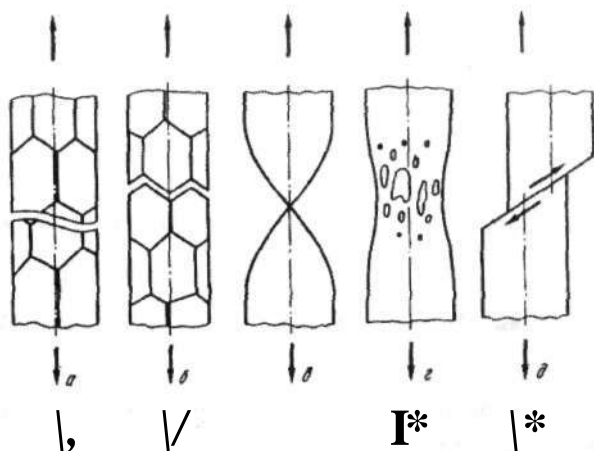
( )

( )

( . 3.1, ).

( . 3.1, ).

( . 3.1, ).



. 3.1.

); -

(

; -

(

; -

);

Вспомогательные материалы, которые используются в процессе обучения, должны быть доступны для всех обучающихся. Вспомогательные материалы, которые используются в процессе обучения, должны быть доступны для всех обучающихся. Вспомогательные материалы, которые используются в процессе обучения, должны быть доступны для всех обучающихся.

Вспомогательные материалы, которые используются в процессе обучения, должны быть доступны для всех обучающихся. Вспомогательные материалы, которые используются в процессе обучения, должны быть доступны для всех обучающихся. Вспомогательные материалы, которые используются в процессе обучения, должны быть доступны для всех обучающихся.

[3, 4].

Вспомогательные материалы, которые используются в процессе обучения, должны быть доступны для всех обучающихся. Вспомогательные материалы, которые используются в процессе обучения, должны быть доступны для всех обучающихся. Вспомогательные материалы, которые используются в процессе обучения, должны быть доступны для всех обучающихся.

Хрушковые материалы, которые используются в процессе обучения, должны быть доступны для всех обучающихся. Хрушковые материалы, которые используются в процессе обучения, должны быть доступны для всех обучающихся. Хрушковые материалы, которые используются в процессе обучения, должны быть доступны для всех обучающихся.



[6, 7]

( .3.1.1)

( .3.1.2).

.3.1.1.

1- , 2 -

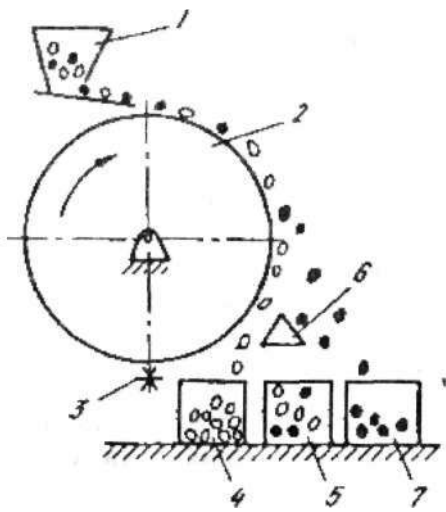
3-

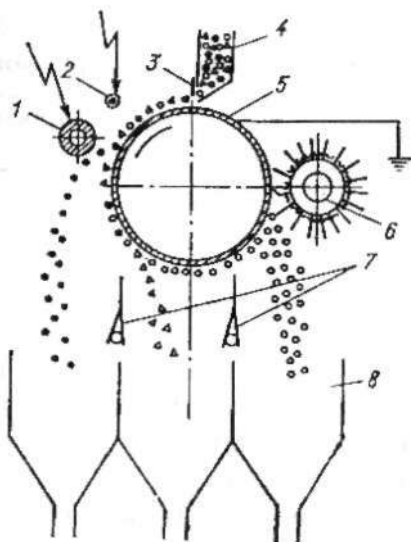
4-

, 5-

, 6-

7-





. 3.1.2.

2 -

, 3 -

, 4 -

, 5 -

, 6 -

, 8 -

(• -

-

).

25-35 ,

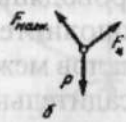
- 40-70 .

. 3.1.2 [8].

( )	$10^{-8} - 10^5$
(§1, , 8 , )	$10^2 - 10''$
(8 , 2, 120,, , )	$10^7 - 10^{17}$

( , 1, §, )  
(XV, , )  
[7, 9].

( )  
( 3.1.3).



3.1.3.

( ).

( )

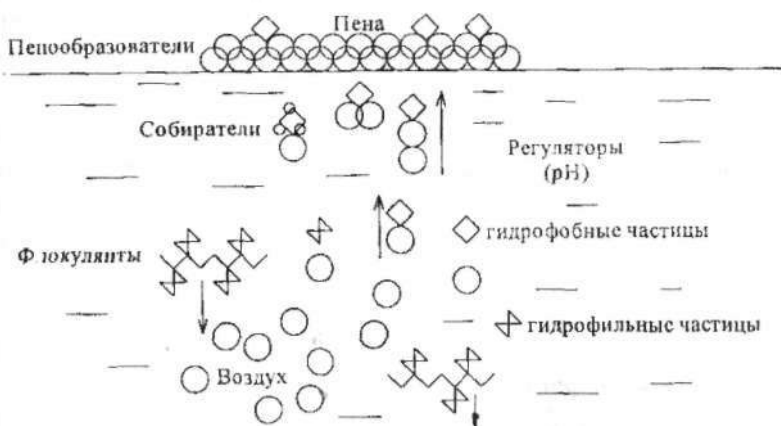
. 3.1.3.

3.1.3

	$X$	, /
( , , )	$\gg  $	100;150
( 1, \ , 1, )	$<0$	800;1600
( , , , , 8, 8, 1)	$>0$	1600



.3.1.4.



$$3^{\wedge} \%$$

$$\%$$

$$[9, 10] -$$

$$[9, 10] -$$

$$(-120, -3, -1, -2, -50, .)$$

$$(-17, -27, -1, -400, .).$$

( ) -  
 ( ), -  
 , -  
 , -  
 (- ), (- )  
 (-80<sub>3</sub> ), - (- )  
 =1 , =14)  
 (= +),  
 ,  
 :  
 ,  
 . 3.2.1.

3.2.1.

	,	, / <sup>3</sup>	- / ,
			0,1 N
-2	0,25-1,0	800	4,9-5,1
-3	0,30-2,0	650	4,3
-8	0,30-1,50	650	6,0
	0,30-1,50	450	3,0
-4	0,30-0,80	600	9,5
			0,1 N 1
-17	0,40-1,20	740	4,2
-18	0,30-1,00	700	3,0
-1	0,30-2,00	800	2,4
-10	0,30-1,50	* 600	<b>14,0</b>

. 3.2.1

0,25 2,0 ,  
450 800 / <sup>3</sup>.

2,4 14,0 - / . 3,0 9,5 / ,

( )

[10-12].

( )

( )

(8)

:

$$+ + - + 8_0 - 8_0,$$

$$[ {}_3 0 ( {}_2 0 )_9 ]^+ + [ {}_3 0 ( {}_2 0 )_3 ]^+ [ {}_0 + 6 {}_2 0.$$

$$\begin{aligned} ( + 1 ) ( )_0 + ( {}_2 0 )^+ &= ( )_0 + {}^+ + {}_2 0, \\ 1_0 + - &= {}_0 + 1^-. \end{aligned}$$

$$: 1 - \left( \begin{array}{c} \cdot \\ \cdot \end{array} \right) -$$

$$; 2 - ((_2; = 0, / 0_2) -$$

$$, \wedge \wedge 3 -$$

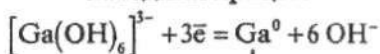
$$[13] -$$

$$\left( \begin{array}{c} \cdot \\ \cdot \end{array} \right),$$

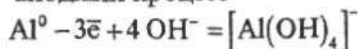
$$(\cdot, 3.2.1).$$

Щелочной галлатный раствор

катодный процесс



анодный процесс



Ga металлический

Al металлический



I



. 3.2.1.

$$E_p = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{\text{ox}}}{a_{\text{red}}}$$

( )

:

$$= + \frac{1}{2} \text{I}$$



[14, 15].

( )

.

,

:

- ( |  $^{2+} + 2$ =  $^{\circ}$ ; | [ (  $^3 - + = ^{\circ} + 60$  );- ( |  $2 \ 20 + 2 = 2 + 20$  ,|  $2 \ 30^+ + 4 = 2 + 2 \ 20$ );- ( |  $^{3+} + = ^{2+}$ ).

( )

,

,

(

: |  $6 \ 20 - 4 = 0_2 + 4 \ 30^+$ : |  $40 - - 4 \ 5 = 0_2 + 20$ ),( |  $_{2+} - = ^{3+}$ ).

(

),

,

(

),

( )

,

( )

(

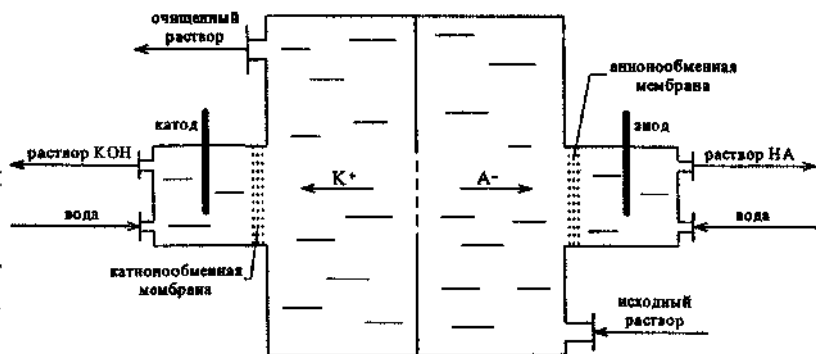
).

, [24].  
 ( )  
 ,  
 ( 1, §, . )  
 ,  
 : . [16-23].  
 ( )  
 ,  
 ,  
 ,  
 ( , . )  
 ,  
 (XV, , 1 ).

[25]

( 3.2.2).

1500



3.2.2.

1. . / . , 1991. -160 .
2. . ( , ). / . , 1989. - 360 .
3. . . . - : , 1991. - 172 .
4. . , . , . - : , 1993. - 289 .
5. . , . - : , 1980. - 400 .
6. . . . - : , 1977.-518 .
7. . . . - : , 1986. - 346 .
8. . . . - : , 1982. - 320 .
9. . , . , . - : , 1974.-344 .
10. . . . - : , 1982. - 376 .

11. . . . .  
- .: , 1984.-144 .
12. . . . .  
. - .: , 1985. - 222 .
13. . . . .  
. - .: , 1961. - 113 .
14. . . . .  
1976.-483 .
15. . . . .  
. - .: , 1977. - 380 .
16. . . . .  
// § . 1983. . 55. 1.8. 23-30.
17. . , . , . . . . .  
( . . . . . 4). - .: .  
, 1984. - 48 .
18. . , . , . . . . .  
( . . . . . 3). - .: .  
, 1987. - 64 .
19. . . . .  
. // . . . . .  
, 1988.-216 .
20. . . . .  
. // .  
1990. 3. 31-36.
21. . , . , . , . . . . .







[1-7].

[1-37].

1  
# 1 #

$$), \quad (\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}),$$
 $360^\circ$  ( )  $>$   $500^\circ$  ( ).

(1992) UNIVERSITÄT DE FRAUNHOFER, BERN

[38].

 $10^{13}$ 

2 0,001% , 0,004%.

[39].

&amp; ,

300°

( . = 330° ).

$$+ 2,5 \quad 1_2 = \quad 1_5 + 420 \quad / \quad .$$

[39]

750-850° .

[12],

[39,40]

70%

$$1_5 + 8 \quad 2_0 = 2 \quad 0_2 \quad + \quad 0_4 + 15 \quad 1.$$

95%.

[41],

160-180°

$$+ \frac{1}{20}, - \quad + \frac{1}{2} \quad 1_2.$$

: = 1:4:

$$1_4 + 7 \quad 2_0 = 2 \quad 0_4 + \quad 2 + 12 \quad 1.$$

(-30%)

$$2 \quad 0_2 + \quad 2_0 = 2 \quad 0_4 + 2 \quad 2_0.$$

-75%.  
)

( -

[39, 42].

180° .

1-1,2

(

).

(300-400° )

1<sub>4</sub>

97-98%.

1

1050-1100° . 300-350° ,

200-

250°

—&gt;

—&gt;

1-1,2

( )

( . 4.1.1):

(

) -&gt;

-&gt;

—&gt;

—&gt;

-&gt;

[43, 44].



. 4.1.1.

$$: 11^{\circ} - \frac{[45, 46],}{+ 6 1''} = 1 \quad 1_6^3$$

$$15', 6,0\% ( \quad ) \quad ,$$

$$: 11 \quad 1_6^3 + - 6 1 \sim = 1^{\circ}.$$

$$0,05 \quad 0,10 \quad / \quad 2. \quad 500-700^{\circ}$$

$$( \quad 100 \quad ).$$

$$1,67 / - ., \quad 0,20-1,00 \quad , \quad 70\%.$$

[24]:

$$+ \quad -> \quad + \quad ( \quad ) \quad -> \quad + \quad ,$$

$$; X - .$$

$$( \quad , \quad , \quad ) [23-25, 47-51].$$

VI - VIII

( , ), -  
 2,7% , 4,97% , 1,56% , 0,82% 8 .), (87,3% ,

[23, 24].

[23, 24, 47],

(36% , 57% 2, 4% 4, 2%  $O_2$ )

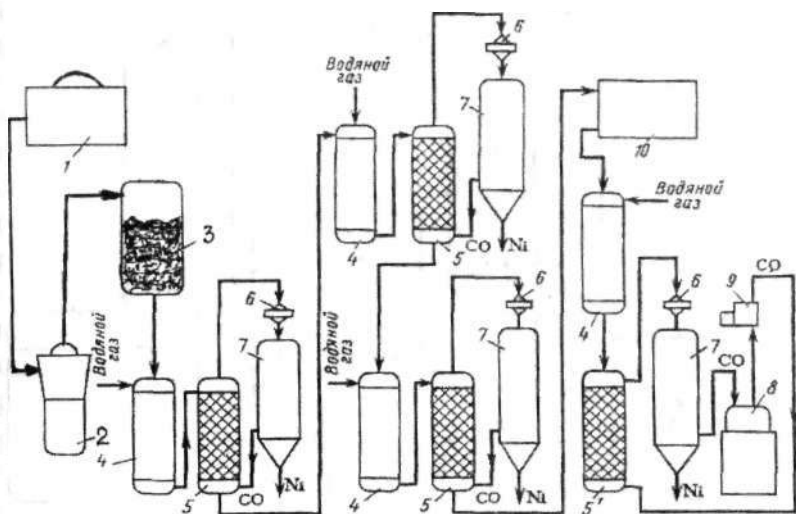
( )<sub>4</sub> ( . 4.1.2).

(II)

60°

20

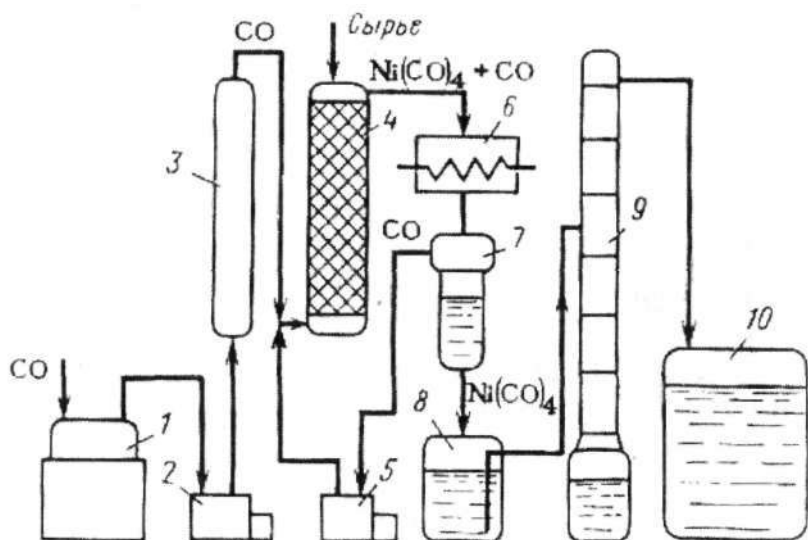
16 .



. 4.1.2.

1- ; 2- ; 3-  
 ; 4- ; 5, 5'- (5-  
 , 5' - 2 ) ; 6- ; 7-  
 8- ; 9- ; 10-

40% .  
 ( 80%)  
 2  
 95% [23, 24, 47].  
 20  
 180-250° ,  
 ( ) 34 .  
 . 4.1.3 [23].



. 4.1.3.  
 : 1 - ; 2 - ; 3 - ;  
 4 - ; 5 - ;  
 ; 6 - ( ) ; 7 - ; 8 - " "  
 ( ) ; 9 - ; 10 -

[48,49]

-

 $20_7$  $300^\circ$ 

21,3

),

( ) (

43,2

64,8

 $700 / ^2$  $900^\circ$ 

800-900° [38]

 $20_7$ 

800-900° ,

[39].

(VII)

-99%.

(VII)

(62,3 /  $20^\circ$  )

50-60%

1 4 0<sub>4</sub>.  
92-97%,

- 1,0-2,6%.

[11, 52]:

$$2 \geq 4 \cdot 0_4 + 7 \cdot 2 = 2 + 2 \cdot 3 + 8 \cdot 2_0.$$

$$\left( \begin{array}{c} \cdot \\ \cdot \end{array} \right), \quad -$$

900-1000°

[38].

$$, \quad , \quad , \quad , \quad 1, \quad , 7, \quad \backslash, \quad >, \quad 0_3,$$

[53].

750-800°

 $0_3,$  $0,5-0,8' / 3,$ 

( )I .

[11, 14, 38].

[54, 55]:

- 1.
- 2.

$$\parallel_{\infty}^3 \quad ;$$

1000°

,

( $\approx 800$ )

900°

350-380°

[38].

[38].

( -

—

;

)

[39, 56].

,

—

(-1,66 )      (-0,34 )      .

$$2 \cdot 1 + 6 \cdot 1 = 2 \cdot 1 \cdot 1, + \quad 2.$$

374

—

 $0,2 \cdot 10^{-2},$ 

-20-25 .

—

—

4.1.4.

[39].

(80-81%),

(7,5-8,0%)

11,5%

400° ,

300-

42].

[39,



4.1.4.

0,3 , ~100°  
 1 . ,  
 ( ).

, , , , , (III) :

$$\begin{aligned}
 +2 >_3 +4 \quad 1 &= 1_4 + N0 + )_2 + \quad 20, \\
 +2 \quad 20_2 +4 \quad 1 &= 1_4 +4 \quad 20, \\
 +2 \quad 1_2 &= 1_4, \\
 +2 \quad 0_2 +8 \quad 1 &= 1_4 +2 \quad 1_2 +4 \quad 20, \\
 +4 \quad 1_3 &= 1_4 +4 \quad 1_2.
 \end{aligned}$$

,  
 ;  
 0<sub>2</sub>  
 ( ).

1<sub>3</sub> , 1<sub>4</sub> [11].  
 (III)  
 (III)

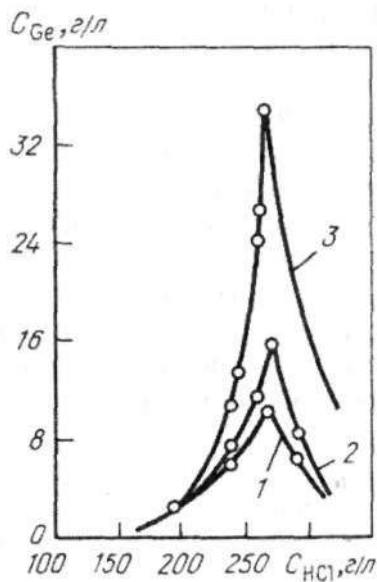
0,62 / ,  
 1' , 1, 2,  
 3+n  
 3+ ,

1-7-8 / ,  
1<sub>4</sub>

( . 4.1.5).

350 / 1<sub>2</sub>, § 1<sub>2</sub> ( ) .

( )



. 4.1.5.

1-300 / 1<sub>3</sub>; 3 - 25" :  
1<sub>4</sub>; 2-150 7  
[39].

, , 14. 98%  
 , - 14,  
 [42].  
 , ,  
 , ,  
 94%.  
 , , ,  
 [39].  
 , ,  
 ,  
 : , ,  
 : 200 / ; 70 / 2;  
 10-12 . ( )  
 100% ( [38]  
 ( \ , )  
 .  
 .  
 :

$$\backslash + 2 \quad 4 \quad + 2 \quad 20 * ( \quad ^ \quad ^ + \quad 2.$$

100%.

$$\backslash \backslash \quad 3 \quad 280-290 \quad / \quad ;$$

$$- 1,25 \quad / \quad ^3.$$

[57] -

1,5-5%

2,

:

$$\backslash ( \quad 2) + 2 \quad + 2 \quad 20 = \quad 2 \quad )_4 + \quad 2 + \quad 0_2.$$

700 . -

(65 / ).

40-45° ,

1000-1300

18-20 . -

-125-135 /

\ , -

 $0_2$  , -

- . , -

, -

, .

, -

[58]. , -

( )

( -

)

, , -

[38]. -

, . -

$$(1 \quad 1 + \quad 1),$$

$$(1 \quad 1_2,$$

$$1 \quad 1_3) \quad 1,5 \quad 5\%.$$

$$1 \quad 1_4$$

$$| 15^\circ - 2 = ,$$

$$| \quad \quad = +.$$

$$( , , , , 81)$$

$$(1, , , V, , 8).$$

$$(1 \quad 2, \quad 1,03).$$

$$81 \quad 1_4$$

$$( , , , 8 )$$

$$(1, , , V)$$

$$1$$

[59].

$$(2-10)$$

$$, N. , , 81$$

$$8 .$$

$$V,$$

1, .

2-3

850° ,

0,1 0,5 / <sup>2</sup> ( )0,5-1,5 / <sup>2</sup> .

90%

( )

( . %): 97,24 (N1? + ), 0,32 1, 0,10 , 0,24 81, 2,10 .

[60-63].

[64].

( 10 10 80

1,96

1400° .

)

( -

-

,

-

680-720° <sup>13</sup> 1- 1 [65].

0,7-1,2 / <sup>2</sup>  
90%.

( . %): 99,2 N1), < 0,3 , 0,025 1, < 0,01 81, 0,06 , 0,06  
, 0,14 ( 0,02 ).

-

-

81 - ( . %): < 0,3, 1 < 0,01, < 0,001, 1,2 ,

0,06-0,08%.

## 4.2.

),

50%

(

-

,

,

-

[11, 14, 39, 66, 67]

-

-

-

(

-

)

,

, 1,2 , 1, , , , NO \ .

[38].

35-50% .

1 -  
2 -  
3 -  
4 -  
5 -

 $0_3$  [53].

950-

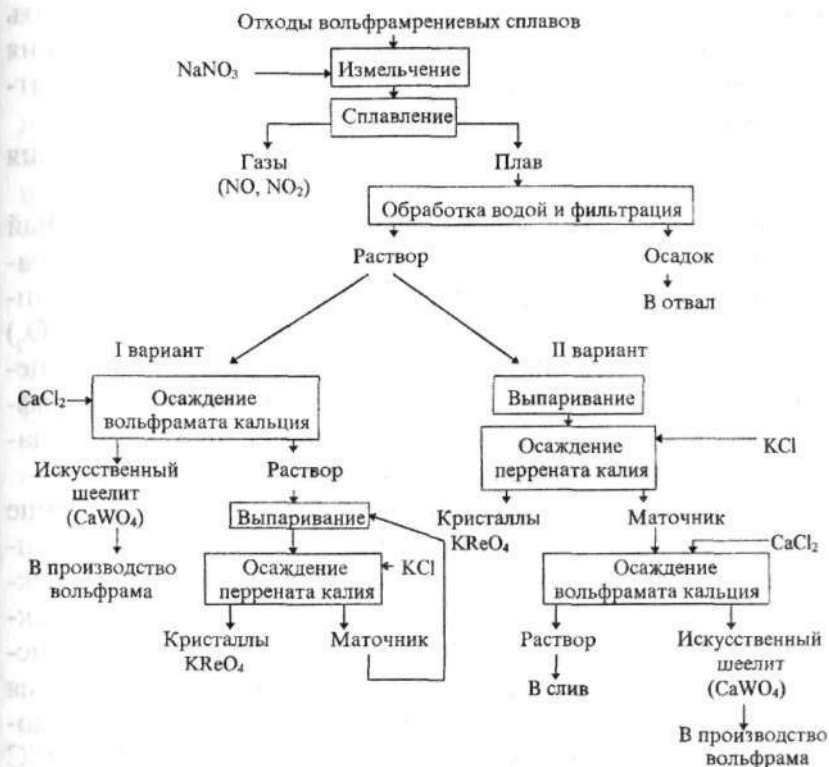
1200° .

 $0_3,$ 

8-12  $\frac{>99,9\%}{3}$   $0_3$  ( $0_3$ ).

1, , 1, N1), \ , , , 1, 1, , 81.

”  $0_3$  , -  
 , -  
 1 ( ) , 7 , , -  
 , -  
 :  
 ) 7 , ( ) 1 -  
 (  $1000^\circ$  -  
 7 80 -  
 -190 ,  $950^\circ$  1-133 ,  
 - 77 ). -  
 $0_3$  , -  
 30 ;  
 ) N1 , -  
 (  $1000^\circ$  0,146; 10,31 1,12 -  
 ).  
 , -  
 , -  
 N1, , -  
 $0_3$ , -  
 $0_3$  -  
 , 2 , , ,  
 1.  
 ( , ) , -  
 \ - ( -20 ) -  
 [39, 68] ( . 4.2.1) -  
 :



( \ , )

. 4.2.1.

\ -

$$+ 7 \quad )_3 = \quad 0_4 + 2 \quad 20 + 7 \quad >,$$

$$+ 7 \quad 3 = \quad 0_4 + \quad 20 + 71 \quad 0_2,$$

$$XV + 2 \quad 3 = \quad 2 \setminus < 4 + 2140,$$

$$XV + 6 \quad 0_3 = \quad 2 \setminus \quad 0_4 + 2 \quad 20 + 6 \quad >_2.$$

900° .

(  $\approx 80\%$  ),

(N0, N0.,)

( )

( )

[39].

( ). , 500-1000°

$$2 + 3,50_2 = 2 + 1241 / ,$$

$$\backslash + 1,50_2 = \backslash 0_3 + 847 / .$$

(VII),

363° ,

( ~1470° )

(\ - 26% ; \ - 5% ) - ( - 10% )

[69]

2 ,

1000°

(VII)

100

350-400°

(VII)

0<sub>4</sub>,

4.2.1.

4.2.1

XV -

, %	, %	
XV- 26	93,1	99,2
\\^ -5	88,0	99,2
- 10	86,0	98,0

Вольфрам-рениевый сплав (марка ВР-20)

Измельчение  
(в шаровой мельнице)

Окисление сплава

$O_2$ , 800 – 900 °C

Твердый остаток  
( $WO_3$ )

Возгоны  
( $Re_2O_7$ )

Восстановление  $H_2$

Улавливание рения

металлический W

раствор  $HReO_4$

Осаждение  $NH_4ReO_4$

Кристаллы  
 $NH_4ReO_4$

Фильтрация

Маточный раствор I

$NH_3$

Упаривание

$H_2O$

Кристаллы  
 $NH_4ReO_4$

Осаждение  $NH_4ReO_4$

Маточный раствор 2  
(в стоки)

-20

[39]

900-950°

50 /

4-7

;

(.4.2.2).

-92%.

92-99%.

< 0,02%.

( 4.2.3).

, %:  $5 \cdot 10^4$  ;  $2 \cdot 10^4$ ;  $5 \cdot 10^3$  [68].

Рис. 4.2.3. Технологическая схема переработки отходов W-Re сплавов, содержащих значительное количество примесей.

[70].

$0_2 - 0_3 ( 777^\circ )$

( 207 ).

$800^\circ$

-47

-20

10 -47)

920-950 820-850°

[71].

300 /

87%.

3-4%

1-3%

$362^\circ$

92%.

(XV, ),

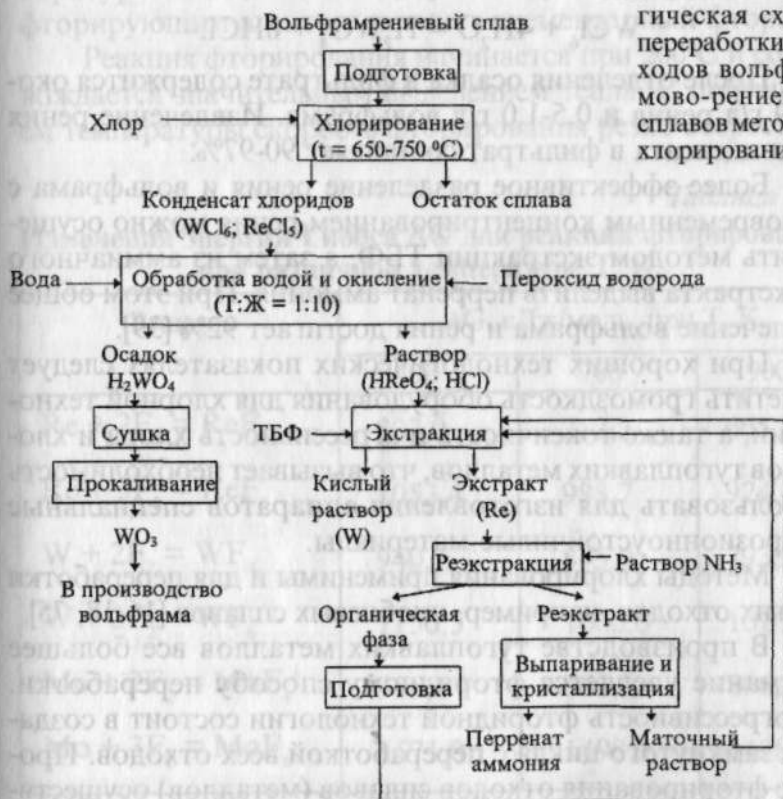
[16, 72-75],

извод... ,  
таппа... ,  
рера... ,  
устех... ,  
рам - [76].

рам : ( = 330° )  
рам ( = 337° ) [39].

хло... ,  
и, ст... ,  
дава... ,  
ста... ,  
мст...

Рис. 4.2.4. Технологическая схема переработки отходов вольфрамо-рениевых сплавов методом хлорирования.



4.2.4.

650-  
750° 98-  
99% -20  
, %: 13,7-18,5 1<sub>5</sub> 88,0-81,5 1<sub>6</sub>

$$\begin{matrix} + 6 & 0 & + & = & , & + 15 & 1, \\ 5 & 2 & & 2 & 2 & 4 & \\ \backslash & 1, & + 4 & 0 & = & 9 & 4 + 6 & 1. \end{matrix}$$

9 / 0,5-1,0 / 90-97%.

92% [39].

[16-18, 75].

ВОС (300-400°) -

ДОРОЖИ, МАГ. -

ЛЕ. -

ВСА -

РОД [39].

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

ДО -

ВБ -

	400	700	900
+ 2 <sub>2</sub> = 4	807,0	712,2	665,3
+ 2 <sub>2</sub> = ,	1053,4	988,7	924,4
\ + 2 <sub>2</sub> = \ 4	940,7	845,0	793,2
^ + 2 <sub>2</sub> = \	1150,5	1065,6	1010,1
+ 2 <sub>2</sub> = 4	955,4	861,3	806,1
+ 2 <sub>2</sub> = ,	1571,0	1493,3	1438,2

[55].

),

30-40

50

120

70-80° ,

$$| \quad ^\circ + 40 - 7 = 0_4 + 4 ^+.$$

(                      ).

: ) 93,2% \ 4,85% ; ) 88,71% \ 10%-

5,02%

5%-

90-99%.

25%-

( \ 4)

-5 [39].

15-40 /

150-200 / \

(                      )

100%

[71].

30-40°

2000 5000 / 2.

$$|\backslash \quad ^\circ - 6 \quad + 2 \quad ^+ + 80 \quad ^" = \quad _2 \quad )_4 + 4 \quad _2 0,$$

$$|\quad ^\circ - 7 \quad + \quad ^+ + 80 \quad ^- = ? \quad 0_4 + 4 \quad _2 0,$$

$$| \quad 2 \quad _2 0 + 2 = \quad _2 + 20 \quad ^-.$$

1%,

0,3% (

( . 4.2.5).



. 4.2.5.

( ) -400 / .

(  
90° . 20%-  
250%)  
98,0%

96-97%.

( -0,380, 50 / -0,332' ).

(\ - - )  
0,038 .

30-40 /( <sup>2</sup> - ).

[39].

( )

\ - - [39].

[illegible]

400

. 4.2.6 [39].

[78].

[78, 79],

4-5

$$\backslash -1, - >$$

20%

- 0,25.                      0,1-0,7                      0,3-0,5                      -  
 -  
 -  
 ,  
 0,1-0,2                      ,  
 ,  
 - 0,5-0,7                      .  
 \ - (2                      .% N5)                      -  
 98,9-  
 99,7% XV.                      96-97%.  
 0,02%.

- , - \ - [80, 81].



[82].

) [83].

1,7 8 , 1,0 , 0,2 , .%: 55 §, 32 , 10,5 2 ,

[84-86].

. 4.2.7.

§

[87].

0,53 .

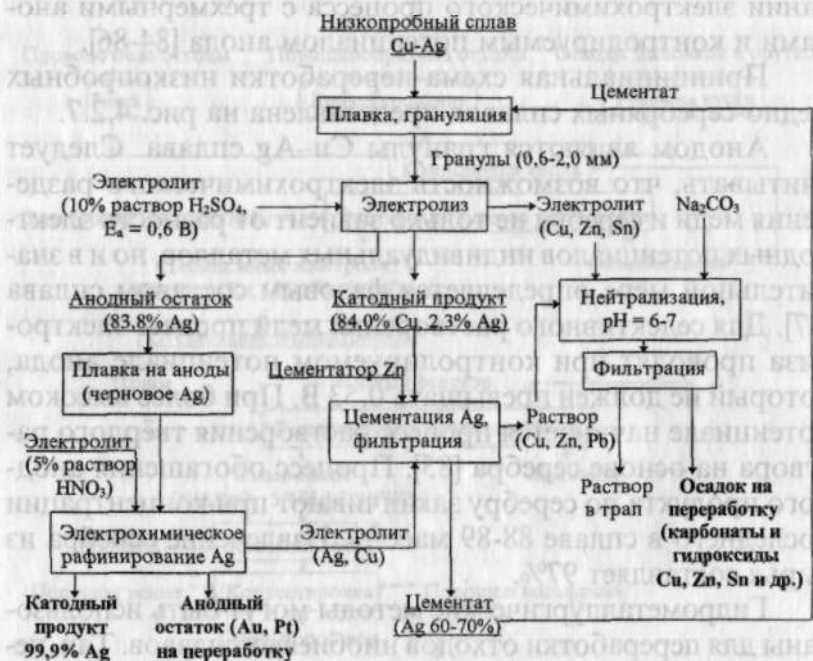
[85].

88-89 .%.  
97%.

N1) ( ),

>80% ( ) , 90%

$\gamma = 3:1$ .  
 98-99%,  $\gamma = 98\%$ .  
 $N(0,0, -270; \sigma = 16,2; \tau = 2,0)$ .



4.2.7.

&gt;205

(

- 6 / , 2804 - 3 / ),

5-

,

-

-

- 6 /  
3-

6%,

3 ' /

1-2%.

- 3 /

2804 - 3 / .

- 6 /

( 205) -  
0,004

.%

" ".

0,1 ' \, 11,3 81, 3,8 ( , 0,9 ' , 0,04 ' , 0,08 ' , 0,22 ' , 0,001 8) , 0,3 ' ,  
%: 81,9 N1),

[88],

( )

65-70%.

[88]

[64, 65]

10%

[89].

[64].

760-780° .

3-5

0,15-0,25 / <sup>2</sup>.

90%.

, .%: 0,007 81, 0,008 · 0,45 , 0,02 1.

,

,

(

1400° )

0,01 , 0,07 , 81 - , .%: < 0.008 1, < 0,003 1, <

# 43.

( , -

,

) , , -

,

[38].

[38].

600-700°

(~0,3%).

1250°

,

,

,

, -  
-

-

, -

, .

.

-

-

850-900° .

 $\wedge 1_6$ 

( 1\_2)

(

)

.

[90],

-

-

.

500-600° .

,

-

-

-

.

( 900° ),

(

)

-

,

.

(

-

)

.

.

,

, 1000°

-

.

!

3

[38].

800-900° .

-

.

900-1000°

$\backslash \quad 3$

( . 4.3.1) [91].

400-450°

40

1 4 1,

1:2, %, - 98,

- 99, - 95, - 90, - 74, 1 - 40, , >, - 0.

: = 1:2

0,6.

97,3%.

, / : - 75,0; - 10,7; - 9,52;

- 5,77; § - 2,70; - 6,50; - 20,0; - 1,85; - 0,64;

0,60; 2 - 0,29

, , .

%, 27,4 \ 18,6 ( + >).

, 25% 9,4

. 98,5% 91%

, , 12

, 48%

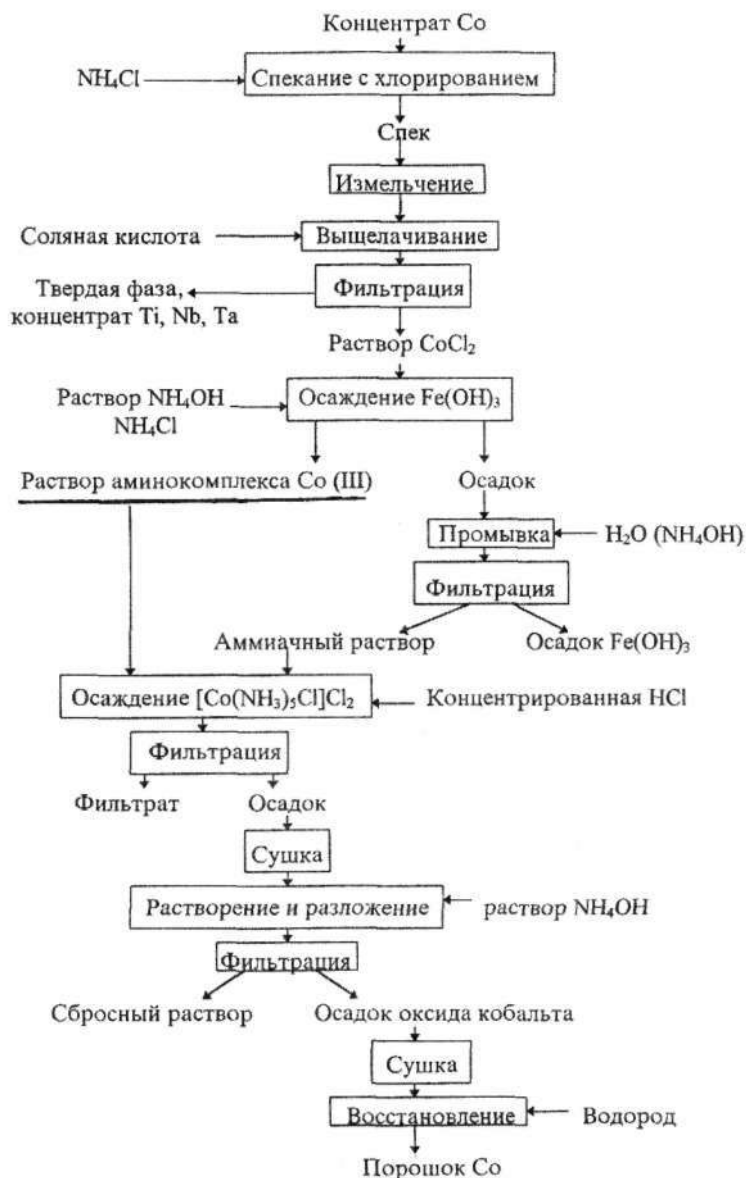
. [ (1 3) 1] 1<sub>2</sub>.

99%. [ (1 3) 1] 1<sub>2</sub>

: = 1:7 (

65° ). 20<sub>3</sub>-2 20

, ,



. 4.3.1.

- 90%.

1 4 1

, %: 3-8 \ ; 0,3-

0,5 ; 20-40 ; 0,5-1,5 ; 40-50 ; 0,5 .

[38]

:

,

^ „

[92].

8 (

)

[38].

(31%

)

1,4 .

94%.

2 .

70-80° .

80<sub>4</sub>.

, . %: 25,5 \ 0<sub>3</sub>, 0,8 8, 0,54 , 3,7 , 0,1

90%.

(60,8% 81 , 28,2% 1<sub>2</sub>0<sub>3</sub>, 6,7% 8 2) -

[93].

( . %): 30-60 , 5-15 , 0,5-5,0\ , 0,5-50,0 ,

1700°

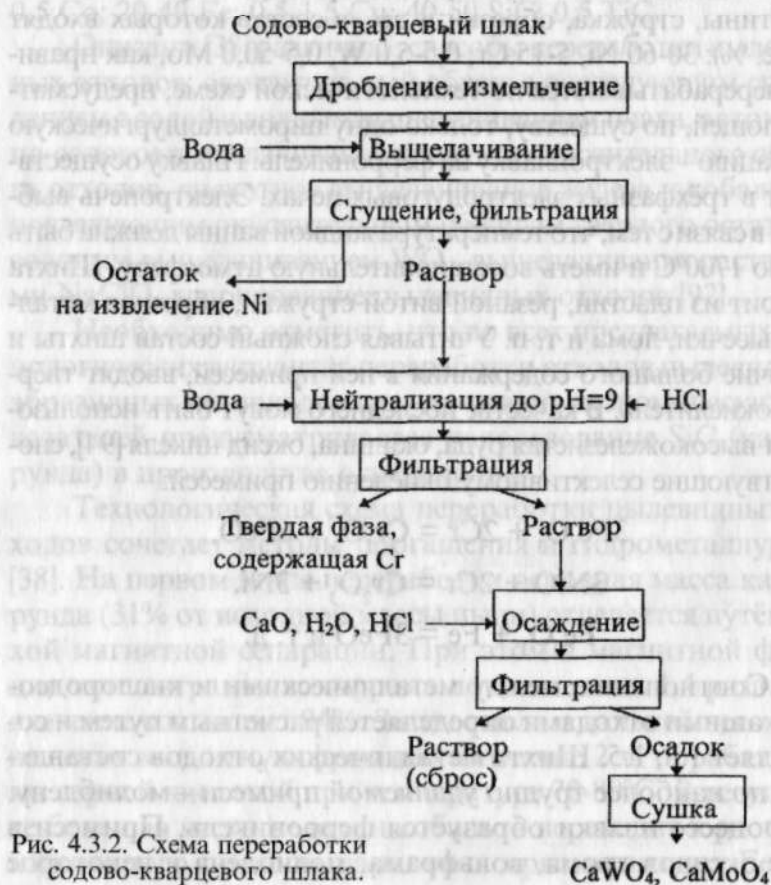
[94],

$$20_3 + 2 = 20_3 + ,$$

$$+ 2 = 20_3 + 3 ,$$

$$20_3 + = . .$$

1:3, 1:5.



, . %: 3-8 \\\ 3, 2-4 0<sub>3</sub>, 3-7  
<sup>2</sup>0<sub>3</sub>.  
 \ 0<sub>4</sub> 0<sub>4</sub>

[91].

2 0<sub>4</sub>.

<sup>2</sup>\\ 4,  
 .4.3.2.

[91].

(8-10 )

2 208 2,2 -8 2

4.3.3.

900° .

≈10%

800-

20 ,  
 200-250 / .

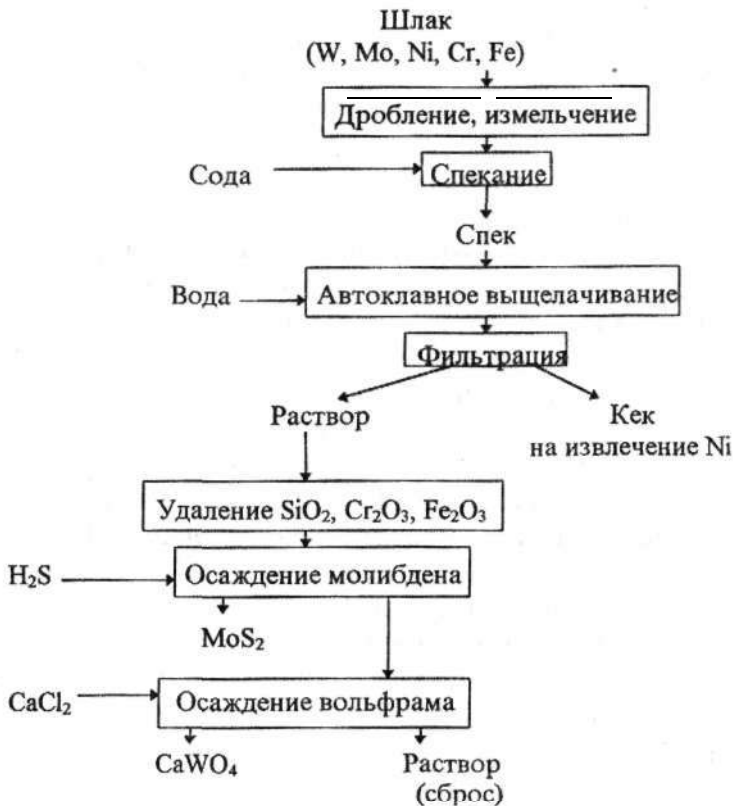
200-250°

95-96% ~ 75%

, . %: 2-10 ; 10-15 ^; 5-10 ;

[23-25,47-49] ( 4.1).

[94, 95],



∥ 4

( )

[91]

1500-15 50°

:

$${}_280_4 + 2 = {}_2{}_20_4 + 2 \quad {}_20 + 38 < {}_2$$

$${}_280_4 + \text{XV} = {}_2^{\wedge}0_4 + 2 \quad {}_20 + 380_2,$$

$$3 \quad {}_180_4, + = \quad {}_2, + 2 \quad {}_290 + 380_1,$$

,

:

$${}_280_4 + + = {}_38_2 + {}_2{}_0_4 + {}_28,$$

$$8( \quad + \quad + = \quad ,8, + \quad {}_0_4 + \quad 8,$$

-

,

,

.

,

,

-

.

0,7-1,2 .

93%

, 93%

79%

.

-

88%.

.

-

[96].

.

700° .

,

.

-

,

,

-

,

,

.

(0,4-2,0 /.).

3

[91].

[38].

1000 / <sup>2</sup>.

%, 30, 11 XV, 6

1,6 XV, 2,4 50% 1 1. .%: 17,0 , 3,7 , 12 ,  
 0,5-1,5%) ( [97]. 60-70%.  
 5000-7000 .

[98]. 100—  
 120° , ( 800-900°  
 20% ) 50°  
 : =1:2. 89%  
 XV 99% 35-40% .

[99] .  
 ( =2,9-3,0, 50° ,  
 2 .) 94-96%  
 ( ) 92-  
 95%  
 7-10% 10-14% XV  
 10-14 / 2,5-3,5 /  
 " ' " [99].

56],

[39,

( )

—» —»

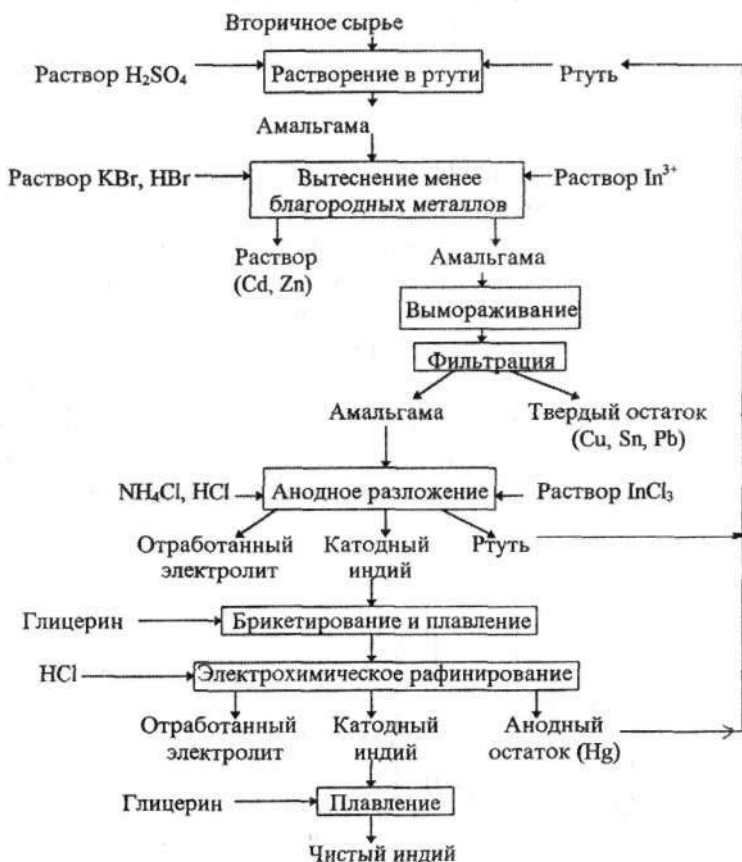
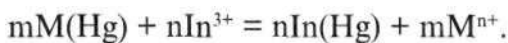
4.3.1.

4.3.1

	1	1			5	2
, %:						
- 25°	57,5	5,8	19	$7,9 \cdot 10^{13}$	0,7	2,2
- 75°	68,8	16,5	6,3	$5,5 \cdot 10^{12}$	5,2	5,2

( 1, \*, )

( . 4.3.4) [56].



. 4.3.4.

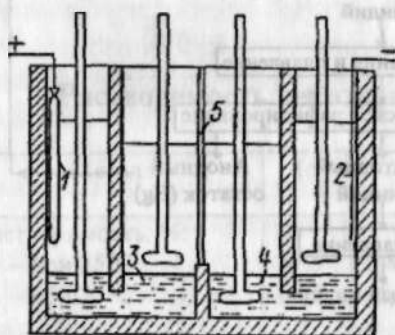
5 / ( ),

5-6 65-70° ~10°

, , 8 ,

( , - )

( . 4.3.5),



. 4.3.5.

: 1-

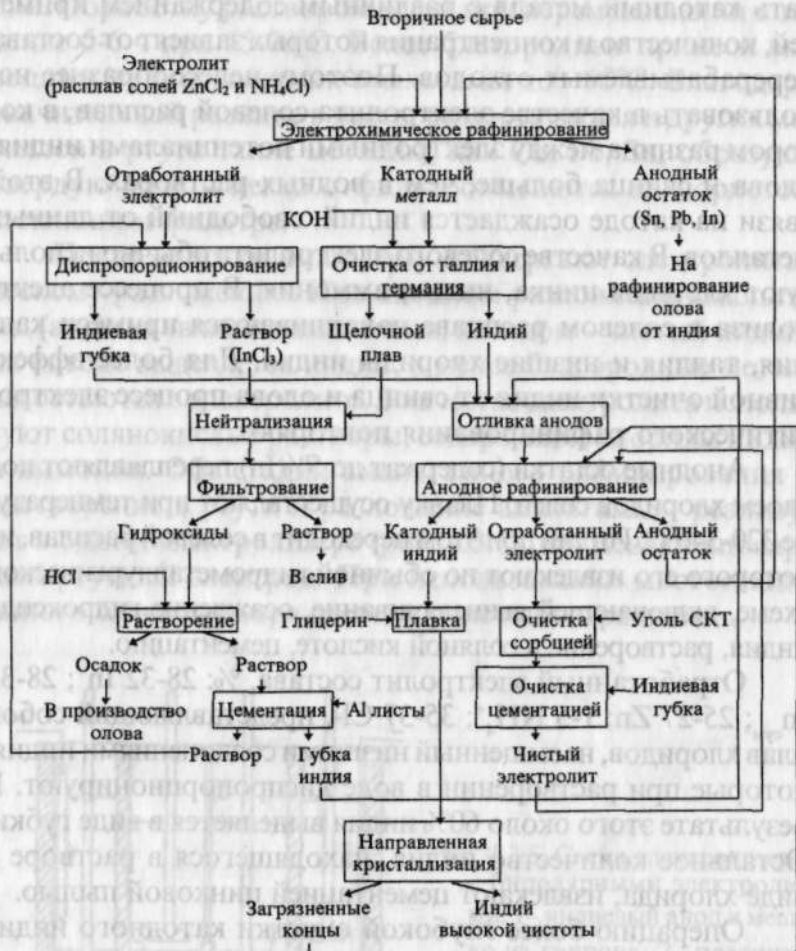
; 2-

; 3, 4-

; 5-

320-340° .  
 ( 5% 1 )  
 1<sub>ум</sub> ; 25-27 2 ; 15 4<sup>+</sup>; 35-37 1-,  
 60%

( . 4.3.6).



. 4.3.6.



96-97%,  
 ( ) 15  
 %: 87,3 8 , 3,5 §, 3,2 , 1,3 - 25-30%-  
 (8 1<sub>2</sub>-2 20).  
 [103].

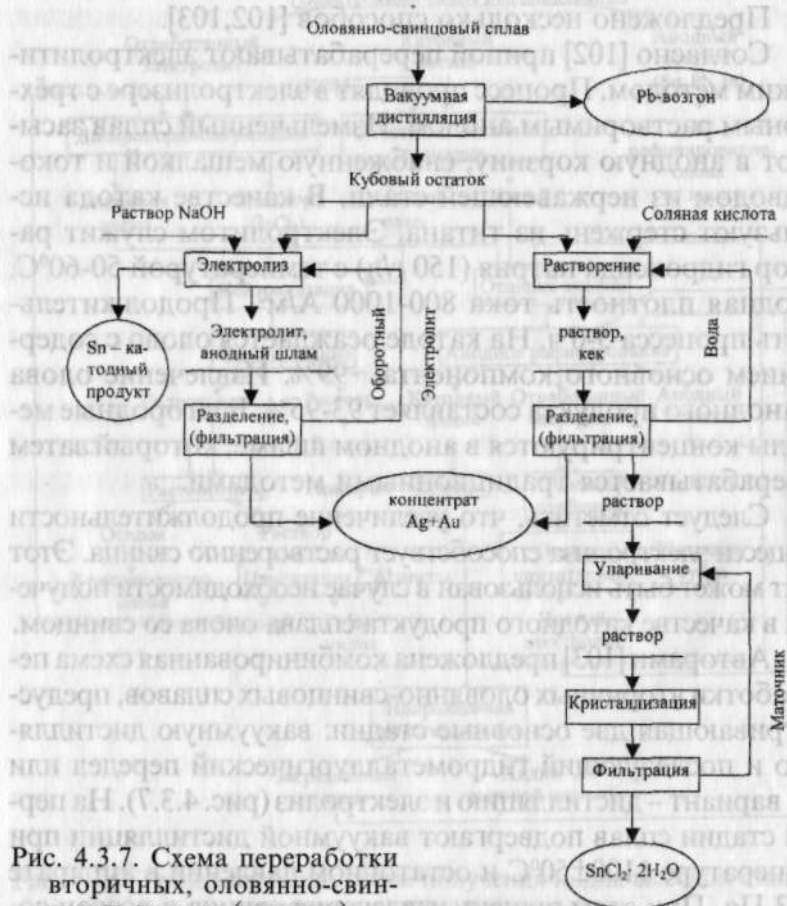


Рис. 4.3.7. Схема переработки вторичных, оловянно-свинцовых сплавов (припоев).

), ( , . %: 32,7 §, 29,9 , 14,0 8 12,2 ),

4. -

/I

• •

( , , 8 , ),

[104].

,

( ) , ( ),

,

, . %: 45 , 45 10% -

20-25%.

[105].

30

70%

§.

[39].

[39].

500°  
4.4.1),

4.4.1

"	500	604	685	947	.1380
.	-	-	-	$0.214 \cdot 10^5$	0,133
.	7,56	79,49	395.00	-	-

1050°

1,33

<110<sup>4</sup>%

93%.

[11] ( . 4.4.1).



. 4.4.1.

[106].

600° ,

300-400° .

( 0<sub>4</sub>) :

$$2 \quad \S + 30_2 = \quad 20_3 + \quad 20_3'$$

$$2 \quad 8 + 1,50_2 = \quad 20_3 + 2 \quad ,$$

$$+ 20_2 = \quad 80_4,$$

$$2 \quad 8 + \quad 8_20_3 = \quad 20_3 + 4 \quad 8.$$

( ).

( . 4.4.2).

( . 4.4.2)

[39]

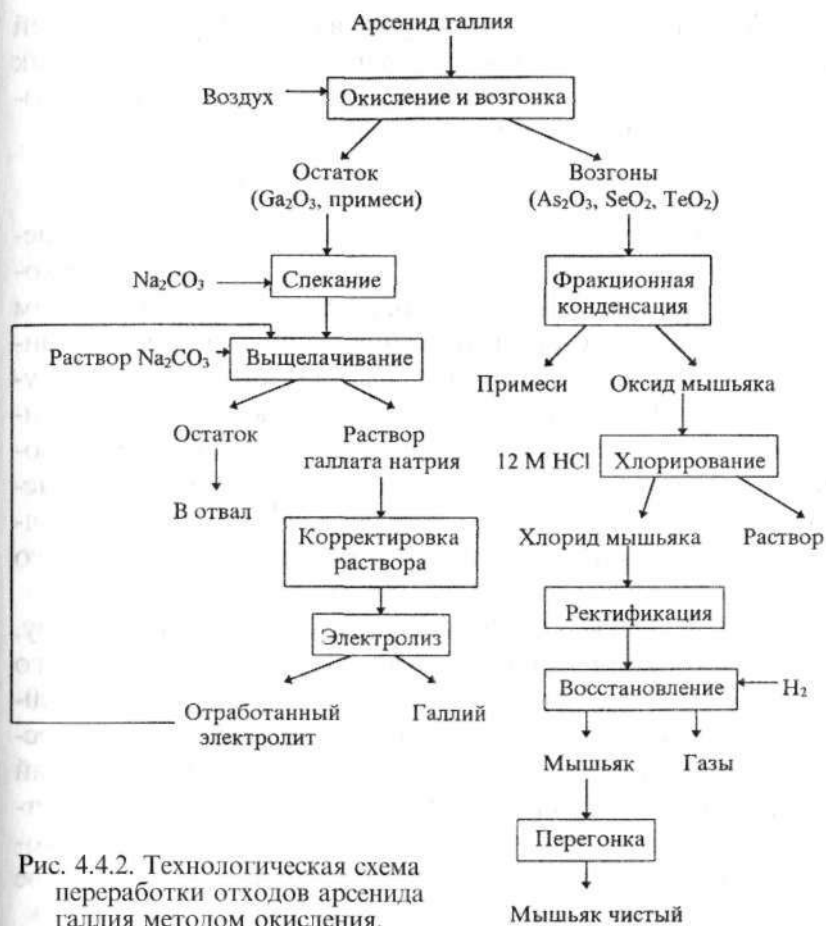


Рис. 4.4.2. Технологическая схема переработки отходов арсенида галлия методом окисления.

4.4.2

	1 <sub>3</sub>	5 1 <sub>3</sub>	2 1,	1 <sub>3</sub>	1 1 <sub>3</sub>	5 1,
°	201,0	130,2	732,0	304,0	546,0	223,0


$$200 / \quad ), \quad (\sim 100 / \quad {}_{203} \quad 100-$$

[107].

( , ).

$$\begin{aligned} + 4 & + 0_2 = 0_2 + 3 \quad 0_4 + 2 \quad 2, \\ + 4 & + 0_2 = 0_2 + 3 \quad 80_4 + 2 \quad 2. \end{aligned}$$

(  $20_3$ ,  $20_3$ ),

$$\begin{aligned} 20 & + 2 & + 0_2 = 2 & 0_2 + 2 & + 2, \\ 4 & + 4 & + 30_2 = 4 & 0_2 + 2 & 20_3 + 2 \quad 2. \end{aligned}$$

( )

( )  
[108] ( .4.4.3).

380-400° .

750-850°

10-15

( $4_2$ ,  $20$ ):

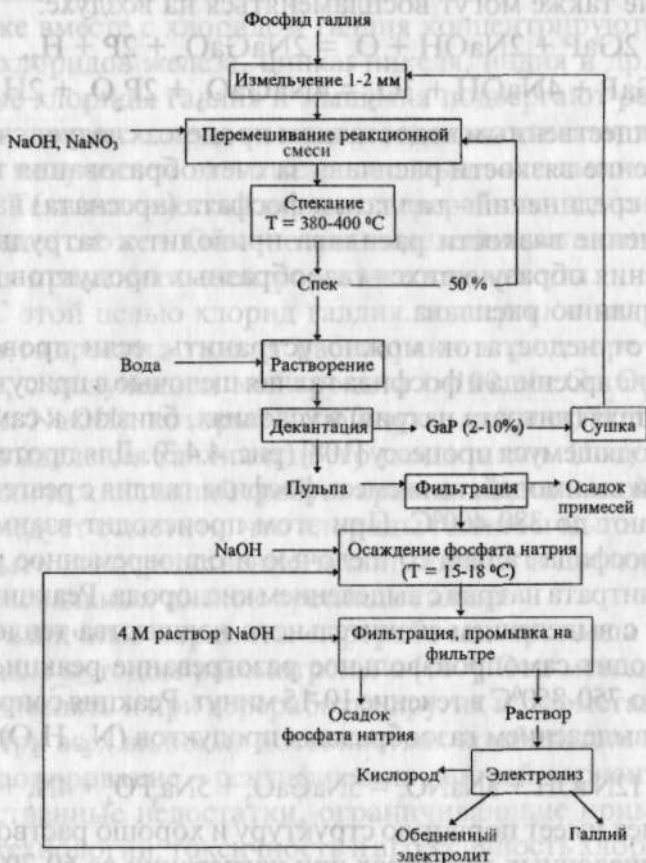
$$5 + + 8 )_3 = 5 \quad 0_2 + 5 \quad 3 \quad 0_4 + 4 \quad 2 + 6 \quad 20.$$

60-70° .

(2-10%

)

(2, 8, ),



4.4.3.

,  
 ,  
 [109].  
 $_{205} - _{20} \quad _{20} - _{205} - _{20} [110],$   
 $- 4( \quad _3 \quad _4 \quad _{12} \quad _{20} )$ ,  
 $_{205} - 3,24 \quad _{20} 24,1 \quad _{20}.$   
 $_{205} \quad 20,86 \quad _{20} 0,16 \quad _{205}.$  , . %:  $20,82 > _{20} 0,22$

- 180-200 / .

,  
 $180-200 /$   
 $-40 / \quad 0,08-0,09$   
 $/ \quad , \quad , 0,8\% \quad ( \quad 0,2\% \quad ( \quad$   
 $50-60^\circ$ ).

-40%.

78,9%,

- 95,2%.

[39].

: 1)

(  $_{202}, \quad _{02}, \quad _{13}, \quad _{12}$ ); 2)

$< 2 \quad / \quad ^2.$

4. <sup>N</sup><sub>2</sub> \*

<sup>3</sup> 50<sub>2</sub>( ), [104].

<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 200, 54% !<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 46% (64%- ) (36%- )

( . 4.5.1). , / : 150 <sub>2</sub>O<sub>3</sub> 176 <sub>1</sub>O<sub>3</sub>

[39].

[111, 112].

[ 1( <sub>3</sub>+ ]" ( ).



. 4.5.1.

$[3^- - 10] + - (1 - 336),$   
 $(0,5 / 50\%$

$$\begin{aligned} & : \\ [3-3]_3 + [ (3)_{3+} ]'' &= [3-3]_3 (3)_{3+} + \\ [ (0_3)_{3+} ]' + (30-20^+) &+ \\ [30-] + [ (0_3)_{3+} ] &, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [3-3]_3 + [ &= [3-3]_3 1_4 + 1, \\ 1_4 + 3 &20^+ + = [3-20-] 1_4. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0: &= 5,85:1,00. & 0,14- \\ 0,18 & & \end{aligned}$$

$$: 0 = 1,0:5,85.$$

30%-

$$\begin{aligned} 0,1 &/ \\ 0,1 &/ \end{aligned}$$

$$0,1 /$$

~99%.

$$\begin{aligned} [82], & \\ 1050-1100^\circ & \end{aligned}$$

420-460° :

$$20 \text{ !}_3 0 \text{ }_5 0_{12} + = 10 \text{ }_2 + 30 \text{ }_2 0_3 + 5 \text{ }_2 0.$$

1.

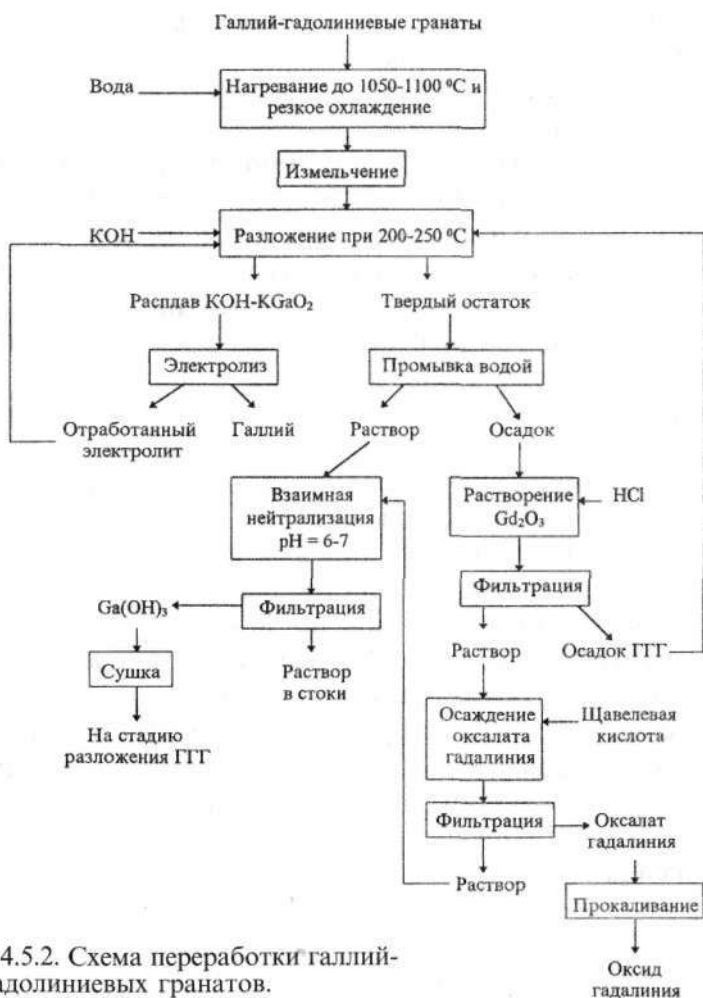


Рис. 4.5.2. Схема переработки галлий-гадолиниевых гранатов.

800°

2

79%,

- 90%.

6-9%

( 4.5.2).

90%

64

70%.

<1%

# 4.6. ( )

$120_3$ ,

( )

(

)

0,4

5,0%,

0,1-0,5%.

.).

(

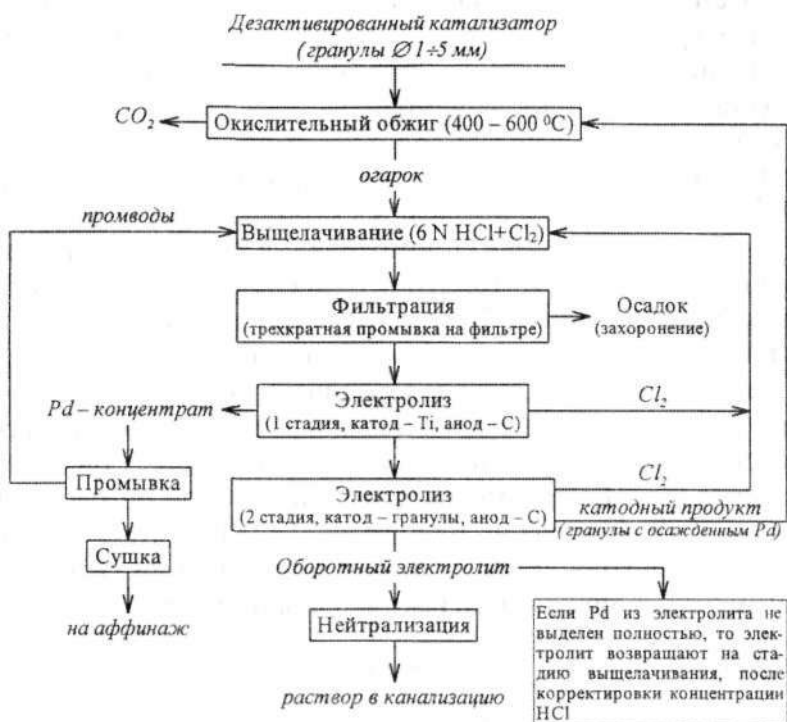
,

,

(

)

[113-118] [119-121],  
 [122-126] [127].  
 [128-138] ( 1 ,  
 N1, , ) [139]  
 [140, 141]  
 [122, 142-145].  
 ( -  $1_2O_3 \rightarrow$  -  $1_2O_3$ ).  
 4.6.1.  
 400-600° , 4-6  
 + 2 = 2.  
 90-95%.  
 3-10%.  
 800-1000°  
 ,  
 (  $O_2 + \diamond$  ).  
 6 /  
 70-80° .  
 99%.



. 4.6.1.

$$( \mid \quad 1_4^2 + 2 = !^0 + 4 \ 1),$$

92-94%.

Дезактивированный катализатор (основа –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ )

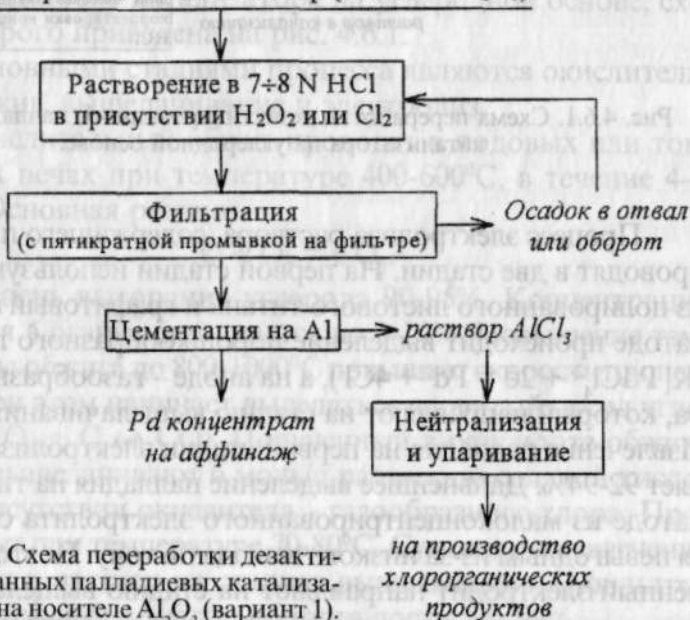


Рис. 4.6.2. Схема переработки дезактивированных палладиевых катализаторов на носителе  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (вариант 1).

( . 4.6.2),

 $1_2O_3$ .

900° ,

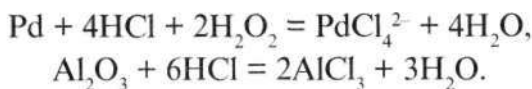
-  $1_2O_3$ -  $1_2O_3$ 

( . 4.6.3),

( . 4.6.2)

90-95° 7-8

/

Дезактивированный катализатор (основа —  $\alpha-Al_2O_3$ )

Прокаливание (930–950 °C)

Выщелачивание в 6 N HCl  
в присутствии  $K_2S_2O_8$ Фильтрация  
(с пятикратной промывкой на фильтре)Осадок на  
производство  
керамики

раствор

Цементация на Al

раствор

Pd концентрат

Нейтрализация

промывы

Промывка  
и сушкана очистные  
сооружения

на аффинаж

. 4.6.3.

-  $1_2O_3$  ( 2).

92 95%

-  $1_2 0_3$

2-3%

1: 1 = 1:8

(  $2^+ + 2^+ 1 =$

+ 2  $^+$ )

(  $1 + 1 = 1 1_3 + 2$ ).

25 50%

1,

2-3

( . 4.6.3)

950°

-  $1_2 0_3$ ,

(6 / )

: = 1:4

70°

34

( ' . )

98,0-98,7%.

$1_2 0_3$

10-12%.

85-90° ,

6-8 / .

( . 4.6.4).

Рис. 4.6.4. Схема переработки дезактивированных платиносо-  
держащих катализаторов.



( 4.6.5).

800°

( 1203)

[146].

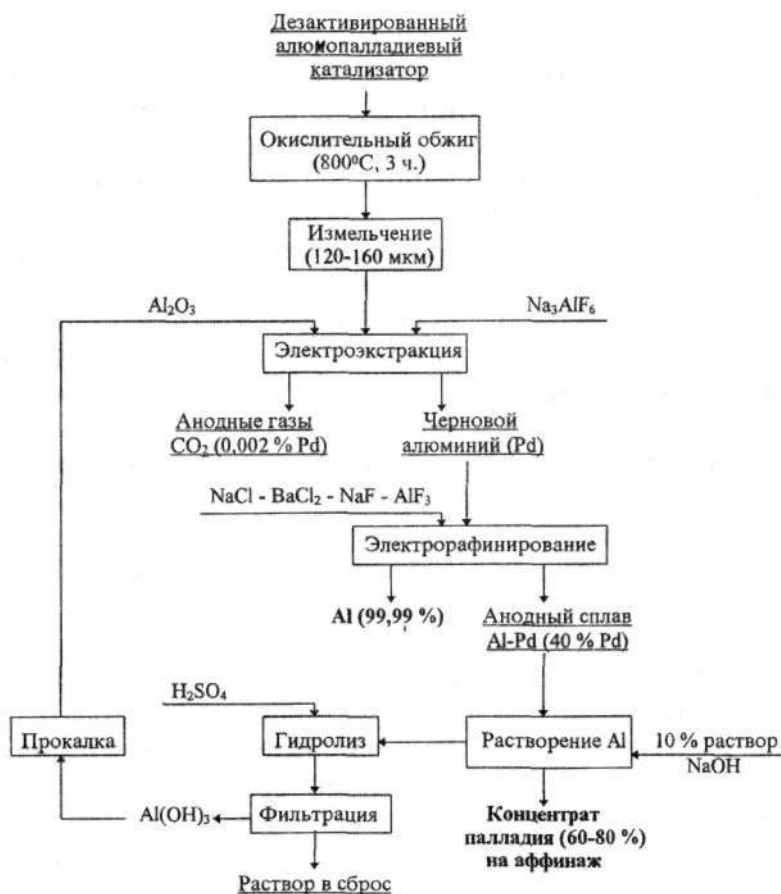
( 98-99%) [147].

1000°

( 1203)

( ).

1<sub>2</sub>, 4-5 1, 19-24 1<sub>3</sub>, 12-17 , , .%: 60  
750-1000° 10 / <sup>2</sup> [148].



. 4.6.5.

11% ( ) 750° 17% ( ) 1000° .

( ),  
(40-60%).

13.

10%-

0,01%.

80% 1

1.

(80% 1)

( 97, 99);

2.

3.

4.

(>98%)

( 1203).

65%

75%

10%

[68, 149].

1- -

-

.

1- 1-

 $20_7$ ,

1- 1-

[39],

 $1000^\circ$  $20_7$  $20_3$ ,  $0_2$ ,

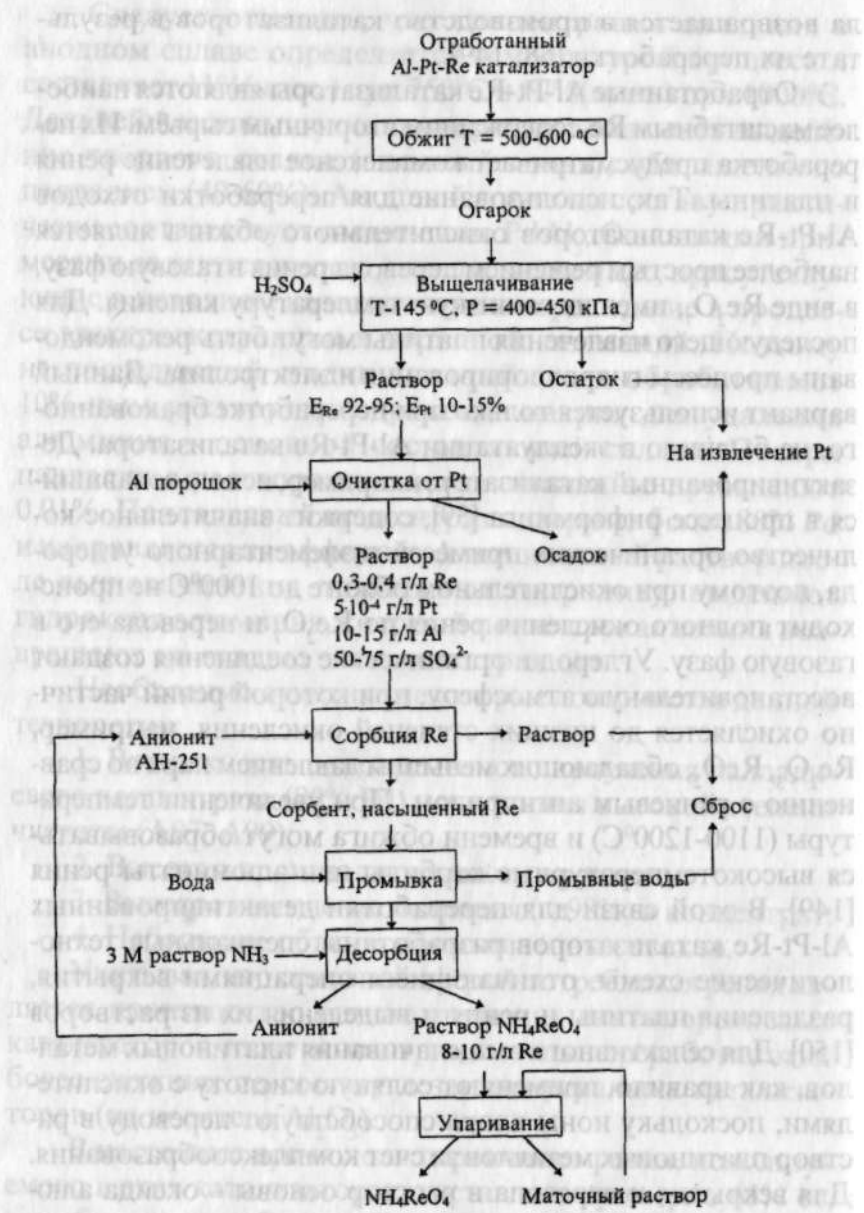
(1100-1200° )

[149].

1- 1-

[150].

1- 1-



4.6.6.

1- 1-

( . 4.6.6)

1- 1-  
500-600°( 6 ).  
0,4-0,5

145°

92-95%

10-15%

( 5-10<sup>4</sup> / ).

0,3-0,4 /

/ ),

- (50-75 / ),

(5- 10<sup>4</sup> / ),

(10-15

-251.

- 30-35%,

- 98%.

(3 / ).

98%

8-10 /

90%.

( . 4.6.7)

900-1000°

(~92%),

-17.

-17

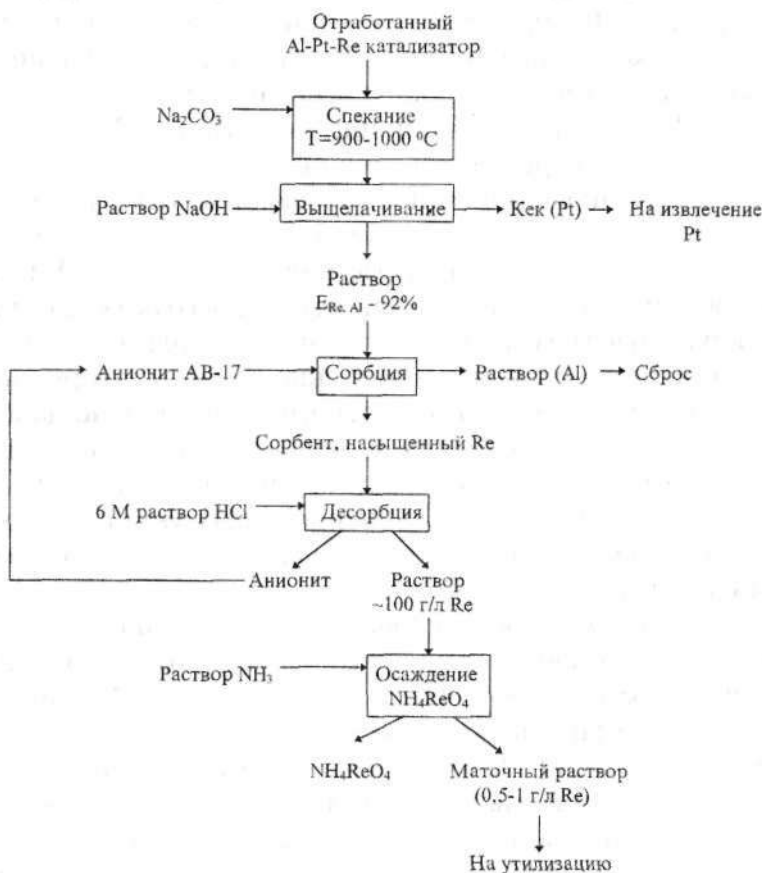
- 10%,

- 98,3%-

6 /  
100 /  
100%.

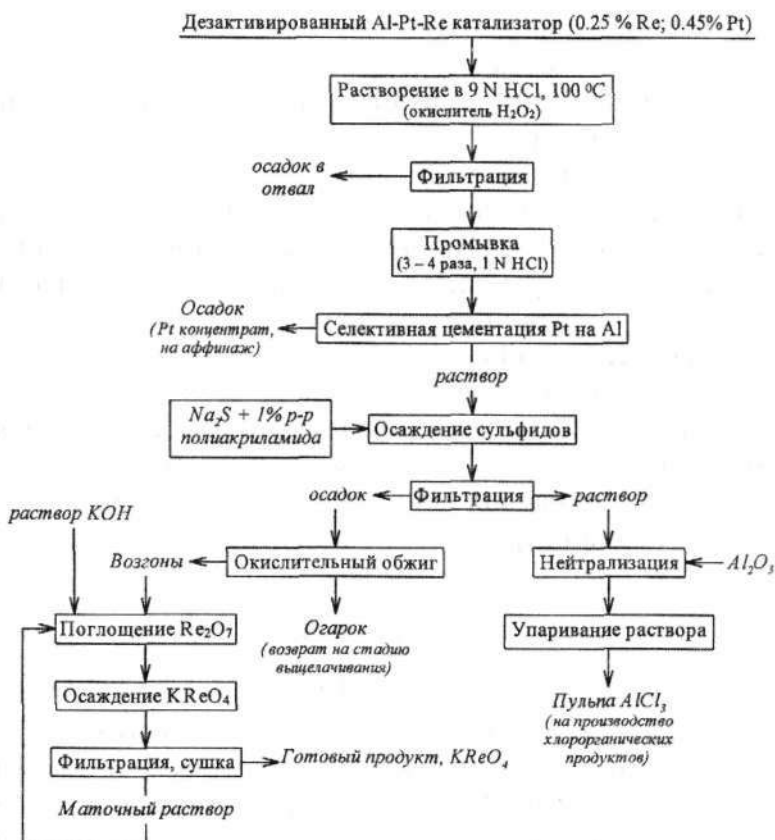
0,5-1 /

92%.



4.6.7.  
1- 1-

(4.6.9) (4.6.8)



. 4.6.8.

1- 1- .

( = 4.6.8),

1- 1- 9 /

95-100° ,

$$1 + 2 \quad 1 + 2 \quad 1_2 = \quad 2 \quad 1 \quad 1_6,$$

$$+ 7 \quad 2_0 2 = 2 \quad 0_4 + 6 \quad 2_0,$$

$$- 1_2 0_3 + 6 \quad 1 = 2 \quad 1 \quad 1_3 + \quad 2_0.$$

99%

2,5%

$$1: \quad 1 = 1:5$$

60-80% 1.

( = 60-70° )

$$2 \quad 1 \quad 1_6 + \quad 2_8 = \quad * 8_2 + 6 \quad 1 + \quad 2_8,$$

$$* 8_2 = 18 + 8,$$

$$2 \quad 0_4 + 7 \quad 2_8 + 14 \quad 1 = \quad 2_8 7 + \quad 1 + 8 \quad 2_0.$$

99%

1%-

).

650-700°

$$2 \quad {}_28_7 + 70_2 = 2 \quad {}_20_7 + 78 \quad {}_2.$$

:

$$2 \quad :8_2 + 20_2 = 1 + 280_2.$$

10-12%-

96-97%.

- 98%.

1 1<sub>3</sub>,

( .4.6.9.)

4-5 /

120-130°

0,5-0,6

( 1<sub>2</sub>0<sub>3</sub>)

:

$$- \quad {}_120_3 + 2 \quad + \quad {}_20 = 2 \quad [ \quad 1( \quad ) \quad ]_{4},$$

:

$$4 \quad + 4 \quad + \quad {}_{2}70_{2} = 4 \quad , + \quad {}_{4}2 \quad , {}_{2}0.$$

Деактивированный Al-Pt-Re катализатор (0.35% Re, 0.40 % Pt)

Автоклавное растворение в 4 N NaOH, 120 °C, p=5 атм.

Фильтрация

раствор

твёрдый остаток  
2.5 – 3 % Pt

Цементация на Al

раствор

Растворение  
(HCl + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

Осадок  
(в отвал)

Фильтрация

раствор

Цементация на Al

раствор  
(нейтрализация,  
в стоки)

Фильтрация

Осадок  
(Pt концентрат)

раствор

Ионный обмен  
(анионит АВ-17)

Гидролиз  
(получение Al(OH)<sub>3</sub>)

Элюирование  
(2N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Осаждение KReO<sub>4</sub> (10 °C)

Фильтрация

раствор

Готовый продукт  
KReO<sub>4</sub>

Упаривание

Конденсат H<sub>2</sub>O  
(на приготовление  
раствора NaOH)

4.6.9.

1 - .

70° .

65-80%

1,

-17.

0<sub>4</sub>.

10-12° ,

0<sub>4</sub> + 1 = 0<sub>4</sub> + 1.

0,02-0,03% ( ), . 0<sub>4</sub> 12° -  
-

95-96%.

- 98,8%.

- 1( )<sub>3</sub>.

-92%, - 99%.

[151-158].

20

500

20<sub>5</sub>

( )

(

)

,0<sub>5</sub>

6%,

20

8,7%.

4 4,5-5,5 5,0% 6,0 - 2,0%.

[151-154].

[155].

[156].

(III),

(1  $\frac{2}{/}$  ) ,

(III)

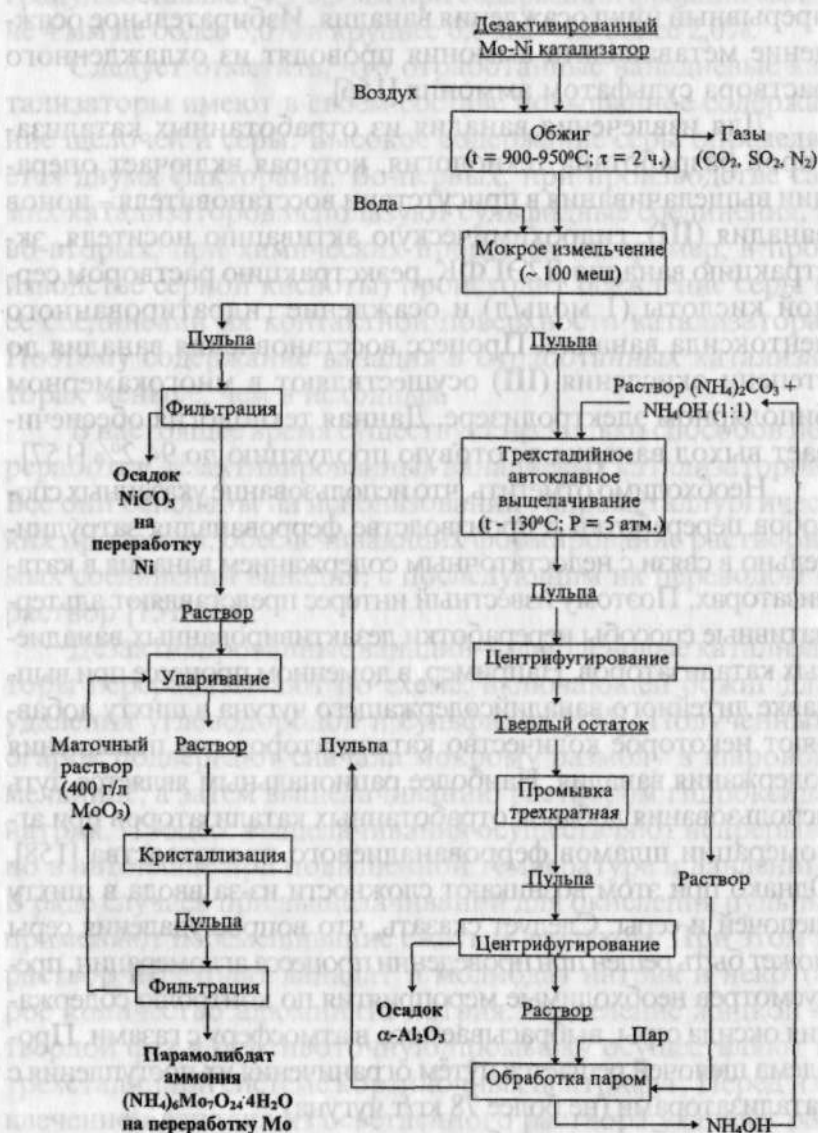
94,2% [157].

[158].

( 78 / ).

( - 3-10%)

-  $1_20_3$ ,  
2-5 .%  
. 4.6.10.



900-950°

(-100 .)

0,5

1:1  
130° .

, ( )

).

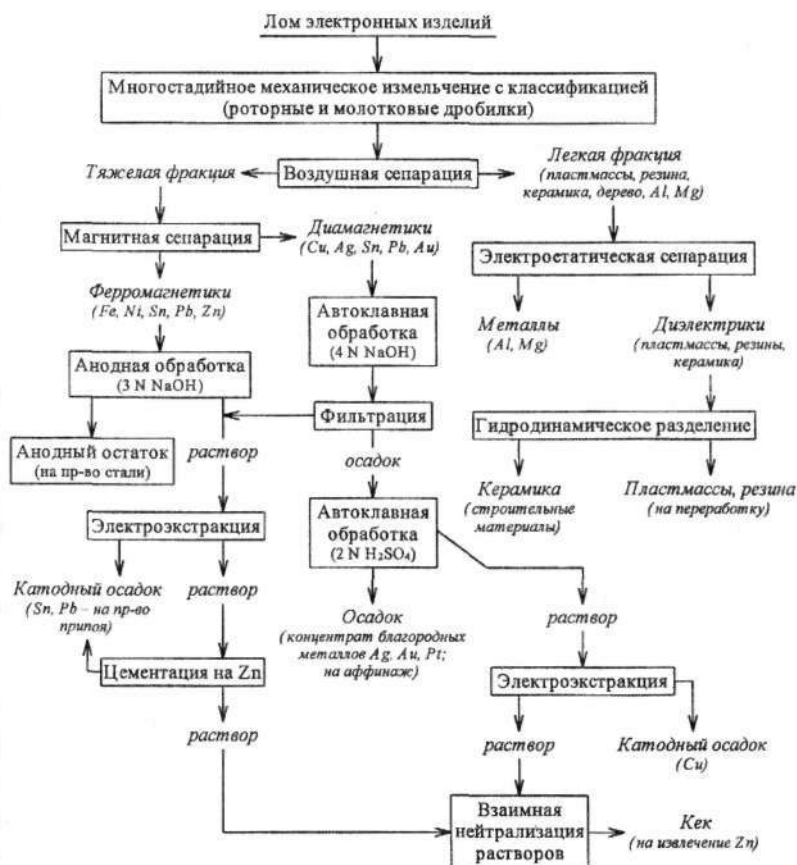
400 / 0<sub>3</sub>**4.7.**

,  
 ( §, , 1), ( , 1, , 8 , 2 ),  
 ( , \ , )

. 4.7.1.

1-3 .

1 §,



(8, 2),

$$|8^\circ - 2 + 40| = [8 ( )^2],$$

$$| - 4 + 60| = [ ( )_6]^2,$$

$$|2^\circ - 2 + 40| = [2 ( )_4]^2$$

8, 2,

8, 2,

125° 2 / 120-  
2804 130° 0,4-0,5 - 1 /  
0,5-0,7  
8, 2, , 1, 8

, %: 3-15 §, 0,4-4,0 , 0,2-2,0 1,0,5-7,0 ,

(4.7.2)

, 0,3 XV , .%: 0,3 §, 0,1 , 0,01 1, 0,02 , 0,2  
64 , 14 , 6 8 .

(1-3%)

(1-2%).

[159].

10%-

0,25-0,3. 0,55 , - 0,45-0,50 .

1200°

1,7 , 0,3 1, 0,4 , 3,7 , 4,9 XV, .%: 5,8 §,

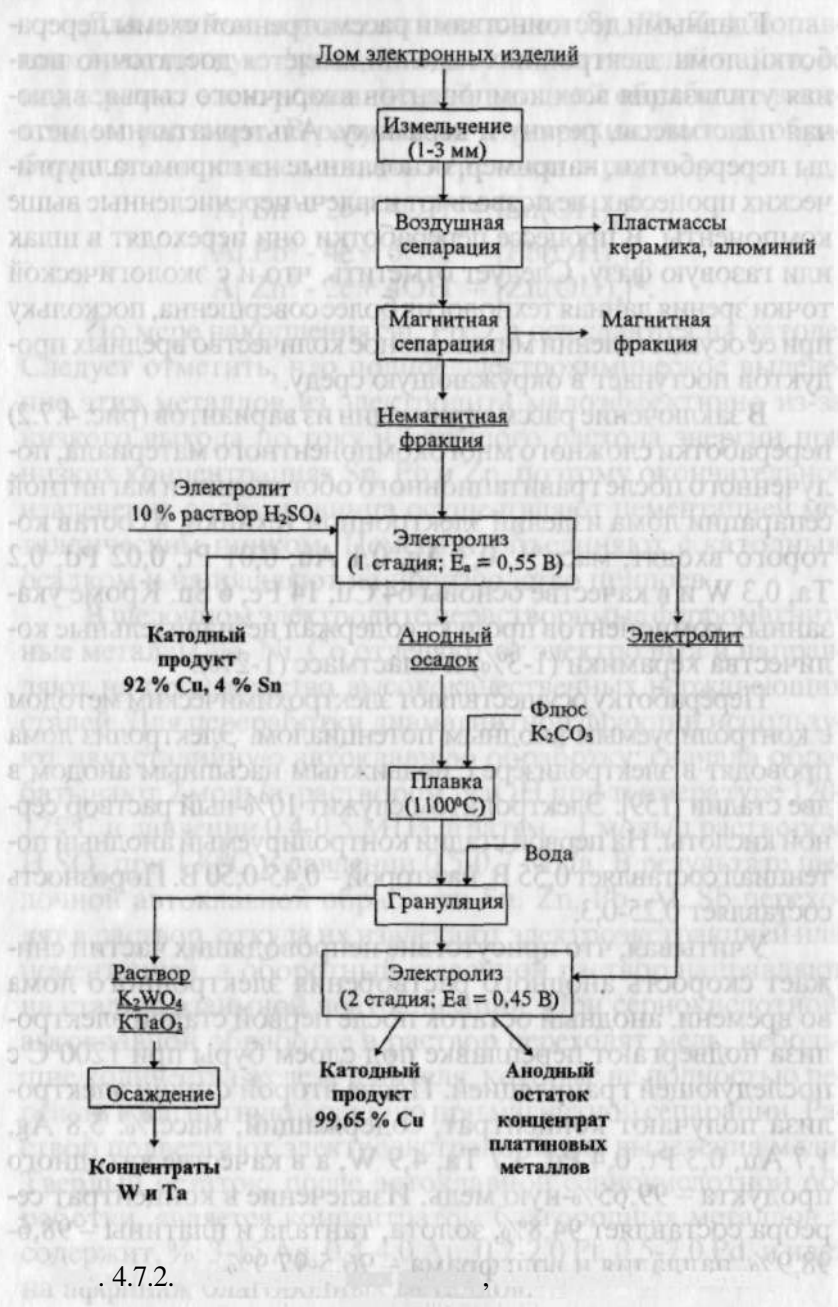
- 99,65%-

94,8%,

- 98,6-

98,9%,

- 96,5-97,9%.



4.7.2.

4.<sup>0</sup>..

( §, , )

( ).

( 0<sub>3</sub>,

,  
(

);

( ),

， ， ， ( 0<sub>3</sub>, ).

(-70-80% )

， ， ， (

1<sub>2</sub>(80<sub>4</sub>)<sub>3</sub> ( )<sub>2</sub>, 2 0<sub>3</sub>, 280<sub>4</sub>  
2(80<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.

， ，

：

，

，

，

，

，

，

，

，

，

，

，

，

，

，

，

，

，

，



( )<sub>3</sub>.

(II)

(III)

12

6-9

( )

(

200-500

).

5-6

(

).

(V)

( ^),

5-10

7-8,

2

( 2=\* 3=

30

<sub>3=(2/3) 2]</sub>

[ 2=(2/3) 1;

14%.

0,4

/.

20<sub>5</sub>.

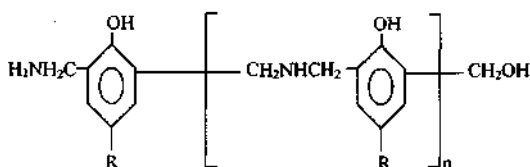
6,5-8,0

80<sub>4</sub>  
5,5-6,2.

[175,176].

(V)

( )



, = 1-3.

2,2-3,1.

10,0 / 20<sub>5</sub>, 0: = 1:1 = 2,60  
 5 . 0,5 / 12,5% 97,6%

- 29,0 /

- 18,0 / .

(V)

( .4.8.1).

99,8%

0,1 / .  
99-99,5%.

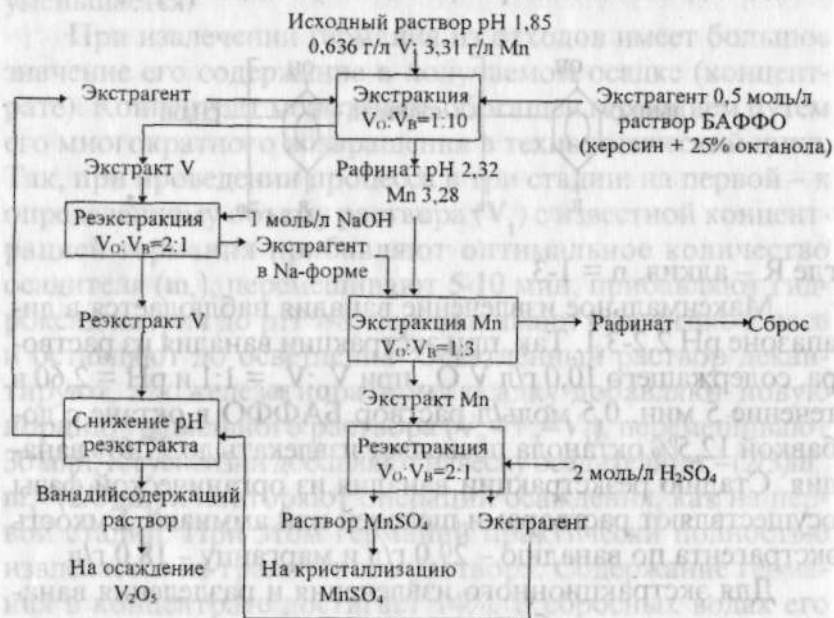
[177, 178].  
1,67-2,44 /

13,9-14,4 0,  
10,95-11,89.

( ), 9-13%

(~ 270 )

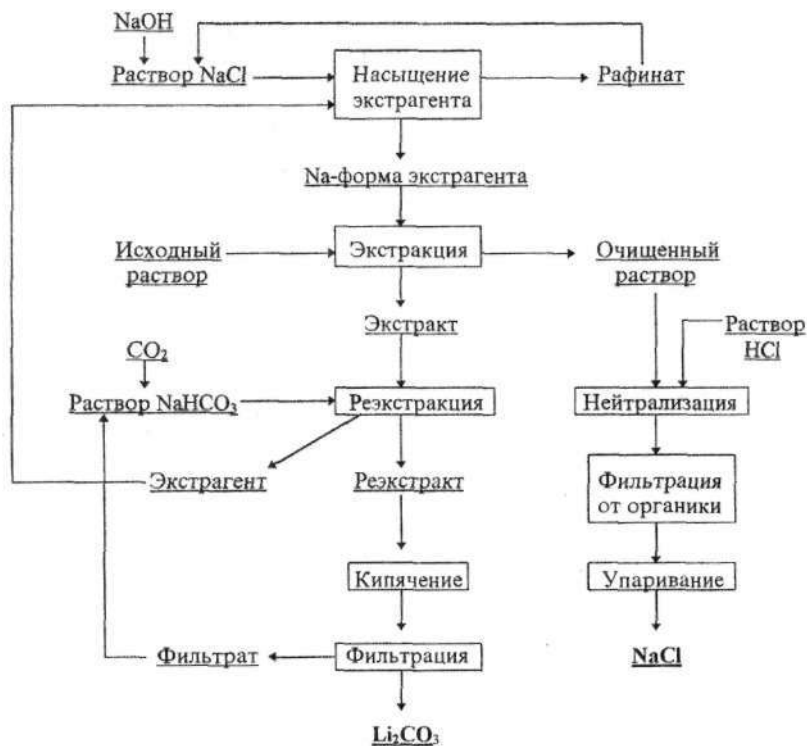
99,5%.



4.8.1.

O<sub>3</sub>

. 4.8.2.



. 4.8.2.

1

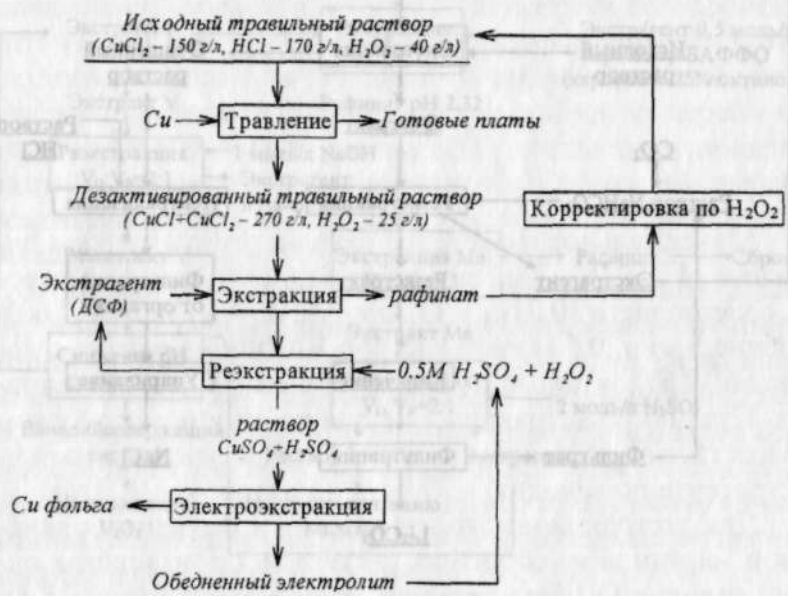
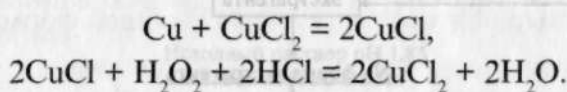
( -98%)

~99%.

[179, 180],

(II),

( )



4.8.3.

(I)

+

(1).

[181, 182]. , / : 200-340

1<sub>2</sub>, 130-3501, 10-16 , 0<sub>2</sub>

( . 4.8.3)

"

".

(II),

(I).

180 /

50-70 /

0,5 /

120-

280<sub>4</sub>.

[39].

( $O_2$ ).

$= 7$

-31

$= 7$

0,5 /

,

120 /

.

8-

10 %-

40

(

4.8.4).

8,7-9,2.

(~ 10%).

, %: 0,3 81; 0,03 1; 0,01 §

; 0,001-0,003

,

,

;  $10^4$  8

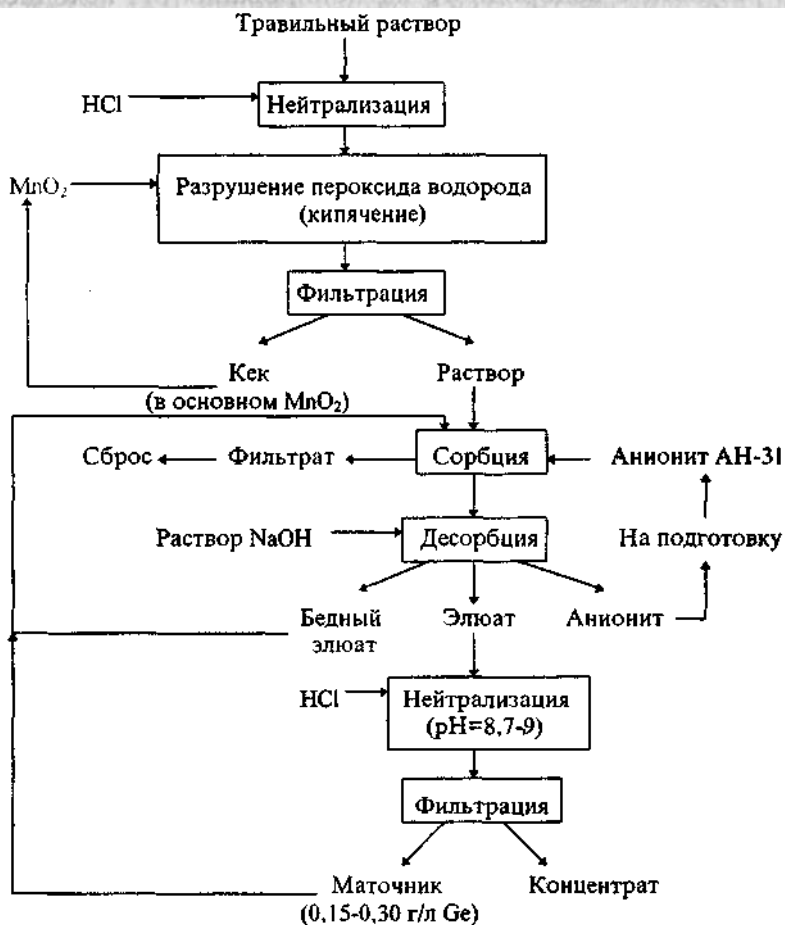
;  $10^5$  §.

0,15-0,30 /

,

15%

(VI)



4.8.4.

20

100 /

, / : \ - 50, - 120 = 9-10.

-2 8

10 2.5.

-17 4 ( ).

3%-

10%-

3%-

~100%,

100

(VI)

( ) [39, 56].

~ 1 /

1 -400

- 10%- -

, 98% . (~30 / 1 ) = 2. -

.

, -

, , 0,02-0,5 -

/ [39, 183].

0,4, .

, -

0,1 / ), , ( -

-21, -2 , -

.

.

, -21-16 , -

.

20-30%. -

.

5-6%-

(15-20 / ) -

( . 4.8.5). -

[75]. -

, -

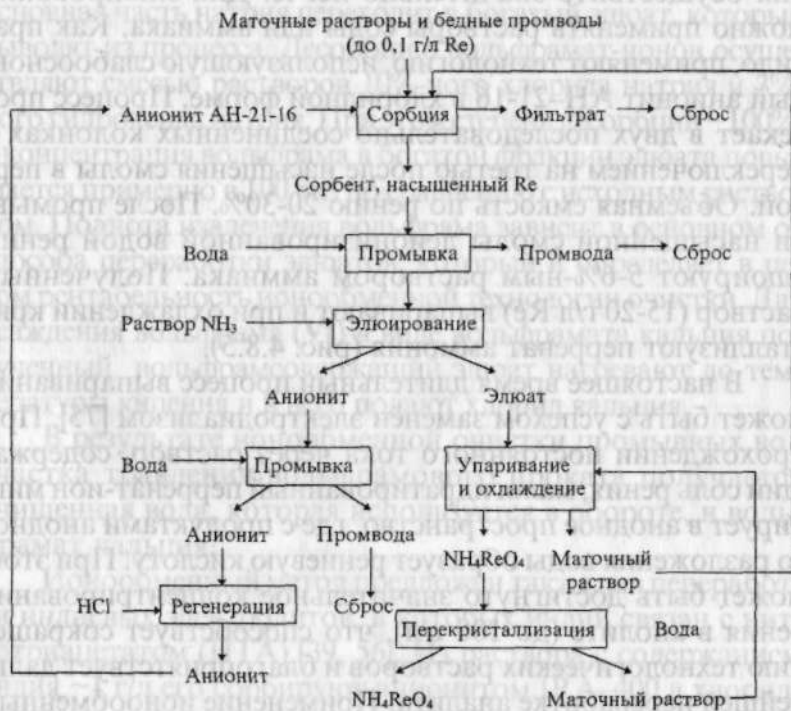
, -

.

( 100 / ), -

.

.



4.8.5.

50-60° ,

17-20 / ,

50-60 / .

20-25°

~ 70%

0,2 / <sup>2</sup> 20-25

-95%.

-14

90%

( )

[184].

. 4.8.6.

( 1),

( 2)

( 3).

3,

-1300 / ,

1( )

2( ) -

500 / .

- 60 740 / . 20 130 / , -  
 300 / <sup>2</sup>. 1 2 -  
 / , - 1-3 / . 2-4  
 3 100-120  
 / , 4-6 / .  
 40-50 / <sup>2</sup>  
 0,6 / .  
 ( )  
 1 / [185].



. 4.8.6.

98%

[186-188].

[189].

( . 4.8.7).

5%-

$$|6 \quad 20-4 = 0_2 + 4 \quad 30^+.$$

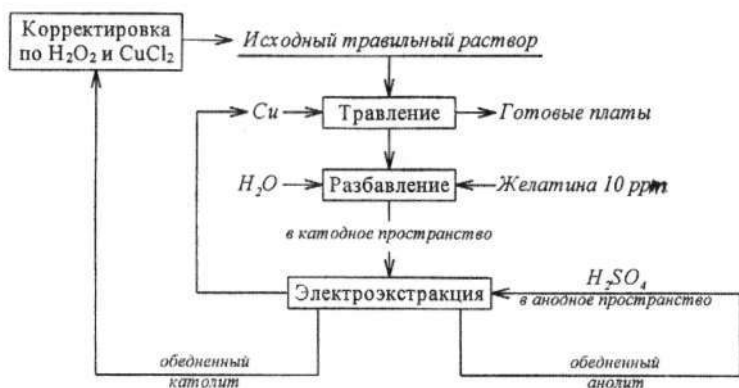
$$\begin{array}{l} | \quad ^+ + = \quad ^\circ, \\ | \quad ^{2+} + 2 = \quad ^0. \end{array}$$

$$^\circ = 0,521 \quad .$$

$$^\circ = 0,337 \quad .$$

100-120 /

10



. 4.8.7.

(II)

50-100 0,5-5,0 /

) 2,0<sub>2</sub>,

5 / ) ( -1 ) (2-  
 ( 1<sub>3</sub>) ( )<sub>2</sub>.  
 , 3 0<sub>4</sub>,  
 , 50-100 / , 1 / .  
 98%.

4<sup>^</sup>;

• •

[17, 18]

[112].

[17, 18].

( ) [190],

:

,

(

),

,

,

.

,

,

,

,

,

,

,

..

[191],

.

( . 4.9.1),

.

,

,

,

,

[192].

,

,

[193, 194],

,

[195]

.

,

[196],

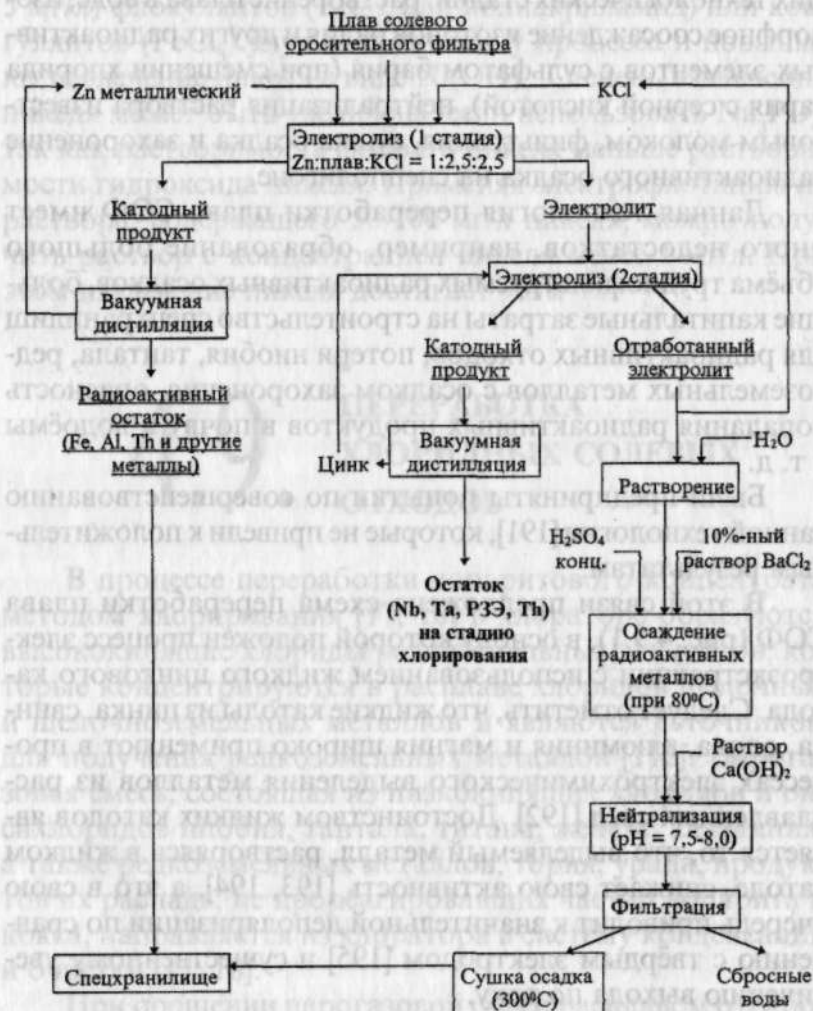
[197]

[198]

,

100%.

.



.49.1.

( ).

$$2 : \quad : \quad 1 =$$

$$1:2,5:2,5 \quad 1 = 5 \quad / \quad ^2.$$

$$1 = 10 \quad / \quad ^2.$$

(50%)

2-3

98%

88%

1. . . . , 1968. - 344 .
2. . . . , 1971. - 504 .
3. . . . , 1973. - 504 .
4. . / . . . , 1989. - 392 .
5. . 2. . / . . . , 1975. - 392 .
6. . . . . - . , 1983.-424 .
7. . . . , 1993. - 400 .
8. . / . . . , 1965. - 428 .
9. . . IV. . / . . . , 1967. - 644 .
10. . . . . - , 1974. - 344 .

11. . /  
 . . . . - ∴ , 1976. . I -  
 368 . . II - 360 . . III - 320 .
12. . , . .  
 . - ∴ , 1977. - 360 .
13. .  
 3- . . 1. / . , . ,  
 . . / . . . - ∴ , 1996.  
 - 376 .
14. .  
 3- . . 2. / . , . , -  
 . . / . . . - ∴ , 1999.  
 - 464 .
15. . . -  
 . - - ∴ ,  
 1940.-104 .
16. . .  
 . - ∴ , 1966. - 254 .
17. . , . . -  
 . - ∴ , 1970. -  
 344 .
18. . , . , . . -  
 . - ∴ , 1991. - 191 .
19. . , . , . .  
 . - ∴ ,  
 1963. - 360 .
20. . , . . -  
 . - ∴ , 1964. - 356 .
21. . , . . -  
 . - ∴ , 1966. - 560 .

22. . . . . , 1970. - 256 .
23. . . . . , 1958. -372 .
24. . . . . , 1978.-256 .
25. . . . . , 1983.—  
200 .
26. . . . . , 1970. - 268 .
27. . . . . , 1972. - 544 .
28. . . . . , 1976.- 483 .
29. . . . . , 1977. - 380 .
30. . . . . , 1967.-150 .
31. . . . . / .  
- . . . . , 1974.-150 .
32. . . . . , 1980.-205 .
33. . . . . / .  
1981.-400 .
34. . . . . , 1982—  
376 .
35. . . . . , 1984. - 144 .

36. . . , . . . , 1983. - 480 .
37. . . , 1985. - 222 .
38. . . , 1986. - 440 .
39. . . , 1985. - 104 .
40. § . . . // 1. 1 . 8 . 1956. V. 103. 9. . 518-521.
41. . . , . . . " . 1968. . 95-104.
42. . . , 1967.-451 .
43. . / . . , 1978.-366 .
44. . . , 1977. - 170 .
45. . . , 502979. <sup>3</sup>. 25 3/68. . 1976. 6. 71.
46. . . , . . . 1986. . 22. 5. . 579-584.
47. . . , 1972. - 240 .

48. . . , . . , . . -  
1972. ^ 104 . ,
49. . . . - : ,  
1978.-48 .
50. . . , §1 \ . . , 8 , . .  
§ 1 11 § 1 § 1 § 1  
1. // 1. 4172883,  
1. 423/348 ( <sup>3</sup> 01 33/02). . 23.06.1978.
51. . . , J., 1 81 .  
1 1 1 1; 11. (   
). // . 67180,  
<sup>3</sup> 22 5/20. . 05.02.1979.
52. . . . - : , 1960. - 100 .
53. . . , . . .  
-  
-  
. // . 1982. 3. . 23-25.
54. . . . - : -  
, 1978. - 272 .
55. . . -  
. - : , 1977. - 53 .
56. . . . - : ,  
" / " , 2000 - 276 .
57. . , . . .  
-  
//  
. 1972. 11. . 65-67.
58. . . .  
-  
// .  
. 1980. 1. . 61-64.
59. -

- . / . . . , . .  
- ∴ , 1972. - 95 .
60.  
. // " "- ∴ , 1960. . 279-291.
61. 1 § ^ 1 !. 1 1 1  
, 1 1 , , 1 §81 .  
// 1. 792716, . . 1.41 . .02.04.1958.
62. §8 .. ,, 11 \* . .. 1 1 §  
// ! 81. . . 118 ! 1 1 \* . 1964. 6506.  
. 12.
63.  
,- ∴ , 1977. - 240 .
64.  
.. ,, .. ,, .. ,, ..  
..  
. // . . 1968. 4. . 52-55.
65.  
.. ,, .. ,, - - // .  
. 1966. 2. . 82-85.
66.  
.- : -  
, 1965. - 484 .
67.  
./ . ,, . ,, -  
.. ,, . . - ∴ , 1990. - 296 .
68. !; . ,, .1. § \* . (1 1. 8 .  
. 1 1 , 1 \* . 1 5 , .  
9-13. 1996). // 11 8. / . .  
. - 1 !: 8, 1996. - . 119-127.
69.  
. , 1 §81 1 \ - , - §

70. ... // ... 1981. 10. ... 80-82.

71. . . . . , . . . . . // IV . . . . .  
 . . . . . - . . . . . , 1976. - 203 .

72. . / .  
 . , .  
 . . - . , 1961. - 348 .

73. . . . . 1968. - 524 .

74. . . . .

70- (26 - 28 1970 .) - . 345-349.

75. . / . . . , 1999. -391 .

76. . . . . // : " -  
65. . . . . " ( . - : 1972. - . 99-105.

77. .// III .  
 . - : 1970. - 130 .

78. . . . . //  
1998. .42. 6. 135-142.

79. . , . . -  
 . // .: "  
 " - : . -  
 , 1990.- . 123-128.
80. . , . , . . . -  
 . // .  
 . 1652379, . <sup>1</sup> 25 1/22, 22 34/36. .  
 1991. 20. . 86-87.
81. . , . , . . . -  
 . // .  
 . . 1726545, . <sup>5</sup> 22 34/34, 34/36, 34/24.  
 . 1992. 14. . 109.
82. . , . , . . . -  
 . " " . -  
**III**  
 " - 2000". - , 2000. - 164 .
83. . , . , . . .  
 -  
 . // . . 1990. . 63.  
 12. . 2638-2643.
84. . , . , . . . -  
 -  
 . // .: " . - " .  
 - : , 1990. - . 97-103.
85. . , . , . . . -  
 -  
 - . // -  
 . 1991. 3. 34-37.
86. . , . , . , . . .  
 , -  
 , -  
 . // . . 1737023, . <sup>5</sup> 25 7/00.  
 . 1992. 20. . 98.

87. . . , . . , . . , . .  
 . // . : " -  
 " . - : . , 1990. - . 51-56.
88. . . , . . , . . , . . ,  
 . . , . .  
 . // .  
 . 1969. 6. . 56-58.
89. . . , . .  
 . - : , 1964. - 356 .
90. & . . 1§ 1 // 1. . 1976. V.  
 28. 3. . 21-22.
91. . . , . . , . .  
 . - : , 1985.  
 -157 .
92. . . , . .  
 . // . : "  
 . / .  
 . . - : , 1967. - . 65-73.
93. . . , . . , . .  
 . // . 1975. 12. .  
 42-44.
94. . . , . . , . . .  
 . // .  
 . 1980. 21. . 21-24.
95. . . , . . , . . .  
 . // .  
 . 1980. 3. . 40-42.

96. . . . .
- . // . 1978. 7. . 22-23.
97. . . . . -  
. // . 1977. 3. . 54-56.
98. . . . . -  
. // . 1977. 3. . 56.
99. , / . :  
. . . . - :  
, 1977. - 263 .
100. , - /  
. . . - : , 1996. -  
290 .
101. . . . . -  
// :  
"XVII . , -  
" (17-19  
2001 .). . - : , 2001. - . 237.
102. . . . . -  
. . . . . -  
. // : " ,  
" . - :  
, 1992. - . 53-59.
103. . . . . -  
. // . .  
. 1993. 5-6. . 18-22.
104. . . . . -  
. - : , 1978. - 347 .

105. . . . . , 1972. - 432 .
106. . . . .  
 . // . 14. . 1970. . 2. . 108-115.
107. 01 . . . . . § .  
 . 18 . 1 . . . . . 1.  
 1'89: . 8 . . (10-13 . 1989). - .  
 1989. . 885-898.
108. . . . .  
 . // . - 21 . 1999. . 2. . 34-36.
109. . . . . 2- . . 1  
 - . . , 1962. - 687 .  
 . . . . . 3- . / . . . . 3.  
 . 1-3. - . . . , 1969-1970. - 1219 .
111. . / . . . . .  
 . . . . . , 1985. - 184 .
112. . . . .  
 . . . . . , 1987. - 232 .
113. 81 1 8, . 1 1\ . 88 \*  
 § 1 18 (1 11 1; 1 1 81. ( .  
 ) . // 1. 897150, .  
 1 . 1.<sup>3</sup> 01 23/96. . 11.03.1962.
114. . . . . X, .  
 . ( . ) .  
 . // . . 1968. .
23. 9. . 44-49.



124. " . I. - , 1969. - . 36-47.  
 125. , -  
 . // . 2223979,  
 3 01 1/14, 01 § 55/00.  
 25.10.1974.  
 126. . . -  
 . // . -  
 . 1976. 3. . 87-90.  
 127. . . -  
 . // . , . 1986. . 31.  
 11. . 2977-2982.  
 128. // . 1375444, . 3 01 23/96.  
 . 27.11.1974.  
 129. , 1 ! § 1 . ( -  
 , ).// 1. 1090294, . .  
 1 1. 1.<sup>3</sup> 22 11/04. . 08.11.1967.  
 130. . , . . , . -  
 . . -  
 . // . . . .  
 1972. 2. . 6-10.  
 131. . , . . // . 1976. 3. . 143-145.  
 132. . , 8 18 I. ! 1\* 8  
 1 !;8 ! .  
 ( . // . 2251364, . 1 1. 1.<sup>3</sup>  
 01 §55/00. . 13.06.1976.

132. . . . .  
 // . . 522854, . <sup>3</sup> 01 23/96. . 1976.  
 28. . 7.
133. . . . .  
 . 1979. . 22. 11. . 1421-1423.
134. . . . .  
 . // . 56-13775,  
 . <sup>3</sup> 22 1/04, 01 23/96. . 31.03.1981.
135. . . . .  
 // .: " , " . - :  
 , 1981. . 47-48.
136. 1\ 18 1. . , \$\* 8 \* .81. . »  
 1 1 1 1\$ 1 1 8 .  
 ( . ) . // . 0048103, . <sup>3</sup> 22 11/00, 01  
 §55/00. . 24.03.1982.
137. . . . .  
 . 57-19174, . <sup>3</sup> 22 1/04, 01 41/00.  
 . 21.04.1982.
138. . . . .  
 . // .: "XVII  
 .  
 " (17 - 19 , 2001 .).  
 . - .: , 2001. - . 289.
139. . . . .  
 . // . XIV .  
 . . III. - , 1989. - . 63-64.

140. . . . , 1975. - 536 .
141. // . 58-23449, . <sup>3</sup> 22 11/00. .  
16.05.1983.
142. // .  
54-14572, . <sup>3</sup> 22 11/06, 01 23/06. .  
. 08.06.1979.
143. 81 1 . . ( . ) . // .  
- . 1980. V. 75. 1. . 23-24.
144. . . . 1 18 8 1 1 . -  
1 . § 1 1 8 8. ( . ) .  
// . 4337085, . 1. 22 1/00.11.8. 1.75-83.  
29.06.1982.
145. . . . , . . . .  
" . - . , 1997. - . 32-33.
146. . . . , . . . .  
// . . . . 1985. 4.  
. 63-67.
147. . . . , . . . .  
1997. 5. . 46-48.
148. . . . , . . . .  
// . 1997. 6. . 39-41.

149. . . , . . , . . , . . - 1203  
. . . .// . . . .  
. 1989. . 32. 1. . 22-24.  
150. . . , . . , . . , . . -  
. . . .// XIII  
. . . . ,  
. . III. - , 1986. - . 34.  
151. . . , . . , . . . . -  
. . . .//  
. 1981. 7. .  
47-49.  
152. . . , . . , . . . . -  
. . . .  
// . 1984.  
10. . 28-32.  
153. . . , . . , . . -  
. . . .//  
. " -  
. " -  
" . - , 1986.  
154. . . , . . , . . . . -  
. . . .  
. . 4.  
. . . .  
. . . . , 1983. - 60 .  
155. \ 8\ 1\* . . 1 \ ! 1 18\* \* 1 11 §  
1978. // 3. 1 1979. V. 31. 5. . 32-35.  
156. //^ . , 181 N. 11 '8 \ 1 1 \* 18 8 1  
818. // §. ! \* \* § I. 1978. V. 179. 5. . 105-107.

- 214

166. . . . , 1982. - 128 .
167. . . . , 1983. - 118 .
168. . . . , 1983. - 37 .
169. . . . , 1967. - 102 .
170. . . . , 1974. - 160 .
171. . J., \ . . . 1 \ . . . 1 1 1  
11 § 8. // 8 . 1 § . 1985. V. 24. 1. . 45-77.
172. }., . . . 1 1 . . . 1 ( . . . 88  
1 1 . . . 81 \ 1 . // 1  
8 8. 1985. V. 81. 243. . 57-66.
173. . . . . . . . .  
 . // .  
 . 1984. 3. . 37-39.
174. . . . . . . . .  
 . - : , 1990.  
 -47 .
175. . . . . . . . .  
 . // . : " . . . 1. - :  
 , 1990. - . 90-111.
176. . . . . . . . .  
(V) . // . . .  
 . 2000. 3. . 16-22.
177. . . . . . . . .

178. . II . . 1111993, . <sup>3</sup> 01 ! 3/18, 01  
11/04. . 1984. 33. . 68.
179. . , . . . -  
-  
15/00, 25 ! 21/6. . 1280036, . <sup>4</sup> 22  
. 1986. 48. . 102.
180. . . . . -  
-  
-  
. // . . 82. - ., 1987. - . 81-88.
181. . . 1 . 8 1' 1 1 1 1'  
§ 1' ! ! 8 . ( . // . 2050428,  
. . 1.<sup>3</sup> 23 100. . 07.01.1981.
182. 8 . ! . ! 1 §  
1 1 1 18' § 1: § . ( -  
). // -  
3317040, . <sup>3</sup> 23 1/00, 25 21/16.  
. 15.11.1984.
183. . . . . -  
: . . . , 1992. - 161 .
184. . , . . . -  
-  
-  
. // . 2131485, . . <sup>5</sup> 25 7/00.  
. 1999. 16. . 96.
185. . , . . . -  
-  
-  
. // . III . " -  
" . - , 2000. - . 279.

186. . . , . . , . . . -  
- . // . XVII -  
. - . : , 2001. - . 233.
187. . , . . , . . -  
- . // . XVII -  
. - . : , 2001. - . 240.
188. . . , . . , . . . -  
- . // .  
" , " . 2000. 3. . 125-131.
189. . . -  
- . // - 21 . 2000. 4.  
. 38-39.
190. . . , . , . . . -  
- . // . : " . " . 24. - . :  
, 1969. . 153-160.
191. . . , . . , . . , . . -  
- . // .  
. 2- .  
. - . : , 1970. . 73-81.
192. . . . -  
: , 1978. - 248 .
193. . . , . . , . . -  
- . : ,  
1957. - 358 .
194. . . 2. / . .

1966. - 836 .

195. . . . .  
1967. 2. . 89-93. . //

196. . . . .  
1959.- . 162-168.

197. 1 8 . 1 ! 8 ! 8 81  
2 . III. 1 . 8 . 1962. V. 109. 10. . 989-991.

198. . . . .  
1960. 1. . 128-132.

( , 4.6),



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	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
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	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

	.....	35
1.		
	.....	38
2.		
	.....	42
3.		.... 47
3.1.		..... 52
3.2.		..... 60
4.		
	, ,	
		..... 73
4.1.		..... 75
4.2.		
		..... 94
4.3.		..... 114
4.4.		
'''		..... 133
4.5.		..... 142
4.6.	( )	
		..... 147
4.7.		..... 169
4.8.	...	175
4.9.		..... 194
	.....	219

« »  
- : 2 § 1 .  
.: 149-5748,149-5355,140-7022

. . , . . ,  
. . , . .

, ,

23.01.02. 60x901/16.  
. . . 14. 3000 . 214.

« 1».  
428019, . , . . , 15.



**Владимир Гришин:**  
Эта книга сродни нашим семинарам, которые ведут к новым контактам на новом уровне доверия.



**Лариса Еремина:**  
Стараюсь рассказать об авторах этой книги не как о функциях, а как о живых людях, Личностях!



**Вячеслав Букин:**  
Технология должна быть прежде всего дуракоустойчивой, то есть работать независимо от того, в каком состоянии находится оператор. И продукт при этом должен получаться тот, что нужен!



**Владимир Сафонов:**  
Технология должна быть рациональной, экономически и экологически обоснованной.



**Валерий Сафонов:**  
Технология не должна быть "стервозной", она должна быть, как любящая мать, но не слепая. "Стервозность" технологии может проявляться, например, в слишком узком диапазоне какого-либо параметра.



**Михаил Игумнов:**  
Технология только тогда оптимальна, когда она стройна и красива, как женщина!

**В.И. БУКИН  
М.С. ИГУМНОВ  
В.В. САФОНОВ  
Вл.В. САФОНОВ**

**ПЕРЕРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ  
И ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ,  
СОДЕРЖАЩИХ РЕДКИЕ, БЛАГОРОДНЫЕ  
И ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ**

