



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кафедра Водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

На тему: Опыт проектирования, постройки и введения в действие завода по разведению радужной форели *Oncorhynchus mykiss*

Исполнитель Филатенко Сергей Александрович  
Руководитель к. б. н., доцент Шошин Александр Владимирович  
«К защите допускаю»  
Заведующая кафедрой

(Подпись)

к.т.н.  
Королькова Светлана Витальевна

«24» июль 2019 г.

Санкт-Петербург

2019



.....	4
1.	–
<i>Oncorhynchus mykiss</i> .....	7
1.1. ....	9
2.	
.....	12
2.1. ....	12
2.2. ....	13
2.3 ....	13
2.4 ....	14
2.5. ....	16
2.6 ....	17
2.7 ....	17
2.8 ....	18
2.9 ....	19
2.9.1 .....	19
2.10 ....	23
2.11 ....	25
2. 12	
.....	26
2.13 ....	26
2.14 ....	28
.....	30
.....	33
.....	35
2.15 , .....	35
.....	35
.....	35
.....	37
2.16 ....	39
2.17 ....	42
2.18 ....	43
.....	46

.....	47
.....	49

90  
70 (2013 ).

( )

[3].

, , .  
 , ,  
 :  
 .  
 , ,  
 , ,  
 .  
 , 12 ,  
 .  
 :  
 1. ,  
 (*Oncorhynchus mykiss*), ;  
 2.  
 ;  
 3. 12 ,  
 ;  
 4. ;  
 — .  
 , 12 ,  
 (*Oncorhynchus mykiss*).  
 : . . [11] . [2].

19 , 4 - , 2 ,  
- 53 .  
.

1.

ONCORHYNCHUSMYKISS



1.

(Oncorhynchusmykiss)

1) –

( .

,

,

,

.

,

7-10

3

,

-

4,5

.

9 -14°C.

21°C

10 – 12 / .

5 / [5].

,

;

3-4

.

610

2600

/

.

(3-7 ).

,

(

-

),

,

.



## 1.1.

— , ,

.

,

,

, , , . .

.

.

,

,

,

. [6].

,

.

.

,

,

,

,

.

,

,

[8].

[11].

pH,

,

.

2.

12 / .

2.1.

16.02.2017 .

. 1.

. 1.

/		.		2.1.4.1175-02 2.1.5.1315-03
1			0	3
2	pH	. pH	7,1	6-9
3			3,8	3,5
4			78	30
5		<sup>0</sup>	0,7	10
6		/ <sup>3</sup>	0,5	-
7	-	/ <sup>3</sup>	0,28	1,5
8		/ <sup>3</sup>	0,0048	3,3
9		/ <sup>3</sup>	1,2	45
10		/ <sup>3</sup>	14	7,0
11		/ <sup>3</sup>	<10	350
12		/ <sup>3</sup>	12	500
13	+2	/ <sup>3</sup>	<0,05	-
14		/ <sup>3</sup>	0,94	0,3
15		/ <sup>3</sup>	0,049	0,1
16		/ <sup>3</sup>	0,0099	1,0
17		/ <sup>3</sup>	0,0011	1,0
18		/ <sup>3</sup>	48	1500

## 2.2.

( 15 )

:

- « - », 11 ;
- 1,2 – 3 6 11 ;
- 

## 2.3

( . .

2).

1 3 ,

15

( . . 2).

. 2.

15

, / .	15	100	1000
+10°C	1:25	1:20	1:10
+15°C	1:35	1:30	1:15

( 1:10)

### 2.4

1,0-1,2

4-6

.3.

.3.

	15	100	1000
/ 3	40	70	80

0.8-1.2,

o -

1.1-1.5,

o

o

o .

o

o

[4 ],

o

o

o

- 0,5 . o o

o

1

3,5 .

,

.

o

o

o o 40-46%,

10-18% 20-22 .

o

( ), o o

o . o

,

( .4).

.4.

[10]

,	10	100	500	900	3000
,	1,2	2	4,5	7	10

.5.

.5.

%

	, °C			
	5	10	15	18
10-50	0,7	2,5	4	4,5
50-100	0,6	2,2	3,4	3,9
100-500	0,5	1,8	2,3	2,5
500-1000	0,4	1,1	1,6	1,7
1000-3000	0,4	0,7	0,9	1
3000-8000	0,2	0,5	0,6	0,7

( . 7).

100%  
80% +18°C 20%, 60%  
40%  
[5].

. 6.

2/

[2]

	, °C			
	5	10	15	18
10	155	241	146	540
30	140	218	398	494
80	128	198	365	440
200	119	182	338	404
400	112	171	311	382
800	106	162	300	370
1500	96	148	283	351
3000	82	131	275	339

2.5.

( 40 )

[14].

## 2.6

100 - 200 .

2 -4

20 %.

## 2.7

.7.

[7]

/		
I	, <b>15-100</b> .	
1.	, m	0,8-1,2
2.	, °C	14
3.	, / :	15 8
4.	, <sup>3</sup>	40
5.	, .	50
6.	, %	3,4-2,2
7.		0,5-0,6
8.		40
9.	, /	0,02-0,009
10.	, %	90-95
11.	, .	6-8
I I	<b>500</b> . <b>50-</b>	
1.	, m	1-1,2
2.	, °C	16
3.	, / :	15 8
4.	, <sup>3</sup>	70
5.	, .	120

6.	, %	2,2-1,5
7.		0,6-0,8
8.		40
9.	, /	0,002-0,013
10.	, %	90-95
11.	, .	4-6
I I I	<b>500-3000</b> .	
12.	, m	1-1,2
13.	, °C	16
14.	, / :	15 8
15.	, <sup>3</sup>	80-90
16.	, .	320
17.	, %	1,2-0,7
18.		0,8-1,2
19.		40
20.	, /	0,032-0,027
21.	, %	99
22.	, .	3-5

## 2.8

,  
 $112 \text{ }^3$ .  $60 / ^3$   
 $6720$  (6 - 6  
 ).  $500 /$  .  
 1 % 0,8.

$$(6720 \times 0,01) : 0,8 = 84 / .$$

$$84 \times 365 = 30660 .$$

1,5

$$/ ., \quad 30660 : 1,5 = 20440 . .$$

2 2000 .

6 3666 .  
( 2 ),

### 2.9

#### 2.9.1

, ( 28<sup>3</sup>,  
)

8.

( .2)

1.

2,

3.

4,

5.

6.

7

4,

8.

8

9.

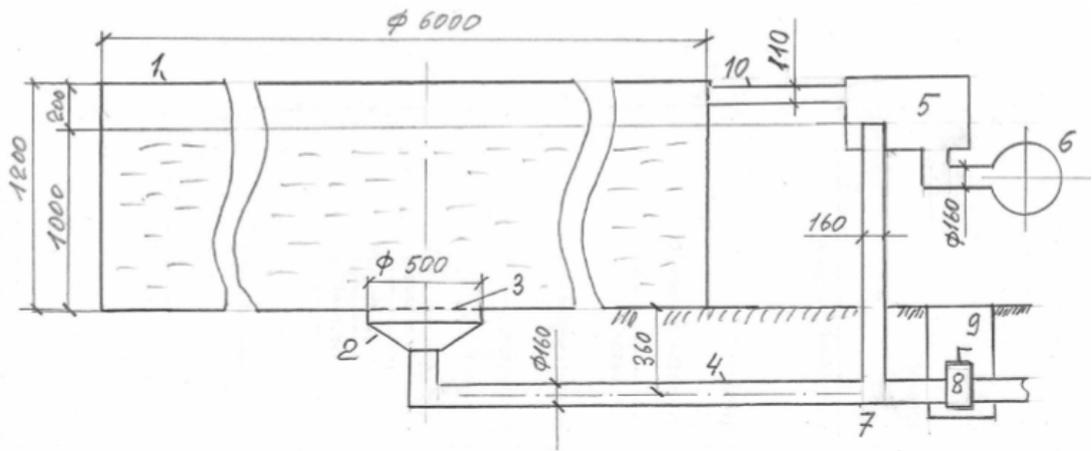
10.

8.

( )		6000
		1000
( )	<sup>3/</sup>	38
( )		500

		10 10
		200
		1200

2 4 5 6 7 8 9 10



2. : 1 - , 2 - , 3 - , 4 - , 5 -  
, 6 - , 7 - , 8 - , 9 - , 10 -  
8.

- : - 8 ;
- - .
- V,
- 1, 15150-69;
- 0 35°C.

4

112<sup>3</sup>.

1.

: 1 -

, 2 -

, 3 -

, 4 -

, 5 -

, 6 -

, 7 -

, 8 -

, 9 -

, 10 -

, 11 -

, 12 -

, 13 -

, 14 -

, 15 -

, 16 -

, 17 -

, 18 -

, 19 -

, 20 -

, 21 -

.

1

2.

3.

5.

19.

6,

.

7,

8

9.

20

21.

13

10.

12

11.

14

15.

16

17.

21

2.

6300 4000 .

100 .

1800 .

110 .

6

8

500

1400 <sup>2/3</sup> .

4

3

0,15 -0,20 NH<sub>4</sub>-N/ <sup>2</sup>

5 / <sup>3</sup> .

0,25 NH<sub>4</sub>-N/ <sup>2</sup>

60 / <sup>3</sup> .

6,72

1,5 / .

1%

84

+14 -

+16°C.

$$84 : 4 = 21 \text{ }^3.$$

$$). \quad 1,5 \text{ } / \text{ } . (180 \text{ } 2/ \\ - 1,21 \text{ } 2/ \text{ } .$$

$$(1,8 \text{ } 2/ \text{ } ). \quad 120 \text{ } 3/$$

$$15 \text{ } / \text{ } .$$

$$6 \text{ } / \text{ } ,$$

$$21 \text{ } / \text{ } ,$$

[10].

[11].

## 2.10

, 15 %

( 160 <sup>3</sup>)

24 <sup>3</sup>/ .

3.

: 1 - ( ) , 2 -

,

3 -

, 4 -

, 5 -

, 6 -

, 7 -

/

, 8 -

, 9 - , 10 -  
 , 11 - ,  
 12 - / , 13 -  
 , 14 -  
 , 15 - ,

3 4 5, 6.

10 3 4 9.

7, 8 12 10.

13 16.

14

15.

(16 <sup>3/</sup> .

0,7 <sup>3/</sup> )

$$Q = G \cdot k \cdot t \left( \frac{\quad}{\quad} \right),$$

Q - ,

- ,

- (1,1-1,3),

t - ( 3 23°C).

$$= Q/860. \quad = 19,53 .$$

3000

40

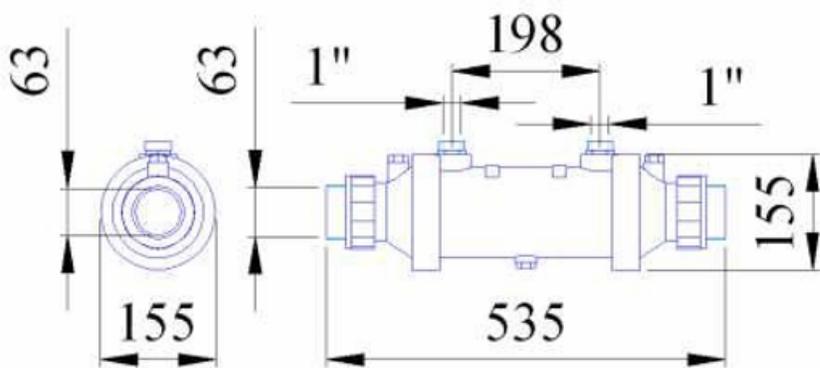
PSA

. 2.

500

20

[1].



. 3.

PSA 49 NT 40 PSA 49 NT 20

(0,3 / 26<sup>3/4</sup> .)

(0,1<sup>3/4</sup> . , 0,4

<sup>3/4</sup> .).

26,4<sup>3/4</sup> .

16<sup>3/4</sup> .

50 %

### 2.11

4.

33 11,5

3,5

( 5). 200 ,

## 2.12

(1,8

/ ).

« -50»

95

( )

[13].

## 2.13



- /  
,

;

,

( ),

0.025 1

[17].

[18].

### 2.14

*Nitrosomonas Nitrobacter.*

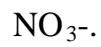
*Nitrosomonas*



*Nitrosomonas*



*Nitrobacter,*

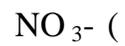


.3.

40 - 70

+16 °C.

2 - 3 / <sup>3</sup>,



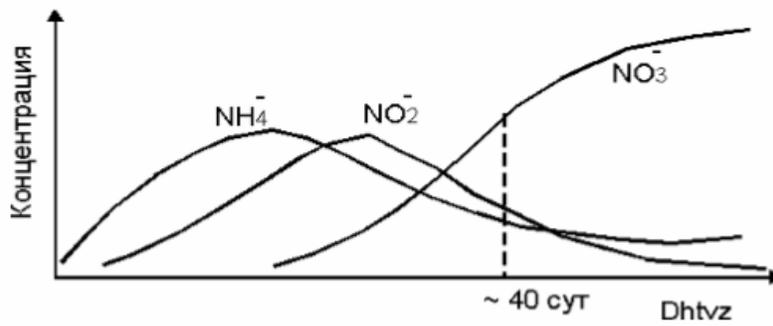
).

*Nitrosomonas*

$\text{NH}_4\text{Cl}$  ( ) ( )  
)

$\text{NaNO}_2$ .

$\text{NH}_4$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_3$ ,



.4.

[1]. ( )

. 9.

. 9.

NH<sub>3</sub>/ ( , 1984)

NH <sub>3</sub> /	
0,2-2,0	
0,15	
0,025	

0,025 NH<sub>3</sub>/

0,12-0,2 N<sub>2</sub>-N/ [7].

33,2 /  
8,9 N<sub>2</sub>-N/ ; 261 / - 29,8  
N<sub>2</sub>-N/ [8].

250 / .

[12].

(

)

7-8 .

5.0

[12].

1:

2:

$$=1,38 \quad \frac{2}{2} \cdot \left( \frac{1}{2} \right) \quad \frac{44}{32}$$

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{250}{24} = 0,2 \quad \frac{200}{24} = 0,2 \quad \frac{2}{3}$$

2

2

2

2

2

.

2

23 / .

2

.

2

( 2)

3.

.

2

.

,

2

,

.

2

(Hyperkapnie).

2

.

—

,

.

.

2.

,

.

.

,

2

20-30 / .

.

2

,

.

2

.

.

.

30

,

,

2.

2

.

2

,

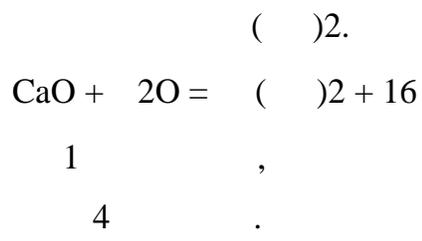
.

,

50%

$3$   
 $($   
 $2$   
 $0,015\% = 0,15$      $2$      $($   
 $,$   
 $2$      $,$   
 $2 \cdot$   
 $($      $)$   
 $.$

$10,5\%$      $= 105$   
 $21\%.$   
 $50\%$   
 $0,03 \%$   
 $1,0$      $4,34$   
 $7,14$      $,$      $0,21$   
 $4,43$      $1,98$      $.$

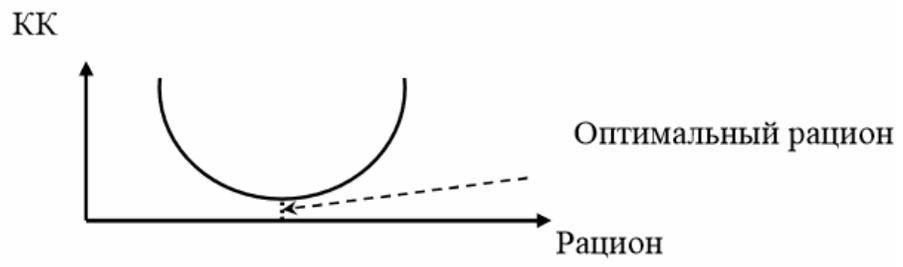


**2.15** ,

.  
 .  
 .  
 ( .  
 ).  
 ,  
 , ( ,  
 )  
 .  
 ,  
 ( , — ).  
 .  
 :  
 1. , 8  
 .  
 2. ,  
 .  
 : , ,  
 ,  
 +20 ° ,  
 — 70%.  
 .  
 , ( )  
 ) ,







. 5.

( )

20 -30

## 2.16

• ;

30% 1 2-3 .,

• ; 33%

NaOH 11-12 .,

• ,

• 0,5%

• ;

• ;

• ;

• ;

• .

• , .

• , .

• , 5% 5

• +10 - +17°C.

• : 1 3 1 , 1

(NaHCO<sub>3</sub>), 10

(KNO<sub>3</sub>), 10

(CaOCl<sub>2</sub>),

22-24%

30 . 1 .

( )

•

•

•

•

•

•

, )

(2- - - ).

) , ( .  
, , .  
10-15 .  
, .

[9].

### 2.17

.  
, , .  
, - ( ),  
(10  
) .  
:  
• 50%;  
• ;

•

;

•

, ,

,

;

•

(50 %

);

•

.

,

,

1 %

.

,

.

-

,

.

,

[15].

. 10.

		0,5-1,5%	1
	(36%)	200 ppm	1
	Detarox AP	20 ppm	1
		15 ppm	1
		5 ppm	1
		2 ppm	1
		1 ppm	1
		10 ppm	1
		0,2 ppm	1
,	Masoten	0.5 ppm	1

		500 / 100	1	3
	Butyl-Zinnoxid	25 /100	2	4

**2.18**

**. 11.**

	10%
	29%
	25%
	1%
	11%
1	20 /
2	21 /
	2%
	2%

12

**. 12.**

	6,5-7,5

	20-40
	0,1 /
	1-5 /
	3 /
	5 /

18,4 .

,

[16].

12 / , .  
2 .

:

1. (*Oncorhynchus mykiss*)

, , .

21°C 10—12 / ,  
;

2.

, ,  
,

,

3.

,

,

12

,

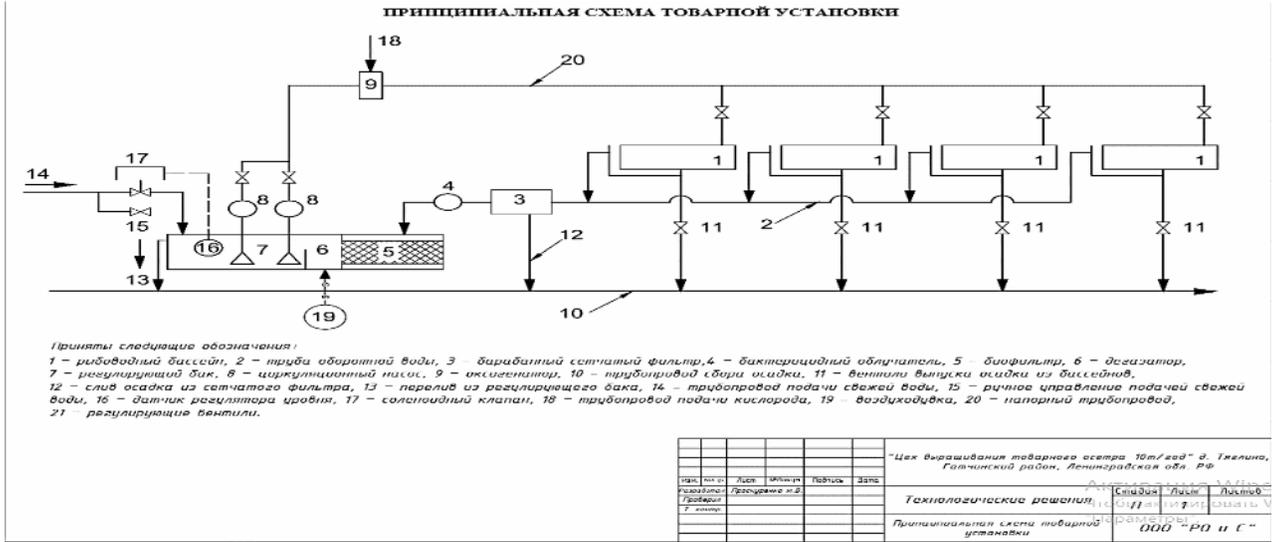


1. . . . / .  
. . . . :  
, 1984. -344 .
2. . . .  
/ . - , 2010. – 74 .
3. . . . / . . . -  
: - « . . . . » , 2003. – 107 .
4. . . . :  
, 1963. - 38 .
5. . . . / . . . -  
: - , 2006. – 192 .
6. . . . , . . . .  
[  
] / . . . , . . . . - : - « . . . . » , 2011. – 32 .
7. . . . , . . . . 1985. -  
,  
. - : - . 16 .
8. . . . , . . . , . . . .  
: / . . . . - . . . :  
« . . . . » , 2007. – 192 .
9. . . . - :  
, 1991, 368 .
10. . . . , . . . . / . . . .  
. - : , 2004. – 456 .
11. . . . / . . . .  
. - : - , 2003. – 152 .

12. . . .  
// . . . .  
. . . . , 1985. – 80 .
13. . . . , . . . . , . . . . -  
- . . . . ,  
1985. – 54 .
14. , . . . . :  
/ . . . . - . . . . , 1990. –  
156 .
15. Fundamentals of Aquaculture, A Step-by-Step Guide to Commercial Aquaculture by James W. Avault Jr., AVA Publishing Company Inc., Baton Rouge, Louisiana 70884-4060 USA, 1996, ISBN 0-9649549-0-7.
16. Recirculation Aquaculture by M.B. Timmons & J.M. Ebeling, NRAC Publication No. 01-007, Cayuga Aqua Ventures, USA, 2002, ISBN 978 -0-9712646-2-5.
17. – 2017. URL:  
<http://aquavitro.org/2017/06/21/ozonirovanie-vody-v-uzv/> (20.04.2019)
18. Ozone in recirculating aquaculture systems. URL :  
<https://www.dpi.nsw.gov.au/fishing/aquaculture/publications/water-quality-management/ozone-in-recirculating-aquaculture-systems> (15.04.2019)
19. Susan M. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)) – 2009. URL: <https://www.fishbase.de/summary/oncorhynchus-mykiss.html>(5.05.2019)

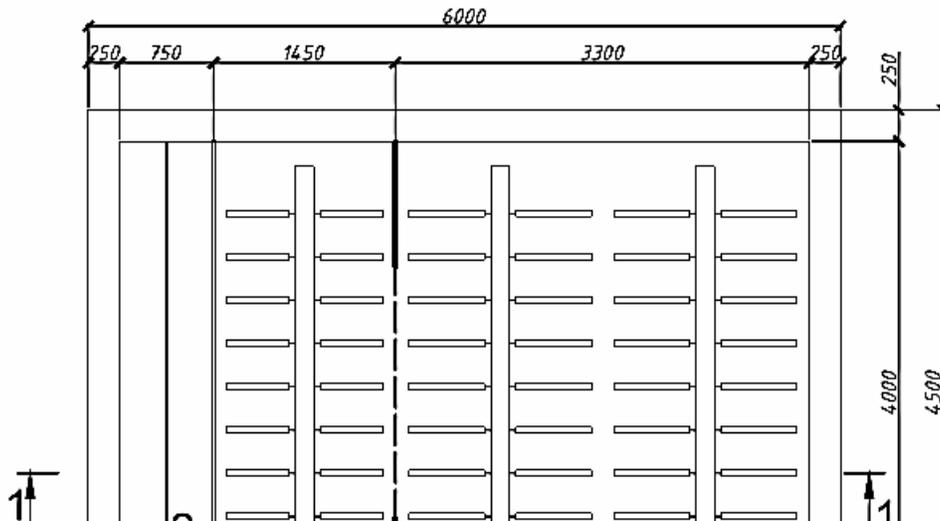


1.



; 20 –

2.

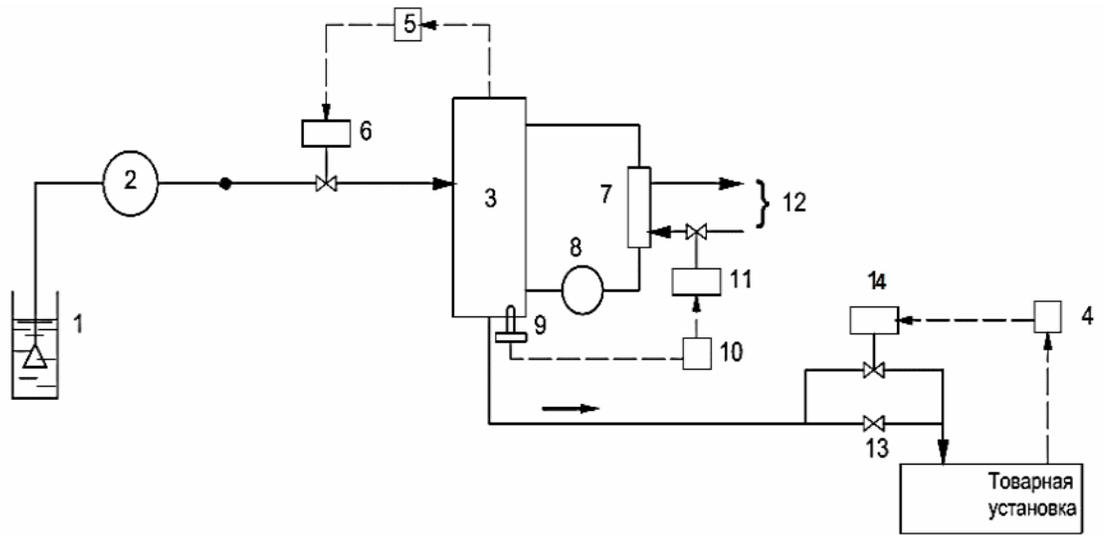


; 5 –

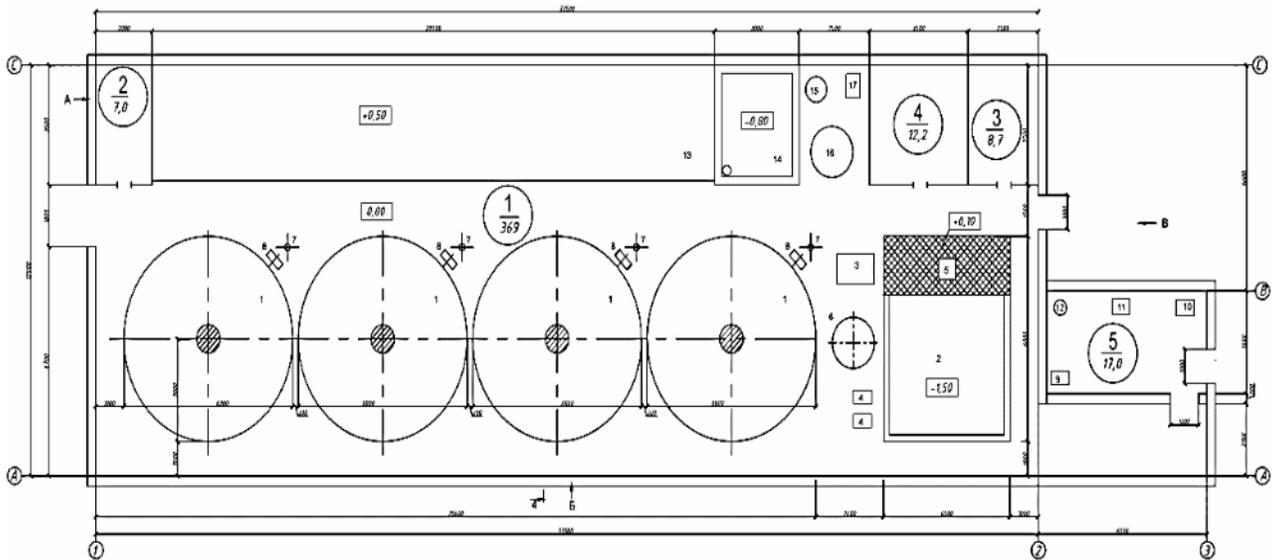
; 11

51

3.



4.





5.

