

---

---

**45.13330.2012**

---

,

**3.02.01-87**

**2012**

27 2002 . 184- « 19 », 2008 . 858 « -  
».

1 - - - , - .  
.. ( )- « « »

2 465 « »

3 ,

4 ( ) 29 2011 . 635/2 01 2013 .

5 ( ). 45.13330.2010 « 3.02.01-87 ,  
»

« », -  
( ) « ».  
« ».  
,  
- ( )

1	.....	1
2	.....	1
3	.....	3
4	.....	5
5	, , , .....	6
6	, , , , .....	12
6.1	, .....	12
6.2	, .....	18
6.2.1	.....	18
6.2.2	, .....	21
6.2.3	.....	26
7	.....	30
8	.....	36
9	.....	39
10	.....	40
11	.....	42
12	, , , , .....	47
12.1	, - , .....	47
12.2	, .....	49
12.3	.....	51
12.4	, ( ) .....	52
12.5	.....	53
12.6	.....	54
12.7	.....	55
12.8	.....	58
12.9	.....	61
13	.....	62
14	, « » .....	67
14.1	.....	67
14.2	« » .....	73
14.3	« » .....	73
14.4	.....	75
15	.....	76
16	.....	78
16.1	.....	78
16.2	.....	79
16.3	.....	80
16.4	.....	84
16.5	.....	86
16.6	.....	88
16.7	.....	89
17	, .....	90

45.13330.2012

17.1	,	.....	90
17.2		.....	94
18		.....	98
18.1		.....	98
18.2		.....	99
19		.....	102
	( )	,	.....
		.....	105
	( )		.....
		,	.....
	( )		.....
		.....	109
	( )		.....
		.....	114
	( )		.....
		.....	116
	( )		.....
		.....	120
	( )		.....
		.....	123
	( )		.....
		.....	124
	( )		.....
	,	.....	125
	( )		.....
		.....	128
	( )		.....
		.....	129
	( )		.....
		.....	132
	( )		.....
		.....	135



---

,

**Earthworks, Grounds and Footings**

---

2013-01-01

**1**

:

,

« », — « »

,

( ) . ( ) ,

,

,

,

,

,

.

**2**

:

22.13330.2011 « 2.02.01-83\* »

24.13330.2011 « 2.02.03-85 »

28.13330.2012 « 2.03.11-85 »

34.13330.2012 « 2.05.02-85\* »

39.13330.2012 « 2.06.05-84\* »

47.13330.2012 « 11-02-96 »

48.13330.2012 « 12-01-2004 »

70.13330.2012 « 3.03.01-87 »

71.13330.2012 « 3.04.01-87 »

75.13330.2012 « 3.05.05-84 »

81.13330.2012 « 3.07.03-85\* »

86.13330.2012 « III-42-80\* »

116.13330.2012 « 22-02-2003 , »

45.13330.2012

126.13330.2012 « 3.01.03-84 »  
129.13330.2012 « 3.05.04-85 »  
3.07.02-87  
12-03-2001 . 1.  
12-04-2002 . 2.  
9.602-2005 .  
12.1.004-91 .  
17.4.3.02-85 . .  
17.5.3.05-84 . .  
17.5.3.06-85 . .  
10060.0-95 . .  
10180-90 .  
10181-2000 .  
12536-79 .  
( )  
12730.5-84 .  
16504-81 .  
18105-86 .  
18321-73 .  
19912-2001 .  
22733-2002 .  
23061-90 .  
23732-79 .  
25100-2011 .  
25584-90 .  
5180-84 .  
5686-94 .  
5781-82 .

« », 1, ( ), ( )

**3**

3.1 : « ».

3.2 :

3.3 :

, 1

3.4 :

3.5 : , , , ,

3.6 : ,

, 3 :

3.7 : ,

( ), ,

3.8 : ,

3.9 : ,

3.10 : ,

3.11 : ( ) .

( ), ( ) .

3.12 : ( )

3.13 : ,

3.14 , :

3.15 : ( ) ( )



( ),

3.16 : , ( )

3.17 : ,

3.18 : , ,

3.19 : ,

( ).

3.20 : ,

3.21 : ,

( ).

3.22 : ( , )

3.23 : ( )

3.24 : ,

3.25 : ( )

3.26 ( ): ( 0,1 , - , )

3.27 : ,

3.28 : ( ) ,

3.29 : ,

3.30 : - : ,

3.31 - ( ): ( , ) ,



4.10

4.11

22.13330.

4.12

)

)

)

)

)

5

5.1

5.2

5.3

(

(

5.4.

); 4-5 ( 2 50 ' / ,

5-7 ; 2 0,2 /

5 / ;

20 . 5.5 10-12 , 2 0,2 / -

, - ( ) , - 4-5 . , .

150-200 - : - 200 - 250 . 2 / ,

5.6 ( ) , , - , .

5.7 ( , ) . ,

5.8 ( ) , ,

5.9  
5.10  
)  
;  
)  
)  
5.11  
5 / ,  
0,5-5 ( )  
( - )  
5.12  
30-  
0,5  
5.13  
1  
5.14  
5.15  
5.16  
0,5 , 1,5  
0,5  
5.17  
5.18

5.19

5.20

5.21

5.22

5.23

5.24

( ),  
 ( ),  
 :

1 - 10 %; 2- - 15 %; 3- - 20 %; 3- - 25 %

5.25

( )

5.26

5.27 6

5.28

5.29

5.30

5.31

5.32

5.33

5.34

10

5.35

5.36

5.37

5.38

5.39

5.40

5.41

5.42

5.43







( , , 1-4 6.3 ) - , .5 .

6.1

1	, $D$ , :	$D + 0,3$ ,	-	-
	0,7 .	0,7	-	-
2	, ,	$1,5D$	-	-
	219 ,	$D + 0,2$	-	-
	( , )			
3	, ,	$2,2D$	-	-
4	, ,	$1,5D$	-	-
5	$D$ , , :			
	0,5	$D + 0,5$	$D + 0,6$	$D + 0,8$
	0,5 1,6	$D + 0,8$	$D + 1,0$	$D + 1,2$
	» 1,6 » 3,5	$D + 1,4$	$D + 1,4$	$D + 1,4$
1		3,5		
2				

6.2

	-	1,0	$D^* + 1,2$	0,7
	300 .	0,5	$D + 0,2$	0,1
	300 .	0,55	$D + 0,5$	0,3
	. 300	1,0	$D + 0,7$	0,4
	300 .	0,5	$D + 0,5$	0,2
	. 300	1,0	$D + 0,7$	0,3

6.2

			300	0,7	<i>D</i> + 0,2	0,2
			. 300	0,7	<i>D</i> + 0,5	0,2
			300	0,7	<i>D</i> + 0,5	0,3
			. 300	0,9	<i>D</i> + 0,7	0,3
			400	0,7	<i>D</i> + 0,5	0,2
			600	0,5	<i>D</i> + 0,5	0,2
			600 3500	1,0	<i>D</i> + 0,5	0,3
		-		0,6	<i>D</i> + 0,5	0,2
				0,5	<i>D</i> + 0,6	0,3
* <i>D</i> -						

6.1.7

6.1.8

20 )

7.2.

(  
II

6.1.9

6.1.10

(

6.1.11),

12-04.

5

5

(

)

12-04  
80°.

6.1.11

0,3 -

0,5 -

1,0 -

6.1.12

,

86.13330.

6.1.13

6.1.14

12-04.

6.1.15

,

12-04

2 °

6.1.16

,

2 .

6.1.17

,

,

6.1.18

,

1:2 –

, 1:3 –

6.1.19

,

6.1.21.

6.1.20

,

,

,

6.1.21

,

,

:

;

,

,

1 – 0,5

0,5

0,25 ;

,

45.13330.2012

- 2

1  
0,5 ;

6.1.22

10 ; - 25 .

6.1.23

2/3 - ;

1/2 - ; ;

2/3 - ;

1/2 - ;

1/2 -

3/4 - ;

30 -

6.1.24

10 %

10

6.1.25

6.1.26

12

- 7 , - 3,5 .

12 ,

6.1.27

I ,

6.1.28

6.3.

6.3

		( )
1	( , ) : ) , ) , ) - ) ) )	, ; :  20 15 10 10  5   15 10 10 , 20 ,  6.4  10 20  »   ( ), 15 % , 0,4 ± 5  50 10
2		
3	, : ) )	
4	, : ) )	
5		

6.3

		( )
6		
7	± 0,0005	50
8	± 0,001	( )
9	:	50×50
)	± 5	
)	+ 10 -20	

6.4

25100			
1,0	20	10	5
	40	20	10
-	-	1	,

6.2

6.2.1

6.2.1.1

6.2.1.2

47.13330.

6.2.1.3

0,5%

( , , )

6.2.1.4 0,8  
3-6 30°

6.2.1.5 24

6.5.

6.5

3/								( )
. 7500	6	5	2	1,1	±2	±0,9	0,9	1,5
4001 – 7500	4,5	4	1,5	0,9	±1,8	±0,7	0,6	1,0
2501 – 4000	3,5	3	1,25	0,7	±1,5	±0,5	0,5	0,7
1001 – 2500	2*	2	1,0	0,5	±1,0	±0,3	0,3	0,6
801 – 1000	1,6	1,5	0,7	0,5	±0,8	±0,3	0,3	0,6
400 – 800	1,5	1,3	0,6	0,4	±0,7	±0,2	0,2	0,5
400	1,5	1,0	0,5	0,3	±0,6	±0,2	0,2	0,5
* , -2,5 .								
1								
2								
3	60 – 0,2 , 80 – 0,4 ,							
4								



6.6.

6.6

		( )
1		50 25 ( ) ).
	3.1: 6.5,	, 7 , .
2		1 2 , - ( 25-50 ).
3	( ) 6.5	15 pa »
1		-
2	10 ,	± 10 6
± 20		,
3		10 .

6.2.2

6.2.2.1

6.2.2.2

1:2, - 1:2,5,  
- 1:3 - 1:4. ( )

39.13330.

6.2.2.4

;  
, :  
.....0,5;  
.....0,7;  
.....1,0;  
.....1,5.

6.2.2.5 ( )

, 5 % , ,

6.2.2.6

1-2 ,

6.2.2.7

0,5

6.2.2.8

) ( )  
6.7 6.8.

6.2.2.9

6.9.

6.7

	( )
1	.
2	- : 1,5 % 0,75 % -
3	6.8 , , , ,
4	6.9
5	) ( , , : 0,5 % - 5 , , 1 % - 1,5 % - 5 , 2 % - 10 / ; 25 %
6	30 % - 50 % , ( ) : 1 % - , 20 0,4 / 2 % -

6.8

1		0,05	
2			39.13330
3			
4	0,1 15 %		34.13330
5			
6	0,4 /		
7			0,25 %
8			0,5 %
)			1 %
)			
1			( ) , .
2			

6.9

		( )
1		.
2		( )

6.9

		( )
3		2-3 ( ) ,
4	,	50 25 ,
5	( , , , )	(, )
6	, , 0,2 2500 <sup>3/</sup> 0,4 -	( 7 ) , ( 50-100 25-50 , )
7	, 0,2 ±0,2 -0,2	±10 ±5 , - : ±0,1 ;

6.9

		( )
8	<p>·</p> <p>,</p> <p>0,1 .</p> <p>- 0,2 +0,3</p>	<p>,</p> <p>( 25×25;</p> <p>50×50 100×100</p> <p>),</p> <p>- . 6</p>
9	<p>:</p> <p>)</p> <p>)</p> <p>)</p> <p>)</p>	<p>12536,</p> <p>50-200</p> <p>,</p> <p>.</p> <p>10-50</p> <p>.</p> <p>1-1,5</p> <p>50×50 ,</p> <p>1-1,5 ( )</p> <p>,</p> <p>.</p>
10	<p>:</p> <p>(</p> <p>)</p> <p>50 %</p> <p>( )</p> <p>( )</p> <p>.</p>	<p>5180</p> <p>( .9 )</p>

6.9

		( )
11	( )	, 25584 3-4 .9
12	-	, ( )
1	I, II, III	,
2		,
3	2-5 . 3 10-20 . 3 50 . 3	2 . 3; 1,5-2 .
4	10 ,	- , 5 , [2].

6.2.2.10

**6.2.3**

6.2.3.1

1)

2)

3)

6.2.3.2





6.2.3.7

6.2.3.8

6.2.3.9

6.2.3.10

6.2.3.11

6.2.3.12





( 2 )

7.1

	<i>k<sub>com</sub></i>					
	0,98		0,95		0,92	
	0,60	1,35	0,50	1,45	0,40	1,60
	0,80	1,20	0,75	1,35	0,56	1,40
	0,85	1,15	0,80	1,20	0,70	1,30
	0,90	1,10	0,85	1,15	0,75	1,20

7.7

7.6,

7.8

$I_r = 0,1$

( )

0,2-0,4

7.9

10<sup>3</sup>

22733:

$d_{max}$ ;

$W_{opt}$ ,

$d_{max}$ ;

$w$

7.1,

$k_{com}$

$d$

$$d = d_{max} \cdot k_{com},$$

$k_{com}$ ,

$$k_{com} = d / d_{max}.$$



7.14 15-20 %, 10-15 % ,

· ,

· ,

· ,

7.15 ( ) 1,5-2 .

· 3-6 ,

( ) ,

· 0,05-0,1 .

· 1-2 . .).

( , 7.2 - 7.15

7.16 ·

·

1/10 , ,

· 0,5

· 0,2 - 1/4

·

·

129.13330.

·

·

7.17 ·

· 0,2

1/4 , , 20 ,

·

· 1/2 ,

7.18 4 ( , ) ,

·

45.13330.2012

3-5 %

, 6-10 % -

7.19

7.20

II

(

20

)

7.21

.),

20

)

0,5

( )

1:1.

( )

7.16.

7.22

II

7.23

7,5

7.24

(

50

)





7.29

7.30

7.31

**8**

8.1

8.2

8.3

*com* 0,95,

*com* 0,98

*h* 1,5  $I_p$  0,20

II

8.4

0,5  $H_{sl}$  0,2  $H_{sf}$  ( , )

8.5

8.6

1-1,5 0,2 - 0,4 com 0,95 ,

8.7

5

8.8

6

8.2-8.5.

1,0 1,5 , -

0,15-0,30 .

( ),

8.9

8.10

7,

8.11

8.12

8.13

7.1;

( ),

8.14

( 34.13330)

8.15

8.16

).

0,5-1,5 ,

10-15 %

8.17

30 %.

8.18

( )

8.19

**9**

9.1

:

—

;

—

9.2

20°

9.3

9.4

9.5

9.6

9.7

9.8

9.9

6.3,

9.10

9.11

9.12

**10**

10.1

1:0,3

10.2

,

,

10

17.4.3.02,

17.5.3.06;

17.5.3.05,

1

10.3

9.2.

10.4

10.5

17.4.3.02.

10.6

10.7

10.8

10.9

10.10

10.11

( , .)



11.12

11.13

11.14

11.15

11.16

11.17

11.18

11.19

11.20

11.21



11.22

11.23

11.24

11.25  
11.26

1:3 – 1:2 –  
11.27

11.28

11.29

11.30

11.31

11.32

11.33

11.34

11.35

1,5 –

30 %

1

3

0,5

1

45.13330.2012

) 0,7  
0,3  
( )  
( ), 10 %.

);  
)  
2,5  
11.36 ( ) 5-10

11.37

11.38

11.39

11.40

( , .)

11.41

11.42

( )





12.1.11	0,1	-	1 /	-	.
	«	»		5686.	,
12.1.12			10 ,		15 %
	,		,		10 %
	,		25		,
		50		10 ,	10
	,				,
12.1.13				-	.
	,				.
12.1.14				-	-
			,	2	
				0,5	
12.1.15					.
2-					.
12.1.16					.
				,	,
12.1.17				1,5	,
					,
					.
					3 /
1 /					.
12.1.18				,	,
	,				.
<b>12.2</b>				,	
12.2.1					.
	,				,

, .  
, , ,  
, , .  
, ,

( )  
-

12.2.2

, ,  
, ,  
, ,

6 .  
20

1 .

12.2.3 ( )

40

12.2.4 ( )

, ) 0,5 . (

12.2.5

, ,  
- ( ) .  
, ,

12.2.6

( 1 - 5 ,

1 - 3 ).

( , , . ).  
« » ,  
« »

2

12.2.7

15

0,8-1

150-300 <sup>3</sup>/ .  
( )

5-

12.2.8

-

24 .

8

1-2  
12.2.9

12.2.10

2 .

**12.3**

12.3.1

( )

14.2.

12.3.2

( ) ,

14.1

17

2,03 / <sup>3</sup> ,  
2 %.

12.3.3

12.3.4

0,2-0,3

2-3 .



),

**12.4** , ( )

12.4.1

,

12.4.2

- ), , (

,

12.4.3 , ( )

12.4.4

50 %

18105,

12.4.5

( )

12.4.6

, 5-10 % . 0,2 ,

12.4.7

,

0,2

, - 12 % .

12.4.8

( ) .

12.4.9

12.4.10

( 24 . )

**12.5**

I 12.5.1 ( , )

12.5.2

( 5 ) 0,5 ° ( );

12.5.3

12.5.4

12.5.5

12.5.6

12.5.7

20  
12.5.8

1-2



12.7

12.7.1

12.7.2

12.7.3

12.7.4

12.7.5

12.1.

12.1

				( )
1	0,5 0,6-1,0 . 1,0	± 10	± 5	
		± 20	± 10	
		± 30	± 12	
2				

12.1

				( )
3	-			,
4	0,5			
)	:	:		»
)			$\pm 0,2 d$	»
)	:		$\pm 0,3 d$	»
)			$\pm 0,2 d$	»
)			$\pm 0,3 d$	»
)	:		$\pm 0,2 d$	»
)			$\pm 0,4 d$	»
)			$\pm 5$	»
5	-	,	$\pm 3$	»
0,5	:			
)			$\pm 10$	»
)			$\pm 15$	»
)			$\pm 8$	»
6	:	,		,
)				
)			$\pm 0,05 d$	
)			$\pm 0,02 d$	
7	:		$\pm 0,1 d$	
)			$\pm 0,04 d$	
)			100:1	
)			200:1	
)			$\pm 3$	
)			$\pm 1$	
)			$\pm 5$	
8	-	,	$\pm 3$	, 20 %
-			2 : 100	,
9	:			
)	,		$\pm 10$	
)	,			
)	:		$\pm 30$	
)			$\pm 15$	
)			$\pm 15$	

12.1

			( )
10	,	$\pm 0,01$	, 10 %
11	: ) ,	$\pm 10$	,
	)	$\pm 5$	, 20 %
	)	$\pm 10$	»
12	)	$\pm 1 \%$	.5
13	,	.5	, ,
14		100 <sup>2</sup>	,
15	- ,	:	,
	,		,
	)	+ 5, - 20	
16	)	+ 3, - 20	,
	,	5°,	
( )		50 ,	
		35	
17	,	30	
( )		0,02,	25 ,
		15	
18	:		,
			,
)		$\pm 10$	$\pm 5$
)		$\pm 20$	$\pm 10$



12.8.8

12.8.9

12.8.10

12.8.11

20 ;

12.8.12

12.8.13

12.8.14

12.8.15

12.8.16

12.8.17

12.8.18

12.2.



		( )
<p>1 ( , , , )</p>	<p>75</p> <p>5°</p> <p>5</p> <p>10</p>	<p>( )</p> <p>10 %</p> <p>:</p> <p>1,5</p> <p>1,2</p> <p>1,75</p> <p>1,5</p> <p>, 1,25</p> <p>,</p>
<p>2</p>		

12.8.19

12.8.20

1 .

12.8.21

3

12.8.22

12.8.23

12.8.24

0,8

**12.9**

12.9.1

12.9.2

12.9.3

12.9.4

12.9.5

12.9.6

60-170

12.9.7

( ) 7-8

12.9.8

1,5

12.9.9

2-3

12.9.10

)

28.13330

9.602.

12.9.11

45.13330.2012

12.9.12

12.9.13

12.9.14

20-

;

(

5 %

).

12.9.15

12.9.16

8 .

12.9.17

15 .

60-80 .

12.9.18

10 .

12.9.19

48.13330,

16504.

12.9.20

12.2.

13

13.1



13.11 ,  
 13.12 ,  
 13.13 , ,  
 13.14 : , ,  
 13.15 1,5  
 13.1. 13.1.

13.1

			( )
1	:	+0,5%, +0,5%, +1%	10 6 2
2	:	±3 ±1	

13.16 ( )  
 13.17 70%  
 13.18 0,5  
 13.19 14.1 14.2  
 13.20 15 10 , - 15  
 13.21 ; , , .).

1 ,  
 5-10 .

13.22 10-12

3-5

13.23 ( )

13.24

13.25

13.26

13.27

13.2.

13.2

			( )
1		0,01	
2		1 %	2 ,

13.28

13.29

13.30

13.31

0,2-0,25 <sup>3/</sup> 1 <sup>2</sup>

13.32

13.33

13.34

13.35

0,5 , -2 . -0,75 , -1,5 ,

13.36

3-6 3-4 , 6-10 -4-6 .

13.37 6-7

13.38 0,5-0,75

13.39

( 13.40 )

13.41 ( ) .

« » , « »

13.42 ( , )

13.43 , , , ) ( 1,5

13.44 , ,

13.45 ,

13.46 ,

13.47 , 50 %.

13.48 , ,

**14** , « »

**14.1**

14.1.1 ( , )

, , -

14.1.2 : , .

( , ) ( 14.1.3 ), .

, ( ) .

14.1.4 - - .

0,4 2 , - 4 50 . 4 « »



45.13330.2012

14.1.5 « ( ), » , , , ,

14.1.6 , , ( ), -

14.1.7 (  $I_L$  0,25 5-7 )

14.1.8 ( ) , 14.1.

14.1

...			( )
1		0,2	
2	0,05 0,005 0,001	:	3 500 <sup>3</sup>
		10 % 30 % 10 %	

14.1.9 ,

14.2.

14.2

...			( )
1	:	1,03-1,10 / <sup>3</sup> 1,10-1,30 / <sup>3</sup>	,
2		4%	
3	-5	18-30 30-35	,1
4		12-18	,
5		0,02 / <sup>3</sup>	
6		4%	
7	30	30 <sup>3</sup>	
8		4	
9		0,1-0,5	
10	( ) 10 (pH)	8-11	

14.1.10

14.3.

## 14.3

		, %	
1	(Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	0,25–2	,
2	(NaOH)	0,005–0,015	,
3	( ) (Na <sub>2</sub> O·nSiO <sub>2</sub> )	0,2–2	,
4	( ) NaCl	1–3	,
5	( )	1–2	,
6	( )	1–2	,
7	( )	1–2	»

14.1.11

14.1.12

14.1.13

14.1.14

14.1.15

14.1.16

14.1.17

14.1.18

( ) ,

0,8-1 .

5-10

14.1.19

1-1,5 .

50

14.1.20

14.1.21

-4, -9),

( ),

( ),

-14

14.1.22

1,01-1,1 / <sup>3</sup>.

»,

18-20

50

14.1.23

«

»

5-9

[3].

( )

14.1.24

0,5-1

14.1.25

14.1.26

4

8

14.1.27

– 20<sup>3/</sup> / 3

3

14.1.28

14.1.29

« »

14.4.

14.4

			( )
1	:	±1 0,2 %	10
2	:	+10 +1 +20 ±5 0,5 % +20 +20	

14.1.30

« », :  
 « - » « - ».  
 « - »  
 , , ,  
 ,  
 « - »

45.13330.2012

« - »

« - », ,

14.1.31

« », ,

5781.

14.5.

14.5

..			
1			
2			
3			
4			

14.1.32

14.6.

14.6

..			
1		10181	
2			
3		10181	
4			
5			
	:		
		6	
		10180	
		6	
		12730.5	
		6	
		10060.0	

**14.2**

« »

14.2.1

« » ,

,

14.2.2

« »

14.2.3

, -

« »

14.2.4

« »

14.2.5

« »

**14.3**

« »

14.3.1

« », ,

14.3.2

100–120 <sup>3</sup>.

5–8 :

3–3,5

14.3.3

14.3.4

14.3.5

( , . . ),

20

14.3.6

3-5  
30-50

14.3.7

5-6

14.3.8

15-20

14.3.9

14.3.10

14.3.11

( 48 ).

12 ).

14.3.12

- - ( )  
( -2).

14.3.13

14.7.

14.7

..			( )
1		1,20 / 3	,
2		12-96	1 ,
3		2-4	
4		12-18	
5	-5	18-30	
6		4%	
7	( ) 10	0,4-1	

14.3.14

7 0,1 ( ) , -  
 $10^{-6}-10^{-8}$  / .

**14.4**

14.4.1

14.4.2

1

14.4.3

14.8.

14.8

..		I	
1		20	30
2		30	50
3		100	150
4		150	200

14.4.4

14.4.5

10 ,



45.13330.2012

1/3

14.4.6

30%

0,05

14.4.7

1,5-1,8 / <sup>3</sup>.

14.4.8

14.4.9

24

14.4.10

(

)

14.4.11

30

1000 <sup>3</sup>.

20-25

**15**

15.1

15.2

71.13330.

15.3

71.13330.

15.4

(

),

15.5 ( ),  $R = 50$  .

15.6 « »

15.7 ( . . ).

15.8

15.9

15.10

15.11

45.13330.2012

15.12

15.13

15.14

« »  
« »

15.15

( , )

15.16

500 / 2.

15.17

15.18

15.19

15.20

15.21

**16**

**16.1**

16.1.1

16.1.2

16.1.3

16.1.4

**16.2**

16.2.1

: ( )  
( )  
, - ( )  
)

16.2.2

0,3-0,5

0,5-8,0

0,5-2,0

0,5-5

16.2.3

:  
)  
;  
)  
;  
)  
;  
)  
;  
)  
;

16.2.4

16.2.5

:  
)  
)  
( -  
;  
)  
;

)

)

)

.)

)

16.2.6

( )

16.2.7

1,5

16.2.8

16.2.9

)

)

)

16.2.10

3-5%

( )

1

3

16.2.11

(

10 %.

**16.3**

16.3.1



45.13330.2012

) , ( 0,1-0,2 / . )  
10 ;  
) (0,2-1,0 / . ) 3  
5 ;  
)  
1-3 .  
16.3.10  
, , ( , ). ,  
:  
) ; , ,  
) ; , ,  
16.3.11 ( ) ,  
2-5 /  
16.3.12 ( )  
( 50 % ) ( ) ( ) .  
16.3.13 , 16.3.11 .  
, ,  
,  
16.3.14 ,  
,  
16.3.15 , ,  
16.3.16 , ,

16.3.17 , , , 16.2.9,

16.2.10 .

16.3.18 ( , ) ,

16.3.19 - 10 %.

( ) , :  
 ( ) , 10<sup>4</sup> 2/ ,  
 ( ) ;

16.3.20 1-80 / :  
 ) ;  
 ) 2500 /

) ;  
 ) ;  
 ) ;

16.3.21 ( / ) , , ,

16.3.22 , 16.2.4, 16.2.6-

16.2.11 .

16.3.23 - 10 %.

0,1 - 80 / ,

16.3.24 , , 0,3-0,8 , ,  
 10 .

16.3.25 , 0,4-1,0 / .



45.13330.2012

16.3.26

16.2.4,

16.2.6

16.3.27

16.2.9–16.2.11

**16.4**

16.4.1

( )

16.4.2

16.1.2, 16.1.4

16.4.3

16.4.4

16.4.5

16.4.6

: )

)

16.4.7

16.4.8  
( )

16.4.9

16.4.10

16.4.11

16.4.12

16.4.13

( )

( ) 50 %

16.3.11

3 %

( )

( )

( ),

45.13330.2012

16.4.14

( ), ( ), ,  
( ), ( )

16.4.15

,  
,

16.4.16

,  
:  
;  
,  
.

**16.5**

16.5.1

) – , ( – )

16.5.2

)  
) ;  
) ( ).

16.5.3

(jet- ) .

16.5.4

)  
) 1 ; ( )

16.5.5

), :  
 ( ) (Jet1).  
 (Jet1), (350-400 / 3)  
 5-10 ,  
 - 4  
 500 , - 700 .  
 ;  
 ) (Jet2).  
 10-15 %, Jet1,  
 700 , 1000 ;  
 ) (Jet3).  
 ( )  
 , Jet1 Jet2,  
 900 , 1500 .  
 16.5.6  
 ,  
 .  
 16.5.7  
 , Jet1, Jet2, Jet3,  
 :  
 ) ,  
 ;  
 ) ,  
 ;  
 )  
 ( Jet2, Jet3);  
 ) ( )  
 16.5.8  
 , 16.1.2-16.1.4  
 16.5.9  
 , , :  
 ) , , ,

);

) , (

) ;

( , ) ,

);

)

16.5.10

16.5.11 16.2.9–16.2.11

16.5.12

( )

( ) 7

16.5.13

( , )

10%.

**16.6**

16.6.1

0,8–1,0 10 , 30 . ( )

16.6.2

) :

) ;

( )

16.6.3

0,7 2,5 · (250 · ) –

1 5 · (500 · ) –

16.6.4

( )





1 2

( ),

,

-

,

,

( )

.

,

,

;

)

-

,

,

,

.

17.1.2

(

,

,

,

,

,

),

,

,

,

).

(

,

,

,

17.1.3

5180

-

(

19912,

23061

),

22733

.

$w_{opt}(1 - )$  (

7.1),

17.1.4

:

)

,

;

)

;

)

.

,

;

)

,

,

6

.

,

,





17.1.7

) :  
 ) - ( , .)  
 ) , ( .7.11)  
 ;  
 ) , -  
 ) ;  
 ) ,  
 ; 20  
 250–350 / <sup>2</sup>, -  
 ;  
 ) , ( ,  
 ), ;  
 ;  
 )

17.1.8

) :  
 ) 0,3–0,5 , 1  
 ;  
 ) , 5–7 ;  
 ) 1 ;  
 )

17.1.9

) :  
 ) , , ,  
 ;  
 ) , 15–20 ;  
 ) ,

45.13330.2012

0,3–0,5 .

);

) , , - , ;

) 0,25 st, 0,25 st

h 0,25 st;

) ,

) ;

) , 3–8 .

17.1.10

17.1.11

) :

) « » -629, 1 -<sup>2</sup>

-825; 3 - 1,5; 0,7 2 ;

) 0,5 ;

) 15 4-5<sup>6</sup>

;

17.1.12

17.1.13.

## 17.2

17.2.1

:

) - 17.1.1, ;

) ( ) - ,

,

,

), ;  
 - 17.2.1, ,  
 , ( ),  
 ;  
 ) - 17.2.1, ,  
 , ( ),  
 ;  
 ) - 17.2.1, ,  
 , ( ),  
 ;  
 17.2.2

:  
 ) 0,4-0,5 ;  
 ) ( )  
 ,  
 10 %  
 90 %;  
 )  
 , ) 1,5 0,5b (b -  
 ) ;  
 17.2.3

45.13330.2012

17.2.4

17.2.5

17.2.6

17.2.7

17.2.8

17.2.9

17.2.10

150 600

17.2.11

17.2.12

17.2.13

17.2.14

17.2.15

0,5

17.2.16

5 %

17.2.17

17.2.18

17.2.19

17.2.20

17.2.21  
5,5

20-80

**45.13330.2012**

).

17.2.22 ( ) . (

) . « » ,

« »

17.2.23 .

,

17.2.24 ( 8 %).

:

;

,

0,4–0,5 ;

;

,

;

17.2.25 .

:

,

;

,

;

,

1/5 , ;

0,5 .

,

,

,

.

**18**

**18.1**

**18.1.1**

18.1.2 ( ) .  
( , . . ) ,  
18.1.3 ( , , , ) .  
18.1.4 , , . . ,  
18.1.5 - .  
18.1.6 .  
, .5 17.1 ,  
**18.2**  
18.2.1 , , , /  
18.2.2 . . , ,  
18.2.3 . ,  
18.2.4 .  
18.2.5 . , ,  
18.2.6 . ,  
18.2.7 .



18.2.8

18.2.9

18.2.10

18.2.11

18.2.12

18.2.13

18.2.14

18.2.15

18.2.16

18.2.17

18.2.18

18.2.19

18.2.20

18.2.21

18.2.22

18.2.23

18.2.24

18.2.25

18.2.26

1500 ,

1 ,

18.2.27

18.2.28

18.2.29

1

18.2.30

2 – 4 %

18.2.31

« »

18.2.32

18.2.33

;

;

:

;

;

,

;

;

,

;

;

;

;

;

18.2.34

,

**19**

19.1

19.2

19.3

( , )

19.4

1,0–1,5

2–3

19.5

100

10 %, – 20 %; 100 , –

– 20 %, – 25 %.

19.6

3

19.7

19.8

19.9

1–2 %

– 0,5 %



19.1

		( )
1		(
) :		30 )
)	1 %	,
)	2 %	
2	± 5	
3		
) :		
)	2,5	,
)		
)	,	
)	3	
)	6	,
	10 %,	1,2
		1,8
4	3	,
	,	
	(	
	100	
	);	
5	1	,
		,
		,

( )

,

:

.1

( ):

-

,

,

,

..

(

,

,

..),

-

;

-

,

.

.

,

,

;

-

,

.

,

.

(

,

).

(

,

).

,

,

,

,

( ):

.2

(

,

,

,

..);

( )

,

,

18321

.3

,

« ».

( ):

,

;

,

;

,

( ),

,

( ,

).







45.13330.2012

)

;

,

)

.

( )

.1

:

$h$  – , ;  
 $\theta$  – ( ) , ;  
 $\varphi$  – , ,

$$c = \frac{c_I}{k_{st}}; \quad \varphi = \arctg \frac{\text{tg} \varphi_I}{k_{st}}, \quad (.1)$$

$c_I$   $\varphi_I$  – , ,

22.13330;

$k_{st}$  – ,

$$k_{st} = \frac{\gamma_n}{\gamma_c}, \quad (.2)$$

$\gamma_n$   $\gamma_c$  –

, ( ) 10 22.13330; 5

$\gamma_n = 1,05;$

$\gamma_I$  –

, /<sup>3</sup>,  
 22.13330. /<sup>3</sup>,  
 , /<sup>3</sup>,

9,8 /<sup>2</sup>.

.2

$K$   $q$ , ,

$$K = \frac{q(1 - \sin \varphi)}{2c \cos \varphi}. \quad (.3)$$

= 0.

.3

$$E = \frac{c}{\gamma_I h}. \quad (.4)$$

.4

$\theta$   $\varphi$ , :

$\leq 0,25$

1–5

$\varphi$  ;  
 $> 0,25$

$$\theta = \theta_0 - \frac{\theta_0 - \theta_{0,25}}{4E}, \quad ( .5)$$

$\theta_0 -$   
 $\theta_{0,25} -$   
 $.5$   
 $\theta$ ,  
 $b_f$ ,  
 $\theta$ ,  
 $b$ , :  
 $\gamma_m \leq 18 / ^3$  (  $45^\circ$  ,  
 $( = 0)$  )

$$b_f = b; \quad ( .6)$$

$$b_f = b + \frac{q}{\gamma_m}, \quad ( .7)$$

$\gamma_m = 18 / ^3$ .

$b$ , , :

$$\geq 0,167 \quad b = b_0 \frac{c}{\gamma_I}; \quad ( .8)$$

$0,167 > \geq 0,1$

$$b = \left[ b_0 - \frac{2 \left( 1 - \frac{E - 0,1}{0,067} \right) \cos \varphi \operatorname{ctg} \theta}{1 - \sin \varphi} \right] \frac{c}{\gamma_I}; \quad ( .9)$$

$$< 0,1 \quad b = \left( b_0 - \frac{2 \cos \varphi \operatorname{ctg} \theta}{1 - \sin \varphi} \right) \frac{c}{\gamma_I}. \quad ( .10)$$

$b_0$  .6  $h_k$ ,

$$h_k = \frac{h \gamma_I}{c} - \frac{2 \cos \varphi}{1 - \sin \varphi}. \quad ( .11)$$

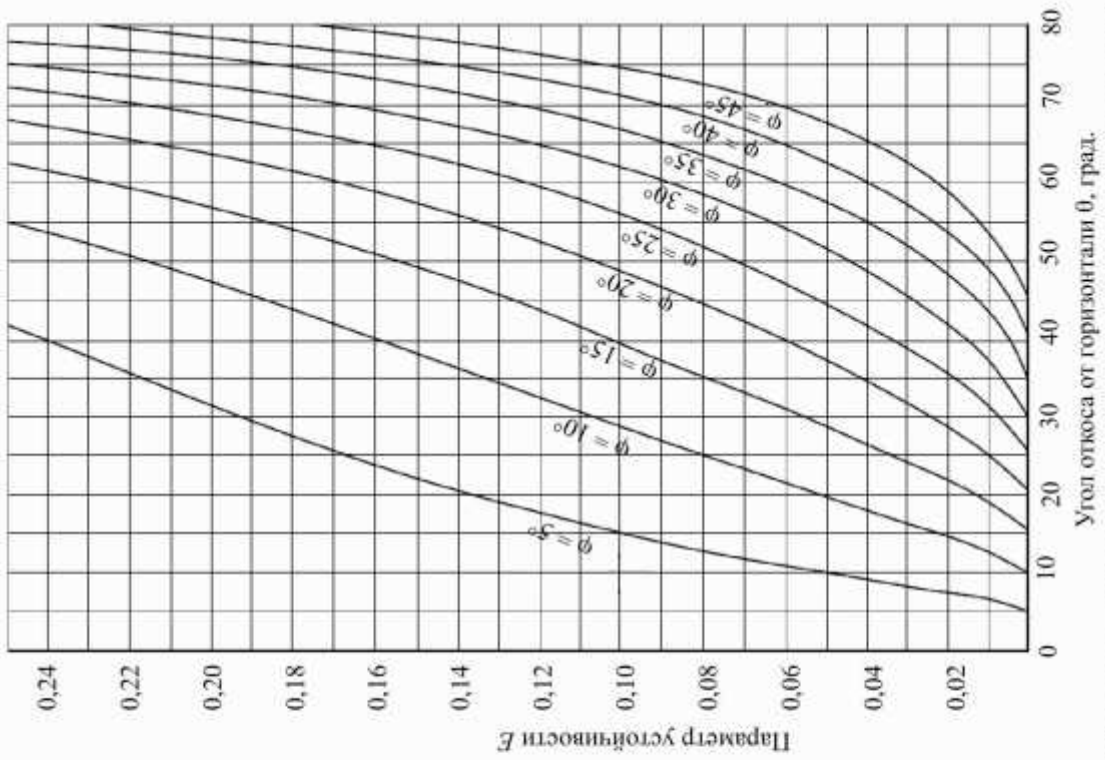


Рисунок В.2 – Графики для определения крутизны откоса при  $K = 1$

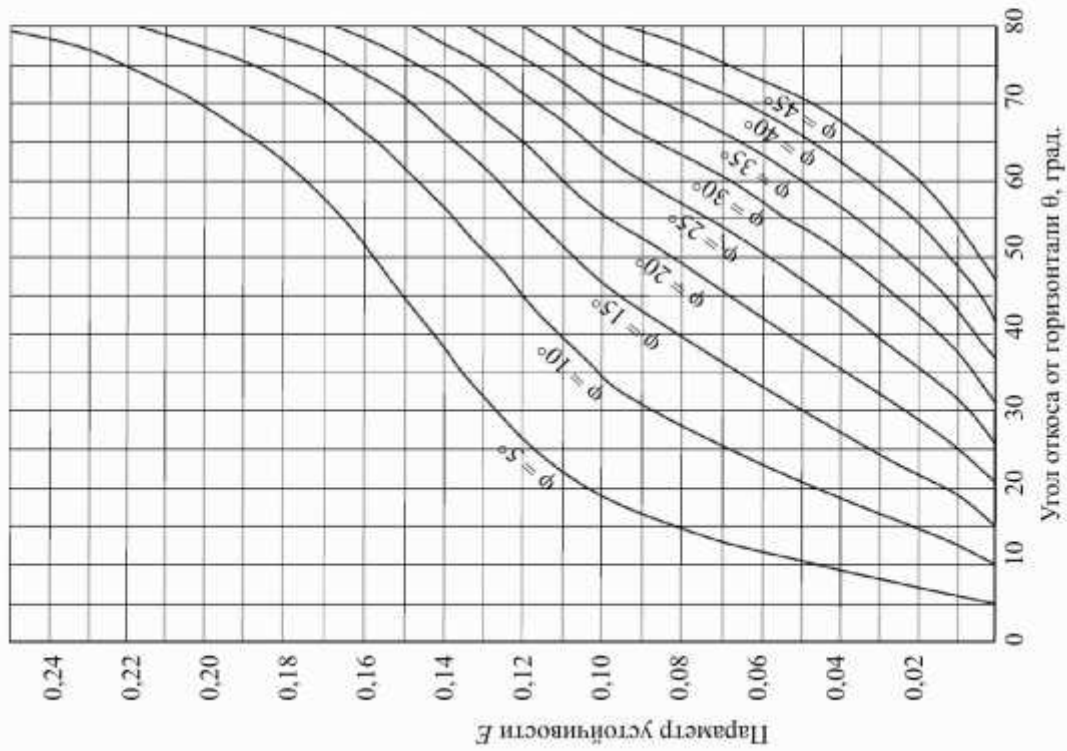


Рисунок В.1 – Графики для определения крутизны откоса при  $K = 0$

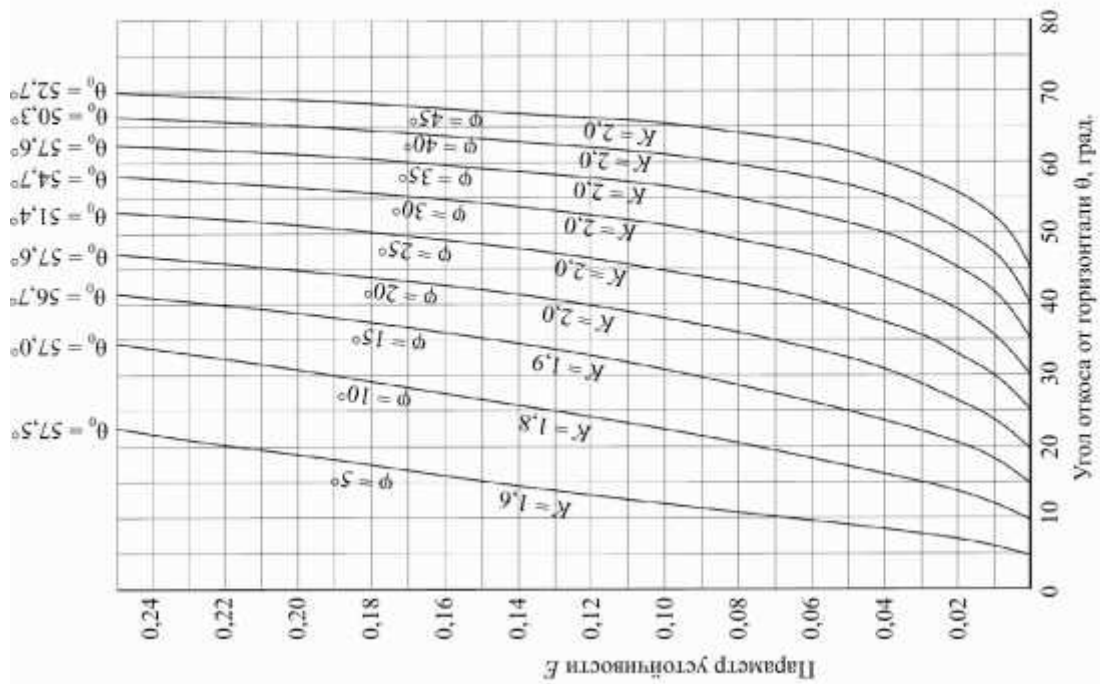


Рисунок В.3 – Графики для определения крутизны откоса при  $1 < K < 2$

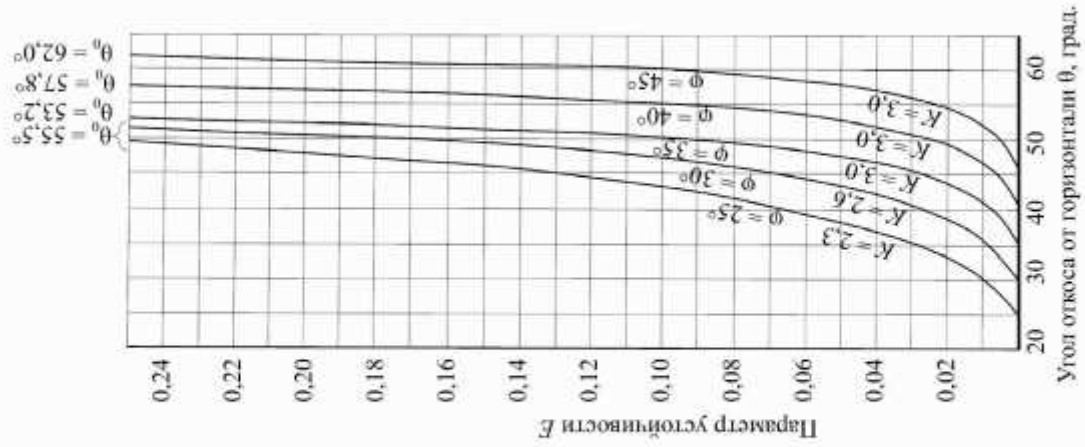


Рисунок В.4 – Графики для определения крутизны откоса при  $2 < K < 3$

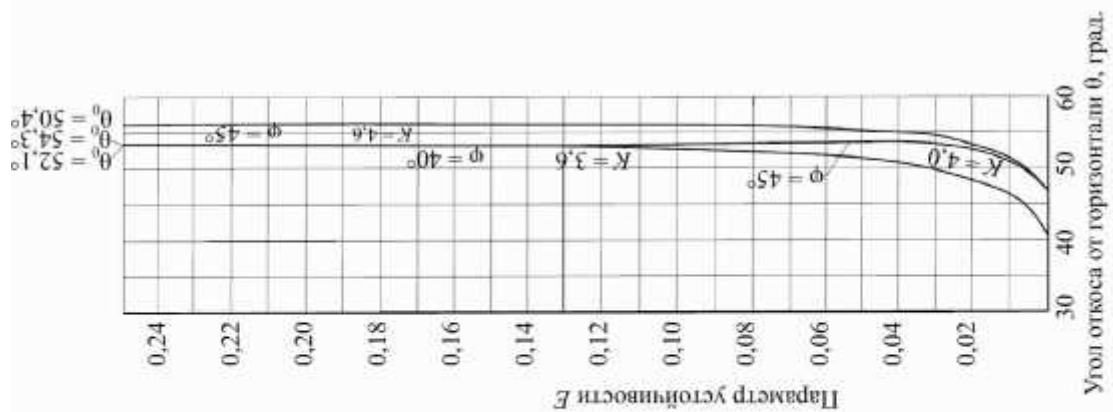


Рисунок В.5 – Графики для определения крутизны откоса при  $3 < K \leq 5$

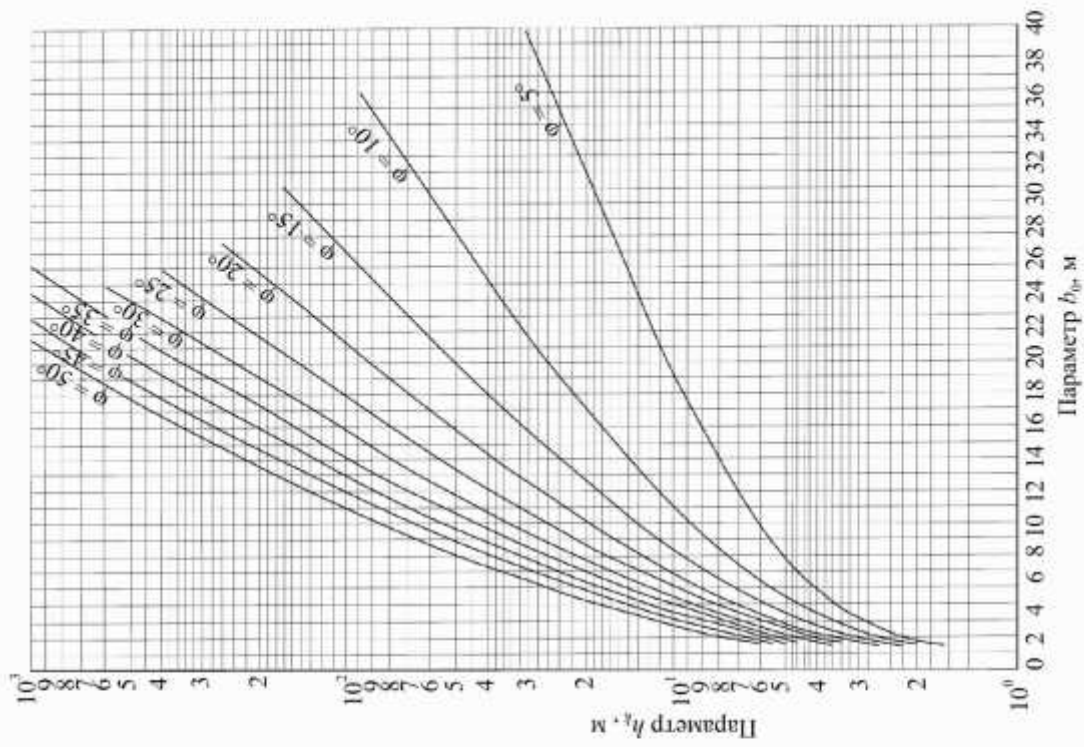


Рисунок В.6 – Графики для определения параметра  $b_s$

( )

.1

:

( , ),

.2

22733:

$d_{max}$ ;

$W_{opt}$ ;

$W$

7.2;

$d_{com}$

$com$

$com$

$d_{com}$

(  $d_{max}$ ,  $W_{opt}$ ,  $W$

,  $d_{com}$   $com$ )

;

;

.3

:

— ;

— ;

— —

.4

6×12

10×10

:

;

(

.5

.)

.6

0,4-0,8

20

.7

( )

( 0,25 ),

.8

... , 0,25 0,25 .

.9

( , . ) : ( 6, 8 10 -8, 10 12.

1,2  $w_p$ ; 1,0  $w_p$  0,8  $w_p$  ( $w_p -$  .11

.12

( 5180. 19912, 23061 ). - 5 %

.13

, .5 0,7 , 0,5 3 , -

.14

, 3 - , 3 -

.15

, « » - , « » - .12.



( )

.1  $E_h$ ,

$$E_h = 0,045N, \quad (.1)$$

$N$  – ,  $E_d \geq E_h$ ,

$$\frac{m_1 + m_2 + m_3}{E_d} \leq K, \quad (.2)$$

– ,  
 $m_1$  – , ;  
 2 – , ;  
 3 – , .

.1

	, / ,		
-	0,6	0,55	0,5
-	0,5	0,4	0,35
-	0,3	0,25	0,2
-	, 1,5 .		

.2  $E_h$

5:1; 4:1; 3:1; 2:1 , 1,1; 1,15; 1,25 1,4.

.3 . 1  
 $S_{min}$ ,

, 0,002 – , 0,01 –

25

.4 2000 , ,

$E_h$ , , ,

$$E_h \geq \frac{\sum F_i H_i}{B_t} \left( n + \frac{m_2}{m_4} \right), \quad (.3)$$

$F_i$  –  $i$ - ;  
 $H_i$  –  $i$ - , ;  
 $B_t$  – , ( 1 ;  
 $t$  – , ) ;  
 $B_t$  – , 500 ;  
 $n$  – , = 4,5 –  
 $n = 5,5$  –  
 $2$  – , ;  
 $m_4$  – , .  
 $s_a$ , ,  
 $25$   $E_d$   
 $F_d$ , ,

$$s_a \leq \frac{\eta A E_d}{F_d (F_d + \eta A)} \cdot \frac{m_1 + \varepsilon^2 (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}. \quad (.4)$$

( )  $s_a < 0,002$  ,  
 $s_a \geq 0,002$  ,  
 $s_a + s_{el}$ , ( )

$$s_a + s_{el} \leq \frac{2E_d \frac{m_1}{m_1 + m_2} + F_d s_{el}}{F_d \left[ \left( 2 + \frac{F_d}{4} \right) \left( \frac{\eta_p}{A} + \frac{\eta_f}{A_f} \right) \frac{m_4}{m_4 + m_2} \sqrt{2g(H-h)} \right]}. \quad (.5)$$

(.4) (.5) :  
 $\eta$  – , / 2 ;  
 $2$  ;  
 $E_d$  – , , .3;  
 $m_1$  – , ;  
 $m_2$  – , ;  
 $m_3$  – , ;  
 $\varepsilon$  – ,

$\varepsilon^2 = 0,2;$   
 $s_a -$  ;  
 $s_{el} -$  ( ) ,  
 $\eta_p \eta_f -$  ( ) ,  
 $\eta_p = 0,00025 \cdot /$   
 $\eta_f = 0,025 \cdot / ;$   
 $A_f -$  , ;  
 $m_4 -$  , ;  
 $g -$  ,  $g = 9,81 / ^2;$   
 $h -$  , ;  
 $h = 0, .$

.2

	$\eta, / ^2$
	1500
	1000
	800

.3

	$E_d,$
-	$GH$
-	0,9 $GH$
	0,4 $GH$
$G -$	:
-	, ;

.6 25 ,

$$\frac{G}{A} \leq K_f K_m, \quad (.6)$$

$G -$  , ;  
 $K_f -$  , ;  
 .4

$K_m$  – ;  
( .5).

.4

	$K_f$					
	210	250	290	330	370	410
	0,70	0,83	0,96	1,10	1,23	1,36
	0,80	0,98	1,16	1,37	1,57	1,78
	0,90	1,15	1,40	1,70	2,0	2,30

.5

		$K_m$
	0,4	7,5
	0,8	4,5
	1,2	3,0
	-	2,0
	2,0	4,5
	2,5	3,0
	3,0	2,0
	-	5,0

-	$K_f$	$K_m$	.4	.5
---	-------	-------	----	----

.7

$N$ , ,  $F_d$ , ,

$$F_d = \gamma_k N,$$

$\gamma_k$  – ;  
 $\gamma_k = 1,4$

( .4)  $\gamma_k = 1,25$  ( .5)

( )

.1  $F_0$ , ,

$$F_0 = \frac{\gamma_g N - 2,8 G_n}{k_s}, \quad (.1)$$

$\gamma_g$  – , 1,4;  
 $N$  – , ,  
 –

$G_n$  – ; , ,

$k_s$  – , ;  
 , .1.

1,3  $G_n$  -  $F_0$   
 ) 2,5  $G_n$  - (

.1

$k_s$				
2,6	3,2	4,9	5,6	6,2

.1

$k_s$								
$I_L$								
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
1,3	1,4	1,5	1,7	2,0	2,5	3,0	3,3	3,5
1				$k_s$		1,2		-
1,3		- 1,5		.				
2			$k_s$	1,2				
3			$k_s$	1,2			-	
1,1								
4								$k_s$
5				$k_s$				
.								

$K_m$  ( ,  $K_m$   
 ), ,  
 $K_m \geq M_c A_0 / 100,$  (.2)

$M_c$  – , ;

$A_0 -$

.2.

$K_m,$

.2

	0, ,	
	20	. 20
$I_L > 0,5$	0,7	0,9
$I_L > 0,3$	1,0	1,2
	1,4	1,6
	0	1,2

.2

$V$

$2 /$

$$N \leq \left[ \frac{6 \cdot 10^3 W - 2n F_s \left( 2A_r - \frac{V}{n} \right)}{V} + F_s (k_s - 1) + G_n \right] \frac{f_r}{\gamma_g}, \quad (.3)$$

$N -$

$W -$

$$W = \eta W_h - W_0, \quad (.4)$$

$\eta -$

0,90

0,83-

$W_h -$

$W_0 -$

25 %

$F_s -$

$$F_s = \frac{1,5 \cdot 10^3 W}{A_r \left( n + \frac{V+2}{2A_0} \right)}, \quad (.5)$$

—  
 $r$  —  
 $A_0$  —

$$A_0 = \frac{100K_m}{M_c}, \quad (.6)$$

$K_m$  —  
 $M_c$  —  
 $k_s$  —  
 $G_n$  —  
 $f_r$  —  
 $\gamma_g$  —

	$f_r$
	1,0
	0,95
	0,90
	0,85
	0,80
	$f_r$

.3

$N$ .

$$N \geq k_g \frac{F_d}{m}, \quad (.7)$$

$N$  —  
 $k_g$  —  
 $F_d$  —  
 $m$  —  
 $k_g = 1,2$ ;

( )

.1

				( )
25	, :	0,5	0,6	10-12
40		0,6	0,7	10-12
		0,6	0,7	8-10
		0,5	0,5	10-12
		0,4	0,4	-
2	, :	0,7	0,3	2-3
5		1,2	0,4	2-3
	( )			
0,5	, :	0,5	0,15(0,3)	2-3
1		0,7	0,2(0,4)	2-3
2		1	0,3(0,6)	2-3
	( -100, -140)	0,3	0,2	8-10
	:			
	1,2 , 2,5	2,2	2	10-12
	1,4 , 3,5	2,6	2,4	-
	1,6 , 4,5	3	2,7	-
	2 , 6	3,6	3,2	-
1				
w	( )- « ».	com=0,95		
2				7.6,
	20-30 %.	com=0,98		
3				com=0,92
		15-20%		
4		10-15%,	20-25%.	



( )

.1

		( )
1	2	3
1	50%	,
2	: 0,005 0,001 » » 0,005	, 1/3
3	,	,
4	±0,0005	. , , 50
5	[4]	,
6		,
7		,
8	,	,
9	22.13330	,

( )

.1 ,

;

.2 :

;

;

;

;

); (

. ( )

.3 .

,

.4 ,

,

;

.5 ,

,

.6 ,

,

.7 ( , , . .)

.8

.9

.10

.11

.12

.13

.14

2500 <sup>3/</sup>

.15

15 – 25

20

).

.16

.17 ( - )

.18

.19

.20 - -

.21 -

.22 1/4

.23 0,4

.24 0,5 6x6

10x10 ,

( , I )

.25 ; ;

0 °

.26

( )

.1

15° .

.2

.3

.4

0,2 ,

.5

.6

.7

.8

25×25 ,

( )

.1.

.1

		( )
1		
2	20 %	
3	15 %	10 . 3
4	2/3	
5	15 30	»

.1

		( )
6	,	( , )
7	,	,
	,	
	, 7.2.	
	0,06 / <sup>3</sup>	
8	20 % ,	, - ,
	.	,
	10 %	300 <sup>3</sup>
	20 %	
9	,	,
	,	
	, 7.2	
10	.	, ,
	20 %	200 <sup>2</sup>
		300 <sup>3</sup> - 1
11	0,85. 0,85	, ,
	20 % ,	- ,
12		300 <sup>3</sup>
	,	,
	.	20-50 . <sup>3</sup>
	,	
13	10 %	,
	,	
	10 %	
14	,	

.1

		( )
15		
) :	±10	, , 100 , 50
) ,	±20	»
)	±15	
)	±5	, 100 , 50 .
)		. 5 6.3 , 100

.2

	<i>com</i>											
	0				0,05-0,2				. 0,2			
	2	2,01-4	4,01-6	. 6	2	2,01-4	4,01-6	. 6	2	2,01-4	4,01-6	. 6
	0,92	0,93	0,94	0,95	0,94	0,95	0,96	0,97	0,95	0,96	0,97	0,98
	0,91	0,92	0,93	0,94	0,93	0,94	0,95	0,96	0,94	0,95	0,96	0,97
	-											
	22733.											



( )

,  
.1.

.1

		( )
1	,	,
2	:	,
)	,	,
	0,05 / <sup>3</sup>	300 <sup>2</sup>
	10 %	0,25
	0,02	1 0,5
		;
)	( )	, 300 <sup>2</sup>
3	.	300 <sup>2</sup> ,
	0,05 / <sup>3</sup>	
	0,02	10 %
4	:	
)		,
	±3 ,	: ±5°
)		± 5
)		»
,	,	
,		

.1

		( )
5		
)	:	, 1000 <sup>2</sup>
)	,	,
)	7.2	,
)	,	,
)	0,02	500 <sup>2</sup>
)	0,05 / <sup>3</sup>	
)	10 %	
)	0,4	,
6		
)	:	,
)	,	,
)	,	,
)	,	500 <sup>2</sup>
)		1 – 2

45.13330.2012

.1

		( )
7	0,02 0,05 / 3 10 %	, 500 2

( )

, .1. ,

.1

			( )
1	( )	( , , ) . - 10 %	, . 3 % 3000 <sup>3</sup> ,
2	( )	( ) . - 10 %	: 3000 <sup>3</sup> , 3 %

.1

			( )
3	( )		, . . 1 % , , 0,5 % ; ;
4			) (
5	( , , , )	3 % -	,
6	,	, 5 %	
7		3 % -	, 10 ,
8	) : , 5 )	1 % 0,5 %	5
9		50 °	( ) ,

.1

			( )
10	( )	.	( ) ( , ) . ,
11		20 %.	,
12			
13		,	,
14	,		,
	,		

45.13330.2012

[1] 50-101-2004

[2] 43-71\*

[3] 261-86

[4]





**45.13330.2012**

,

**3.02.01-87**

« »

**. (495) 930-64-69; (495) 930-96-11; (495) 930-09-14**

---

60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. 300 . 553/12.

---

. , « »  
., .18