

«

»

**ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ
ДИСКОВЫХ СОШНИКОВ
ДЛЯ ПОСЕВНЫХ АГРЕГАТОВ**

Монография

2019

[633.1:631.33.024.3]:005.591.6

Инновационные разработки дисковых сошников для посевных агрегатов / . . . [. . .]. – : , 2019. – 316 .: . – ISBN 978-985-467-926-6.

. 28. . 203. .: 62 .

«

2 01.02.2019 .».

:
, , -
. . ;
, . .

ISBN 978-985-467-926-6

© . . . , 2019

© « . . . » , 2019

25...30 %

[2].

[3].

[3].

[3].

60 %,

()

[3].

[2].

[5].

, , 6° 18° (- 0,15 - 0,075), -
8 / , -
[5]. , -
- -
10 / , -
- -
- -
- -
- -
- -
- -
- -
- -
- -
- -


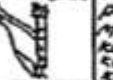








1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

1.1. Способы посева зерновых культур

В настоящее время в России широко распространены следующие способы посева зерновых культур:

- **Посев по вспашке** (тракторно-сеялочный способ) – применяется для посева пшеницы, ячменя, овса, ржи. Семена заделываются на глубину 3-4 см.
- **Посев по безвспашке** (способ прямого посева) – применяется для посева пшеницы, ячменя, овса, ржи. Семена заделываются на глубину 7-12 см.
- **Посев по вспашке с предпосевной обработкой** (способ с предпосевной обработкой) – применяется для посева пшеницы, ячменя, овса, ржи. Семена заделываются на глубину 3-4 см.
- **Посев по безвспашке с предпосевной обработкой** (способ с предпосевной обработкой) – применяется для посева пшеницы, ячменя, овса, ржи. Семена заделываются на глубину 7-12 см.

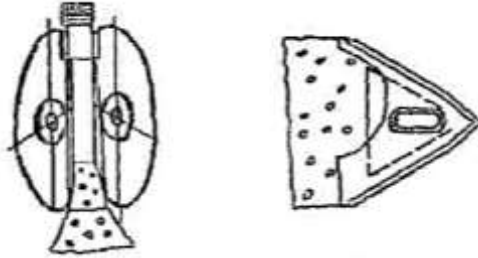
Способы посева зерновых культур зависят от многих факторов, таких как тип почвы, климатические условия, наличие техники и т.д. Выбор способа посева должен осуществляться с учетом всех этих факторов.

Способы посева	Техника укладки семян в почву	
Рядовой посев	<p>Полозобитый катковидный сошник</p> 	<p>Висок в борозде, высеиватель в колее, каток по борозде</p> 
		
Ленточный посев	<p>Двухдисковый сошник</p> 	<p>с прикат. катком</p> 
	<p>Патентовый сошник</p> 	<p>Спиральный сошник</p> 
Автоматический посев	<p>Замешивание в почву при помощи почвообрабатывающих орудий</p> 	
Одно-зернов. посев	<p>Ячейковый висевальный аппарат, полозобитый сошник, катковидный каточки</p> 	

.1.1.

1 2

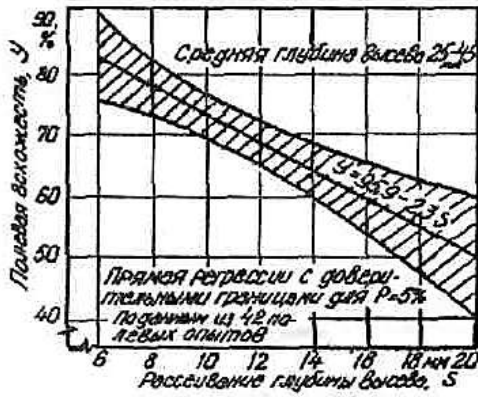
2...4



. 1.2.

2 5

(. 1.3).



. 1.3.

(0,6)

80 %,

1,8 ,

54 %.

. 1.1.

1.1. Техника укладки семян в почву и рассеивание
глубины высева семян, мм

		6...11	12...17
	(-)	6...11	-
3	-	12...17	18...23
		6...11	-
		-	-
		-	-
	-	12...17	7...12
		15...20	-
	-	4...9	-

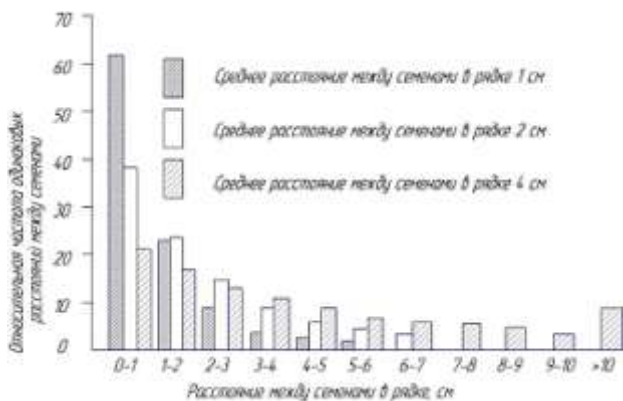
0,6 1,1 .

0,4...0,9 ,

1,5...2,0 .

:

(. 1.4).



. 1.4.

(. 1.5).

5...7



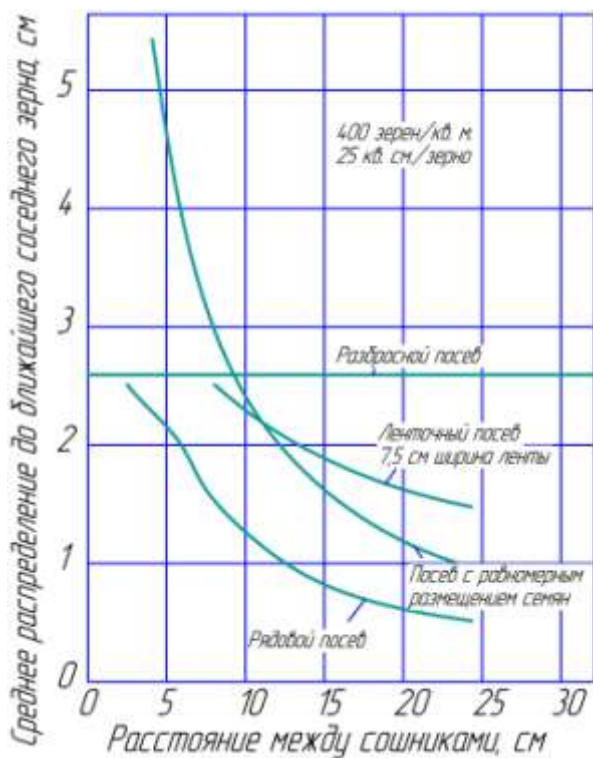
. 1.5.

(.1.5).

(.1.6)

400

1 .



.1.6.

20 10

0,7 % (. 1.7).

3,9 %.



. 1.7.

. 1.2

. 1.2,

1². (

.)

**1.2. Засоренность в зависимости от техники посева для овса
(по Коху и Хурле, 1978 г., с изменениями)**

	1	2
20	553	51
15	389	37
10	334	32
5	344	29
	321	28

1.2. Совершенствование способов посева зерновых культур

()

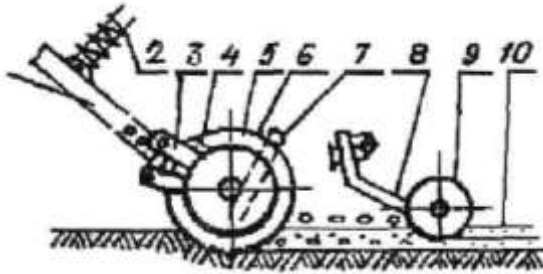
10...15 %, (0...10),

-3,6

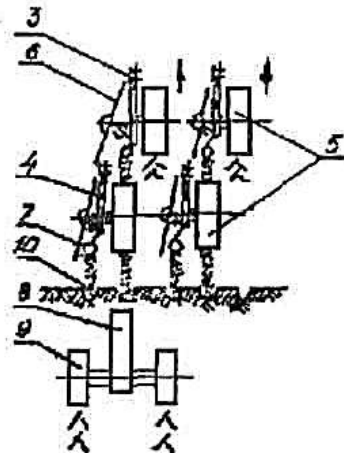
80 %

-3,6 (. 1.8).

7. , 10,



a



b

1.8. ; 1- ; 2- ;
 3- ; 4- ;
 5- - ; 6- ;
 7- ; 8- ;
 9- ; 10-

(1...2)

(5...7)

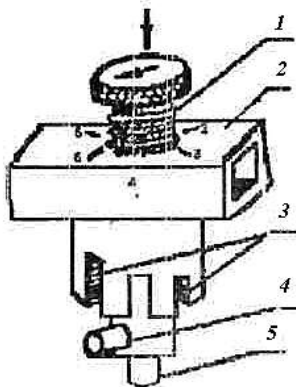
8...10

(. 1.9).

1987–1990 .,

1,5...1,8

10...15 %



. 1.9. ;
1- ; 2- ;
3- ; 4- ; 5-

1

2 (. 1.9).

1.3. Агротехнические и технологические требования к посеву зерновых культур при интенсивной технологии возделывания

(6,25 7,5)

12,5 15 ,

-6, -6 , -5,4 -
-
50 / . -
, -
. . -
. , -
, , -
20 % , -
. -
, , -
, -
, -
±4 %, - ±3 %. -
2 % 1 % -
, , -
2...3 , - 3...4 . -
1...2 . -
15 %. -
. -
(4...6 . /) 15 . -
, , -
. -
4 . / (200 /) . -
, 1000 (.1.3). -

1.3. Нормы высева семян зерновых культур в условиях Дании, кг/га

	1000			1000		
	45	50	55	45	50	55
	1 -	113	125	138	88	97
1...5	125	139	153	100	111	122
6...10	138	153	168	113	125	138
11...15	150	167	183	125	139	153
16...20	163	181	199	138	153	168
21...25	175	194	214	150	167	183

5,0

1,1...1,25 / ³.

0...10

22 %.

1

4...5 / (200...220 /).

1000

(. 1.10).

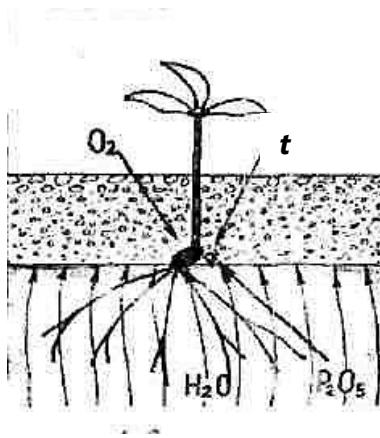
-9; -4,2; -4,5; -5,1; -6,5;

-3,6; -6; -7,2;

-4; -6;

-5,1; -5,1;

1,4; 2; 3.

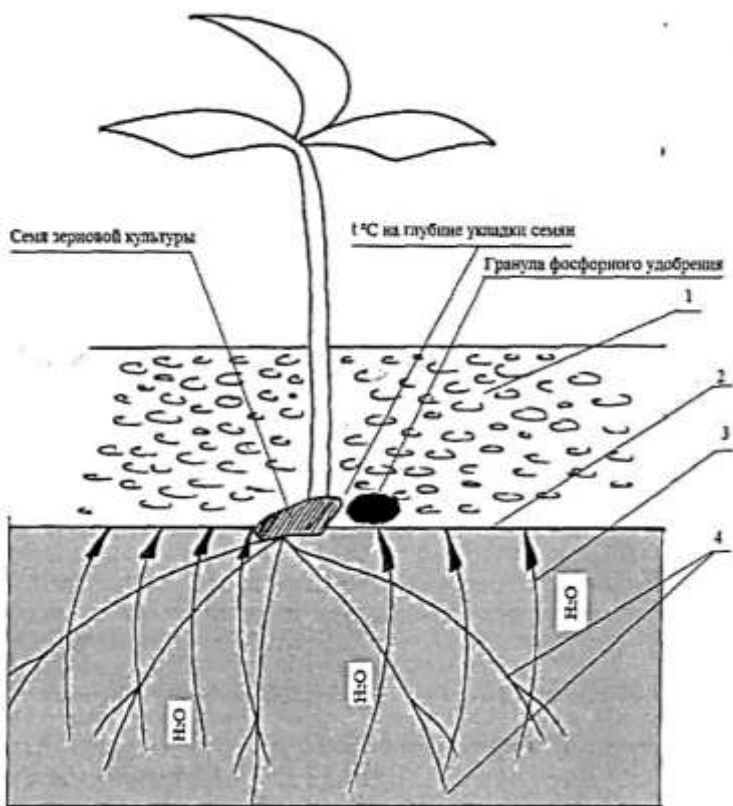


. 1.10.

1 2

(. 1.11).
 () -

1,1...1,3 / 3.



. 1.11. :
 1 - ;
 2 - ;
 3 - ; 4 -

1.4. Условия качественного посева зерновых культур при интенсивной технологии возделывания

								-
		25 %						-
		25 % –						-
							1,47...1,69 / ³,	
						1,6...1,7 / ³.		
								-
								-
								-
								-
								-
1)							:	
)					-5			-10 –
)					-7,	-113		-
		-5,1;	-5,1			-5,	-5,1;	-6;
		-6 ;	-4,2;	-2,8;				-4;
2)			10...15				20...22	-
							-3,5	-2,3;
		-2,8;	-2					-
								-
								-
3)								
		-3,6;	-6;	-7,2;	-9;	-6,5;	-4,5;	-3;
		-4;	-6.					-
								-

-6,3; -6; -5,6; -6 ; -4; -4; -3; -8,4;
 -4;
 .
 ,
 A , S-
 .
 (, ,)
 8 , -
 .
 ; ; .
 -6; -4,2; -4
 30
 .
 + :
 .
 ,
 .
 -
 ,
 - .

1.5. Образование технологической колени при посеве

.
 : -5,4 -
 45 , -6 -6 - 37,5 .
 -6 (-6)

7- 8- , -
37,5 (. 12,5). -
. -
175 . -
() -
12 . -
12 (-2-3) -
. -
175 . -
-6 (-6) -
, -
-4, -3 -
, -
, , -
, , -

1.6. Организация работы посевных агрегатов

(, , ,) -
. -
; -
- : -
, 200 ; -

150 , ; - 60...80 .

. 1.4.

1.4. Рекомендуемая ширина загонов и поворотных полос при работе посевных агрегатов

	, ,		, ,	
	500	700		
-6	72,0	84,0	18,0	12,0
-6	72,0	84,0	24,0	18,0
-5,4	57,6	72,0	14,4	10,8
-3	60,0	76,0	12,0	8,0
-4	60,0	76,0	12,0	8,0

. 1.5.

1.5. Состав посевных агрегатов и установка вылета маркера

		, ,	-	, ,		
« -800»	1	3,0	1800	2,48	0,68	VII
	1	4,0	1800	2,98	1,18	VII
« -820»	1	6,0	1800	3,98	2,18	VII

(. 1.6).

1.6. Способы и оценка качества посева

			-	%	-
- ,	20...30	- ,	3...4	± 10 $\pm 10 \quad \pm 15$	3 2
- - , %			2...3	± 3 $\pm 3 \quad \pm 5$ ± 5	3 1 0
- - ,			3...4	± 50 $\pm 50 \quad \pm 60$ ± 60	2 1 0
- -			-		2 0

1.7. Обзор и анализ конструкций зернуковых сеялок с комбинированными рабочими органами

[6], [7], [8-10] –

()
3-3,6

-3,6,

10...14

8

3-3,6

:

S-

10...12 ,

- 30 , - 6...7,5 [11].

() C C-2,4

-

2,0...4,6 / .

60- . 1969 .

570 3000

1971 . - 3000 1500 .

, , , , .

, .

, .

. 1.12

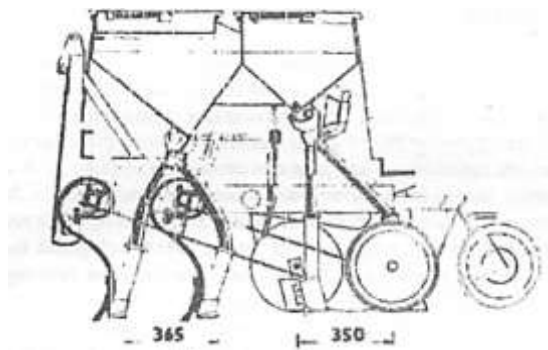
, (1500

),

,

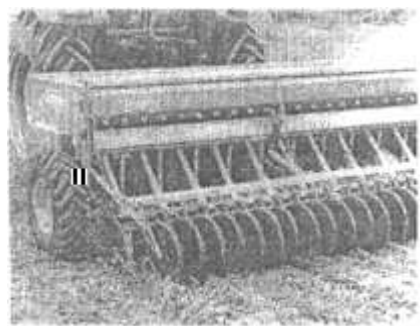
110

«WARTSILA», «JUNK-
KARI OY», «STEGSTED», «TUME», «YUKO»



. 1.12.

(. 1.13).



. 1.13.

«TUME»

S-

«WARTSILA», «NORDSTEN», «STEGSTED», «YUKO»,

«FARMHAND»

-
-

«WARTSILA» «SOKKERI», 4,5 %

«TUME» «WARTSILA»

7,5

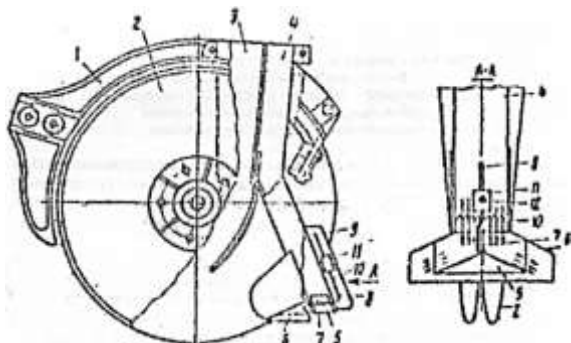
«JUKO», «HANKMO», «TUME», «NORDSTEN»

(. 1.14).



. 1.14.

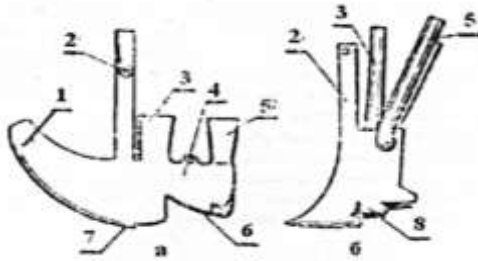
[12-14].
 (. 1.15),
 (),
 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.
 1,7...2
 6...7 [18].



. 1.15.

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

. 1.16,
 [13].

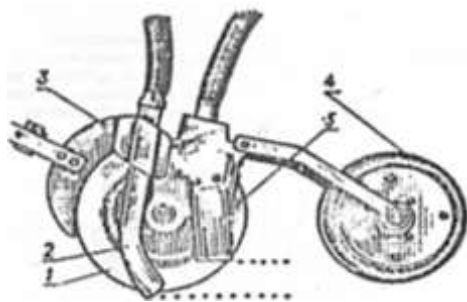


.116. : a - ;
 б - ;
 1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - ;
 5 - ; 6 - ;
 7 - ; 8 - ;

2 3

(.117).

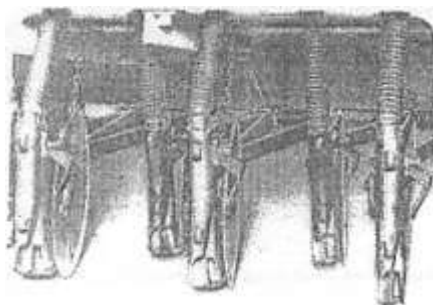
4.



.117. ; 1, 3 - ; 2 - ;
 4 - ; 5 - ;

«ALLIS-CHALMERS» (157)

(. 1.18).



. 1.18.

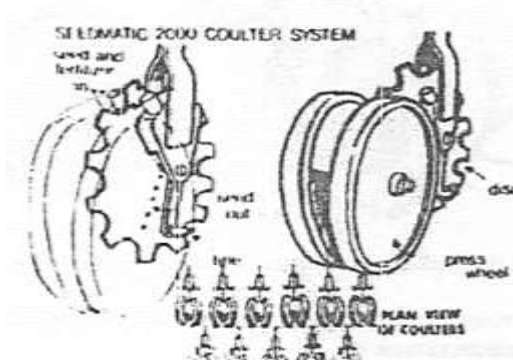
157 ()

«Seedmatic 2000»
«AITCHISON INDUSTRIES»

(. 1.19).

, L-

10



. 1.19.

«Seedmatic 2000» ()

« ») («VERSATILE») (, 11 .
 «SUTHERLAND STEEL FOUNDRY»
 «Clark», -
 . ,
 ,
 - ,
 6 . 3...5 , .
 9,2 .

1.8. Современные сеялки для посева зерновых культур

-6, -4, -3, -6, -6 ,
 « » «
 ». , -
 -5,4, « » (-
), « » () . , -
 . -
 (-6(4;3)) (-6 (4;3)) -
 « -
 » -3,
 -4,5, -6 « -800/820», « -221»,
 « -1522»,
 . -
 -5,4, , -
 , -
 , -
 , -
 , 0...10 , -

0,6...1,1 ,

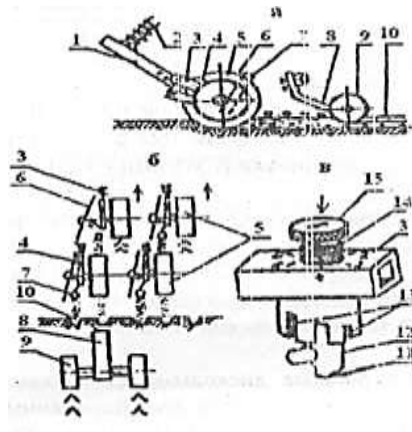
-5,4

(
.)

(. 1.7).

-5,4,

. 1.20,



. 1.20.

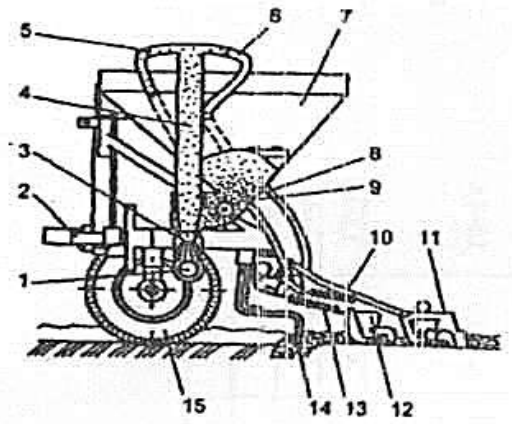
-5,4: a, б-

- а - ; 1 - ; 2 - ;
- б - ; 4 - ; 5 -
- ; 6 - ; 7 -
- ; 8 - ; 9 -
- ; 10 - ; 11 - ; 12 - ;
- 13 - ; 14 - ; 15 -

1.7. Техническая характеристика машин для посева зерновых, зернобобовых и травяных культур

	⁻⁶ (6)	⁻⁴ (4)	-3	-6	-5,4	⁻ 3,6	⁻ 6	-4	-3	«MegaSeed»
	1,4; 2	1,4	0,6	1,4	1,4	1,4; 2	1,4; 2	1,4	1,4	3; 5
, /	10	10	10	10	10	7,6–10	10	10	10	15
, .	48	32	24	48	36	24	96	64	48	24, 32, 36, 8
, .	6,0	4,0	3,0	6,0	5,4	3,6	6,0	4,0	300	3, 4, 5, 6
1 , / :	5,4...6,0 3,5...5,5	3,6...4,0 2,3...3,1	2,7...3,0 1,8...2,3	5,4...6,0 3,3...3,9	4,7...5,0 2,8...3,9	2,7...3,6 1,7...2,3	1,5...3,6 –	2,0...4,0 1,0...2,6	1,5...3,0 0,8...2,0	3,0...8,0 –
, /	3,2...5,1	3,6...4,8	3,6...4,8	2,7...4,3	3,4...4,3	5,8...7,0	3,3...4,8	3,7...5,0	3,8...5,2	7,0...10,0
, /	0,9...412	0,9...412	0,9...412	0,9...412	15...400	3...350	1...400	1...400	1...400	1...400
,	1000	500	500	1000	1000	1000	100	500	500	1500, 1165
,	12,5	12,5	12,5	12,5	15	15	6,25	6,25	6,25	12,5

(, -5,4-04) : -
 15 % ;
 10...15 % ; -
 6 % -6, -4, -3 - ,
 1 , , , : ,
 , , , 15 % .
 (. 1.21), 8, 7
 I, 4 -
 5, 6, 11.



. 1.21. -6: I - ;
 2 - ; 3 - ; 4 - ;
 5 - ; 6 - ;
 7 - ; 8 - - ; 9 - ; 10 - ;
 11 - ; 12 - ; 13 - ;
 14 - ; 15 - -

2,2...3,0 / (8...11 /).
 « -820»
 -6
 : 180 , 360 440
 (.1.8).

1.8. Коэффициенты устойчивости трактора «Беларус-820» при работе с сеялкой СПУ-6

	()							
	180		360			440		
	980	0,25	4265	1170	0,30	4145	1370	0,35
200	855	0,22	4560	1075	0,27	4510	1205	0,31
400	—	—	4865	970	0,24	4850	1065	0,27
600	—	—	5180	855	0,21	5180	935	0,21
800	—	—	—	—	—	5490	825	0,21

« -820» +
 -6
 ()
 « -820» -6,
 440 ,
 800 (= 0,21
 0,20).
 (360 180)
 600 200 .
 110 .
 25

180°,

Z).

-6 (. 1.22)

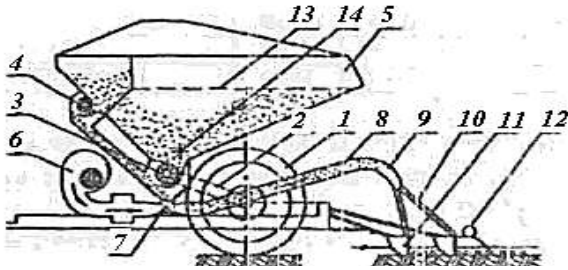
3 4, 7, 8

11 12, 13 14.

3 4 7,

9, 8,

9, 11



. 1.22.

-6: 1- ; 2- ;

3, 4- ; 5- ;

6, 10- ; 7- ; 8- ;

9- ; 11- ; 12-

; 13- ; 14-

6 , 6 / -
 12 / , -
 «MegaSeed» (. 1.23) -
 - 3; 4; 4,5; 6 .



. 1.23.

«MegaSeed»

12,5 .

(). ,
 (),

«Direktsaat»,

«MegaSeed»

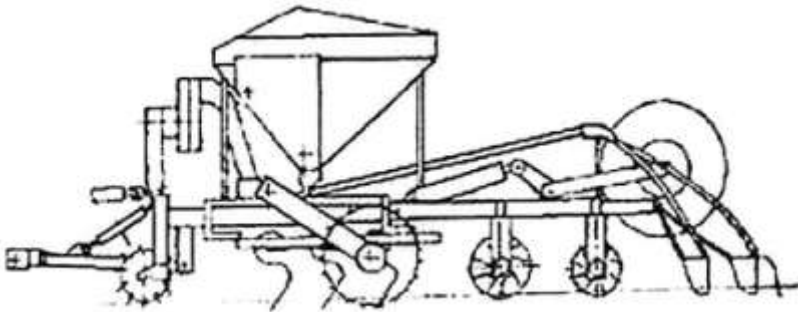
; S- ; -

, 660 , (640)
 (640). «MegaSeed»

(800)

« () .
 »
 -3,6
 -3,0 (.1.24).

; «
 -820»; « -1005»; « -1025»;
 2,31...2,7 / ; 3,0 / ;
 1...5 ; 5,8 ; 2200 . 400 / ;



. 1.24.

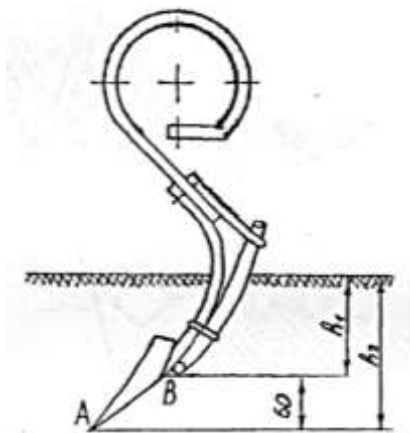
-3,0 (-4,5; -6)

1.9. Анализ исследования сошниковых групп комбинированных сеялок

XIX . [51].

(.1.25).

S-



.1.25.

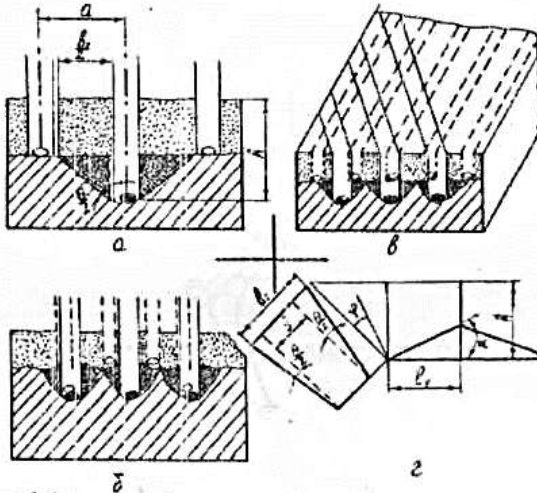
« »

AB

$AB,$ o h_2 $h_1.$

$.1.26$

$[16, 17].$



. 1.26.

a - ; b - ;
 c - ; d - ;

, , -
 , , -
 , - /2 -
 , (. 1.27).

$$b_3 = b + \frac{2htg\left(\frac{\theta}{2}\right)}{\cos \varphi + \alpha}, \quad (1.1)$$

b_3 - , ;
 b - , ;
 h - , ;
 , , - ,

«WARTSILA»,

a

: $a > b_3 / 2$.

$/ 2$,

42...45°

20

:

$$= h \operatorname{tg} / 2.$$

(2...8 ,

7,5...15)

(8...15 ,

15...30)

(P)

[57]:

$$P = Q + mg \left(f + q_i \left(\frac{B_p}{K} + 1 \right) \right), \quad (1.2)$$

$Q, m -$

$f -$

$q_i -$

$B -$

$K -$

$\frac{B_p}{K} + 1 -$

P

10...15 %

$$P = (0,85...0,9)P$$

$$Q, \quad (1.2) \quad Q = \text{const:} \quad B$$

$$B = \left(\frac{0,85 \dots 0,9 P - Q + mg f}{q_i} - 1 \right) K. \quad (1.3)$$

$$P = Q + mg f + q_1 \left(\frac{B_p}{K_1} + 1 \right) + q_2 \left(\frac{B_p}{K_2} + 1 \right), \quad (1.4)$$

q_1 q_2 - ;
 K_1 K_2 - ;

1.10. Результаты испытаний комбинированных зернофуковых сеялок

1982 .
 «TUME», «WARTSILA», «JUKO» -3,6.
 1.
 «JUKO-400» «WARTSILA», 89 %. -3,6
 52 %.
 «TUME» 56...66 %.
 «WARTSILA-400».

2. 41,4 % «WARTSILA» 10,4 % «TUME». -
-
-3,6 – 30 , -
C -3,6 -
20...25 , - 40 , -
20 C -3,6, 25 «JUKO» «WARTSILA», 75 «TUME». -
:

- 1) (-
- 2));
- (
-);
- 3) -
-);
- (
- 4) -
- , ();
- 5) (-
- 6));
- (7));
- 8) (); (-
-).

:

- 1) «WARTSILA» «JUKO» ;
- 2) -
- 3) (;) ;

4)

... () (W)

$$W = 0, 1B v_p T \quad (1.5)$$

B -
v_p -
T -
-

... ; / ; , ;

$$T = t_1 + m\eta_1 \left(\frac{E_c \gamma_c}{Q^1} \right); \quad (1.6)$$

$$T = t_1 + m\eta_2 \left(\frac{E \gamma}{KQ^2} \right); \quad (1.7)$$

T T - , ;

$$\begin{aligned}
 t_1 - & \dots; \\
 n - & \dots; \\
 \eta_1 \eta_2 - & \dots; \\
 E E - & \dots; \\
 Q^1 Q^2 - & \dots; \\
 K - & \dots; \\
 H - & \dots.
 \end{aligned}
 \tag{1.7}$$

$$K = \frac{E \gamma H_c}{E_c \gamma_c H}$$

$$K = \frac{H}{\dots}$$

$$T = t_1 + m\eta_2 \left(\frac{KE_c \gamma_c}{Q^2} \right).
 \tag{1.8}$$

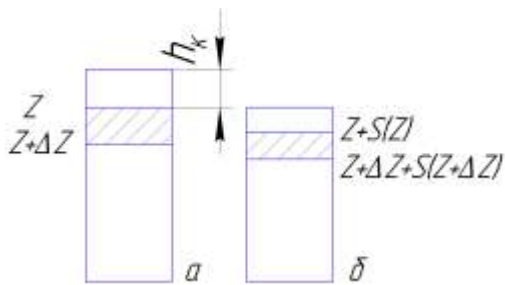
«TUME», «WARTSILA», «JUKO»
 0,51, 0,53, -3,6 – 0,48. 0,57,

1.11. Уплотнение почвы при заделке семян зерновых культур

$$(1,2 \dots 1,3 \cdot 10^3 / \dots),$$

h P

1.27.



1.27.

$a -$

$m = \rho t, \quad \rho -$

$Z + \quad Z - \quad Z + \quad Z + S(Z + Z).$

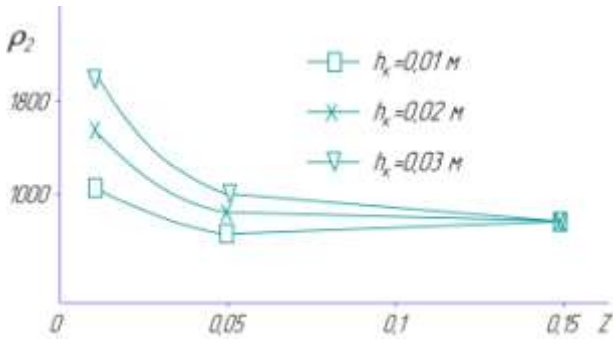
$Z \quad Z + \quad Z$

$Z \quad Z + S(z),$

$$S(z) = \frac{\rho_0}{l - \frac{h l_0 B}{l_0 + Z^2} - \frac{2Z + B + l_0}{B + Z^2}} \quad (1.9)$$

h – , ;
 l_0 – , ;
 B – , .

. 1.28.



. 1.28.

$$(D = 0,2 ; B = 0,1 ; \rho_0 = 0,8 \cdot 10^3 / ^3)$$

(), . . . Z = 0:

$$\rho_0 = \frac{\rho_0 l_0 B}{l_0 B - h l_0 + B} \quad (1.10)$$

(1.10)

h , l_0 , B ,

B , h , ρ_0 , B , ρ_0 :

$$\rho_0 = \frac{\rho_0}{1 - \frac{1}{3} \sqrt{\frac{3G}{2KB}} \left(1 + \frac{1}{B} \sqrt{\frac{3G}{2KB}} \right)} \quad (1.11)$$

G , K , $= 2R, B$

$h = 0$, $h = 0,5$, $h = R$, 5% , 10% .

(0) , 0 , (1.11),

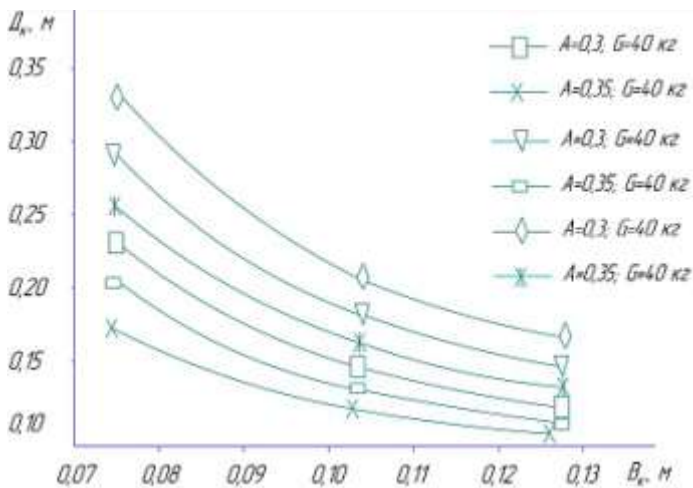
$$\frac{\rho_0}{\rho_0} , B , G ,$$

$$A = 1 - \frac{\rho_0}{\rho_0} \quad .1.29 \quad B$$

$$G \quad A = 1 - \frac{\rho_0}{\rho_0} .$$

G , $A = 1 - \frac{\rho_0}{\rho_0}$,

$: B = 0,10 \dots 0,12$; $= 0,15 \dots 0,20$.



. 1.29.

B
G

A

V,

h ,
a

B,

t ,

0,40) ,

(0,30; 0,35;
(,

$t_{()}$
() ,

B B . $t_{()}$,

()

$$t = -0,0188 + 1,55h - 6,38h^2 - 0,0037V - 6,3h a; \quad (1.12)$$

$$t = -0,0051 + 1,135h - 6,47h^2 - 0,003V - 7,81h a; \quad (1.13)$$

$$= -368,6 - 3989,5h + 4787,9 - 2171,0a - 3,2V^2 + \quad (1.14)$$

$$+ 1947,1h^2 - 6854,6^2 + 170393,8a^2 + 77,1Vh + 40,3V ;$$

$$= -378,3 - 29,7V - 3280,6h + 4914,6 - 2516,4a + \quad (1.15)$$

$$+ 13511,1h^2 - 7094,6^2 + 16194,0a^2 + 111,0Vh + 64,9V +$$

$$+ 188,9Va;$$

$$B_c = -0,16 + 1,07 - 0,0007V^2 + 3,04h^2 - 1,12^2 - 18,56a^2 - \quad (1.16)$$

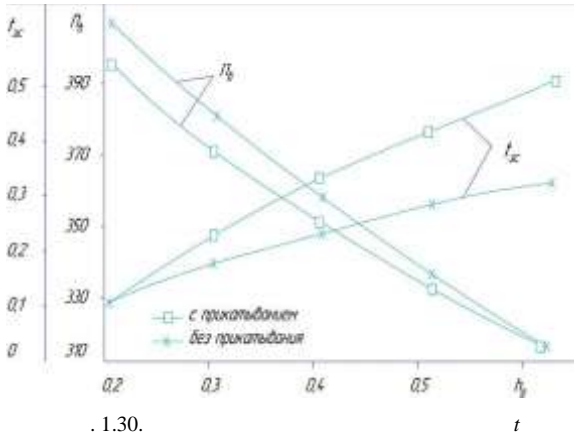
$$- 0,0027Vh - 0,036Va - 1,012h - 3,99h a + 2,75 a;$$

$$B = 0,019 - 0,0064V + 0,278 + 0,0015V^2 + 1,86h^2 - 27,86a^2 - \quad (1.17)$$

$$- 0,786h - 1,5h a + 2,78 a.$$

(1.14)–(1.16) (), t(), -

. 1.30, h



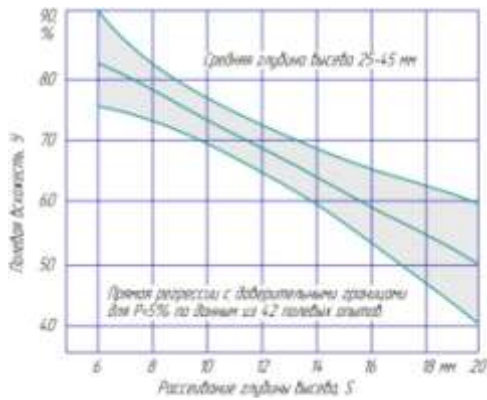
. 1.30.

h

$0,05 \dots 0,06$;
 $15 \dots 20$;
 6 ;
 $(0,02 \dots 0,04)$;
 $V =$
 $= 2,5 \dots 3,0$ / ;
 $h_c = 0,02 \dots 0,04$;
 $(0) = 1,2 \dots 1,3 \cdot 10^3$ / 3 ;
 $B = 0,06 \dots 0,09$;
 $L = 0,17$;
 $L = 0,17 \dots 0,20$;
 $= 0,35$;
 $= 0,20$;
 $B = 0,10$;
 $l = 0,30 \dots 0,35$;
 $a = 0,01$.

$2 \quad 5$.

(. 1.31).



. 1.31.

1.12. Анализ и исследование основных типов современных сошников для посева зерновых культур

-

' , : -

, ' , -

() . -

. [20]. -

; : -

; -

; -

. -

, -

[20]. -

, -

: , , -

, ' -

(. 1.32) , -

. -

. -

, -

: , -

, -

: -

, -

. -

. -

, -



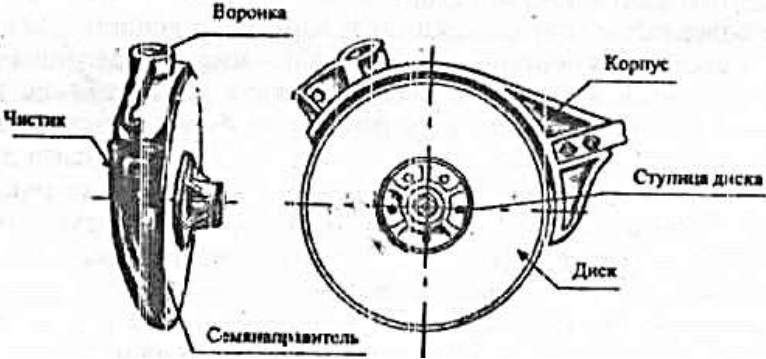
. 1.32.

(. 1.33)



. 1.33.

,
 ,
 ,
 ?
 85 %
 -3, -4, -6
 : -3,6; -3,6; -3,6;
 -3,6; -3,6; -3,6 ; -3,6 -01-07; -5,4 01-07,
 (. 1.34)



.1.34.

9°

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

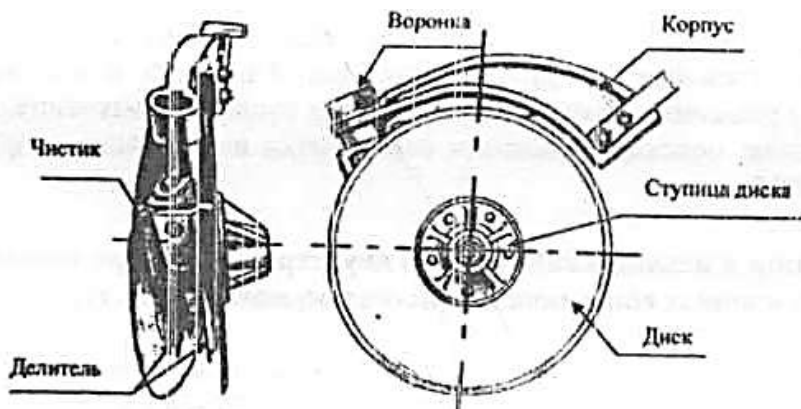
9°

(.1.35) 75).

30...80

-3,6 -04; -5,4-04.

18°



.1.35.

18°

«

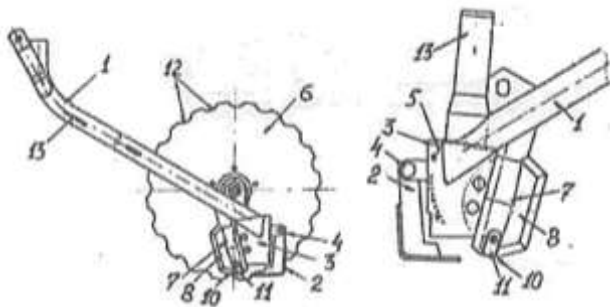
(ВУ 3512 U2007.04.30)

»

()

(.1.36).

[29].



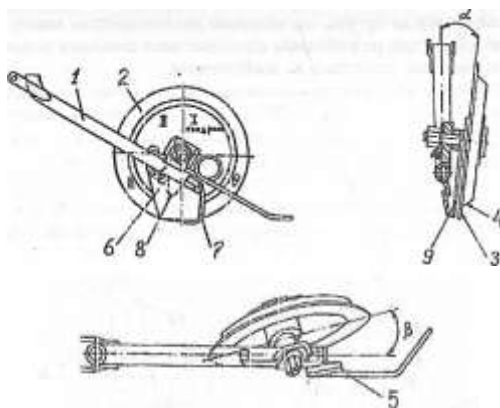
1.36. ; 1- ; 2- ;
 3- ; 4- ; 5- ; 6- ; 7- ;
 8- ; 10- ;
 11- ; 12-
 ; 13- -

« - »

»

(74 U),

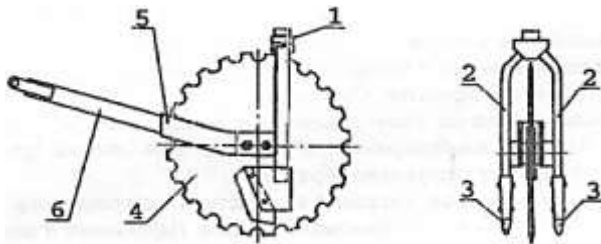
(.137).



1.37. ; 1- ;
 ; 2- ; 3- ;
 4- ; 5- ; 6- ; 7- ;
 8- ; 9- ;

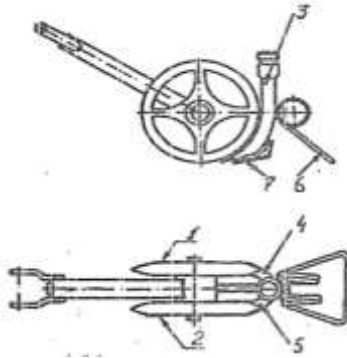
, -
 , , , ,
 - 85,2 84,7 % 86 %, - 85,3 %;
 [30].
 «
 » (890 U),
 ,
 (. 1.38),
 6 5 3
 ,
 , 4,
 3,

[31].



. 1.38.
 1 - ; 2 - ;
 4 - ; 5 - ; 6 - ; 3 - ;

. 1.39.



1.39. ;
 1, 2 - ; 3 - ; 4, 5 - ;
 6 - ; 7 - ;

1, 2,
 , 3,
 4, 5,
 1 2, 6, 7.
 1, 2

() 3,

4, 5
 7,
 [32].

00 «Great Plains» (. 1.40)



. 1.40. 00 «Great Plains»

410 820 .

75×330

-
-
-
10

«Great Plains» (. 1.41)

2050 , - 450 640 .

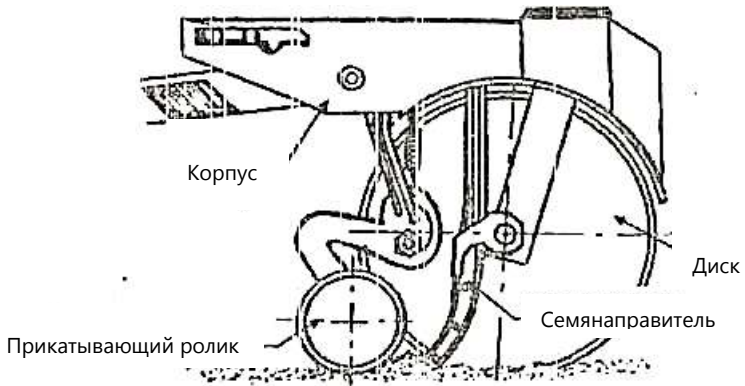
16 , - 432 457 .

-
-
-



. 1.41. 10 «Great Plains»

« - » (. 1.42) -



. 1.42.

« - »

« - »

«Salford ».

11-

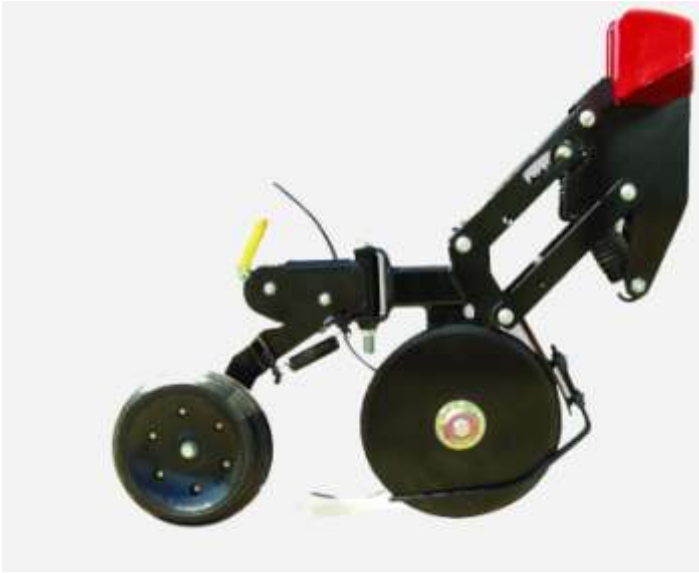
«Salford -200»

230 /
17,5

(260)

«Salford »

(. 1.43).



. 143.

«Salford »

«Salford »

«Terrasem»

« »

«Terrasem»

6 (8)

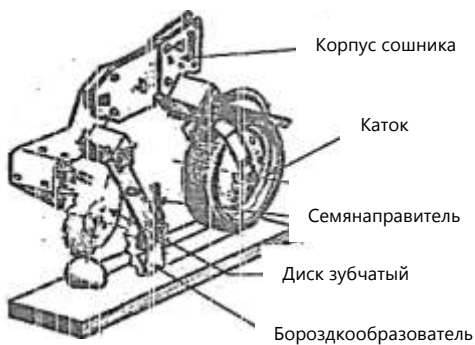
6 8 . , -

500...1300

(. 1.44).

1300

500



. 1.44.

« »

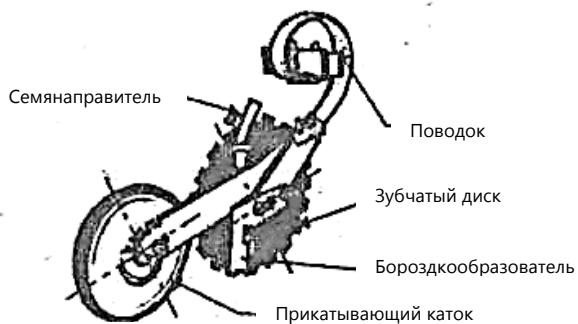
«SULKY»

(. 1.45),
415

«CultiDISC II»

«MAXIDRILL».
4°.

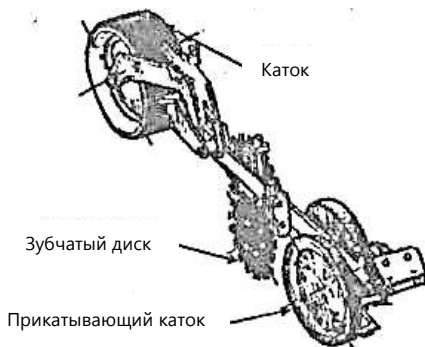
[34].



. 1.45. «CultiDISC II»
«MAXIDRILL»

800

680
«FARMFLEX» (500 , 21)
(. 1.46)



. 1.46.
«FARMFLEX»

«EASYDRILL»

«RoTeC» (. 1.47)

350 .

[35].



. 1.47.

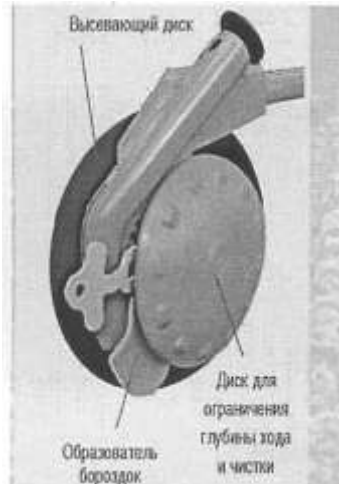
«RoTeC»

(. 1.48).

«RoTeC»

«RoTeC AMAZONE»

(1.49).



. 1.48. «RoTeC
AMAZONE»



. 1.49. «RoTeC»

«LEMKEN»
(. 1.50).

200

325

[43, 46, 48].

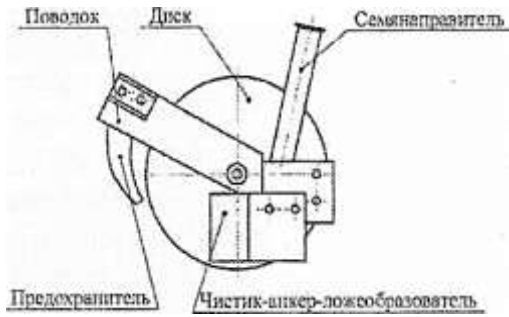


. 1.50.
«LEMKEN»

2...3 /

(. 1.51)

U-



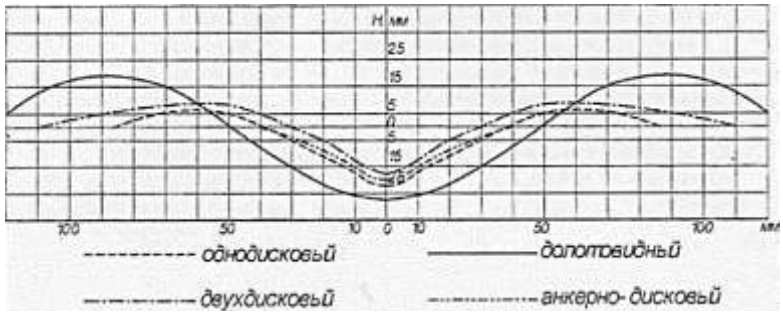
. 1.51.

[40]. О

[41, 42].

. 1.52,

Н 20 ,



. 1.52.

(. 1.9).

1.9. Динамика всходов и полевая всхожесть ячменя сорта Фаворит в зависимости от типа сошников

	, / ²									
		3	4	5	6	7	8	9	10	
	380	0	0	0	85	13	26	89	89	289
	380	15	25	31	31	31	-	-	-	315

(. 1.10).

. 1.10,

(3...4).

(4...8).

1.10. Распределение семян ярового ячменя по глубине, полевая всхожесть и урожайность в зависимости от конструкции сошника и подготовки поля

	, %				
		+	-	+	-
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	8,3
3	1,2	3,6	0	2,4	46,7
4	3,6	16,7	2,4	14,3	41,7
5	4,8	26,2	16,7	27,4	3,6
6	32,1	33,3	23,8	32,1	0
7	38,1	19,0	36,9	23,8	0
8	20,1	1,2	20,2	0	0
9	0	0	0	0	0
- , %	55,0	69,0	74,9	75,7	77,1
- , /	41,9	42,4	42,6	43,4	48,6

41,9 43,4 / .

41,9 48,6 / .

200...130 .

1.13. Сошниковые группы с опорно-прикатывающими катками

-5,3:

-5,4; , , -
 , , -
 « » . -
 , , -
 , , -
 -5,4 , 10...40 . -
 -5,4, 1...20 , -
 -5,4, , -
 30...40 . -5,4 , -
 -5,4 , -
 (50...60 %) , -
 20...30 . -
 , -
 , -
 , -

1.14. Распределение семян в почве дисковыми сошниками с прикатывающими катками

(U = 2,4
 = 0,075
 (B = 0,15
 S = 1 - 2
 (B = 0,01
 (B =

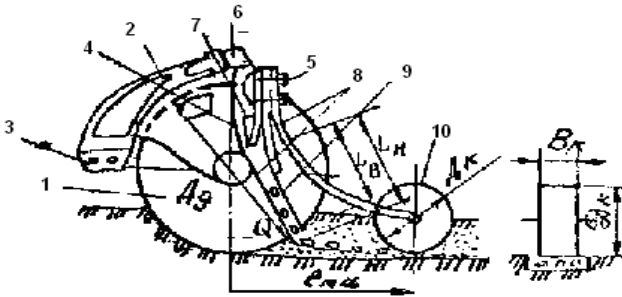
$$= -62,8 + 0,76U + 492,6B - 0,0005U^2 - 3571,4B^2 + 1,29UB ,$$

B

$$= 0,07 \dots 0,08$$

-3,6

(.1.53),



.1.53.

- 2- ; 3- ; 4- ; 5- ; 1- ;
; 6- ; 7- ; 8- ;
; 9- ; 10-

Ox , $Oy - t.$

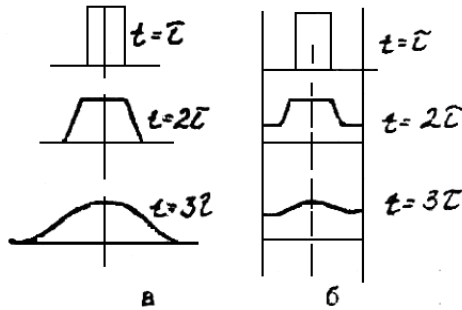
$Oy.$ $v -$
 $v \quad v \quad v$

y

1.54

$t, 2t, 3t;$

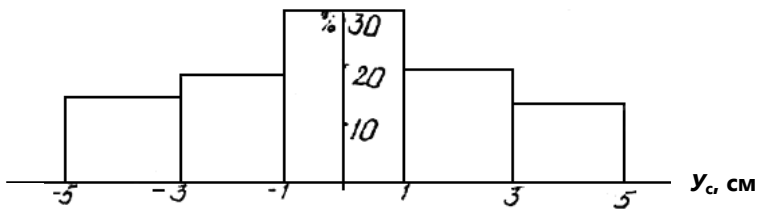
$2v \quad t,$



1.54.

$a -$

$b -$



. 1.55.

1.15. Современные тенденции развития конструкций и технологических схем дисковых сошников

[11, 12].

[13, 14].

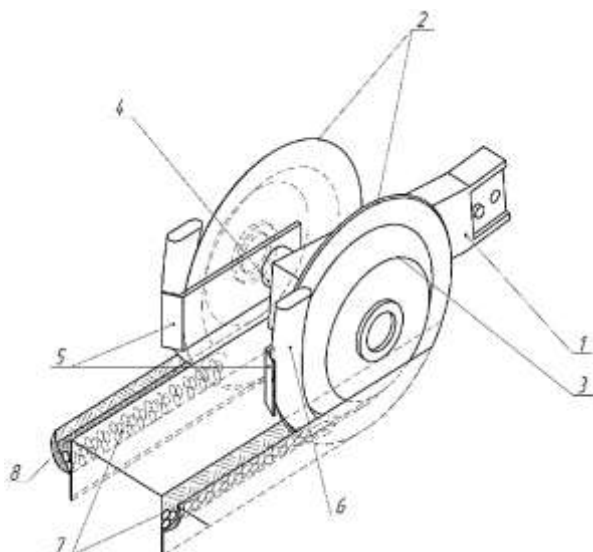
... , ... , ... -
[15, 16, 36]. -
- [17, 18, 31-33]. -
... , ... (« - -
») [5, 19, 26]. -
... , ... () -
« - -
».
«
» 1976 . -
... , ... , -
... , ... , ... , -
... , ... , 60 %, -
... , -
... ,
... () -
[17, 18]. -
- . (-
с -
.) -
... , -
... , -
... , -

,
 ,
 .
 ,
 ,
 [24, 37, 38].

()

,
 ,
 .
 ,
 ,
 .
 .
 ,
 ,
 .
 .
 ,
 .
 [10].

1. Двухдисковый сошник (. 1.56) *1,*
 () **2** **3.**



.156.

: 1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - ; 5 - ;
 6 - ; 7 - ; 8 - ;

4, -

5, -

6, -

2. Комбинированный однодисковый сошник для ускоряющего посева (.157), -

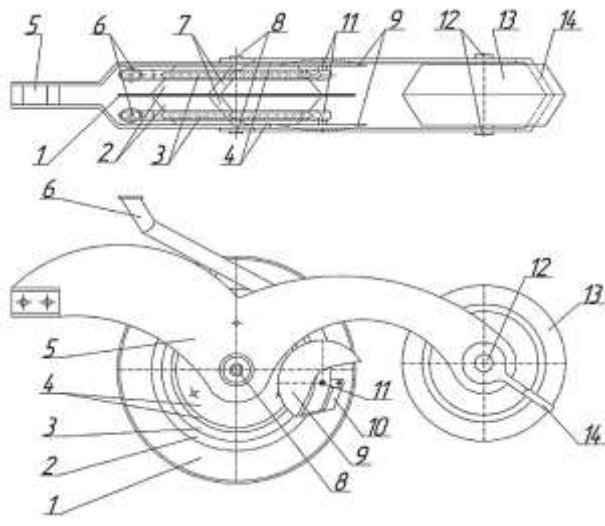
5, ; 8, -

1 -

2 4, -

3; 6 10, -

7, 11; -
 12, ; 13, -
 14. -

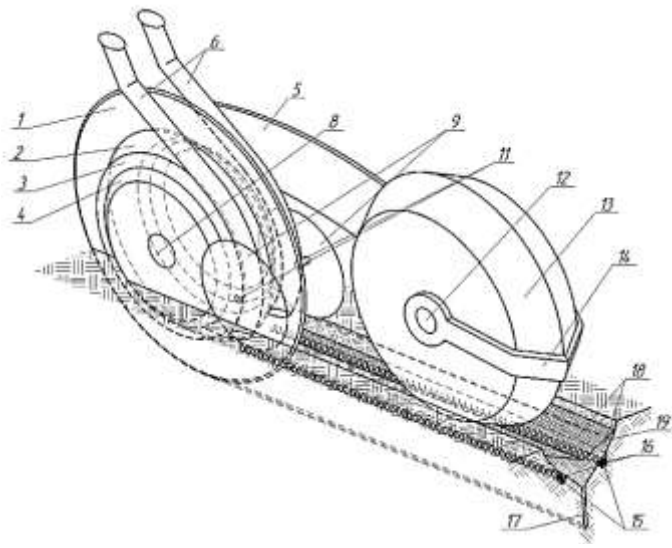


. 157.
 : 1 - ; 2, 4 - ;
 3 - ; 5 - ; 6 - - ;
 10 - ; 7, 14 - ; 8, 11, 12 - ; 9 - ;
 ; 13 -

. 158.
 1, 8, -
 17, -
 2 4 -
 15. -

3 -
 $b = 62,5$ -
 6, -

16 , 9, -
 11 , 19 -
 5 -
 13 18 -
 14, -



. 1.58.
 ; 1 - ; 2, 4 - ; 3 -
 ; 5 - ; 6 - ; 8, 11, 12 - ;
 9 - ; 11, 12 - ; 13 - ; 14 - ;
 15 - ; 16 - ; 17 - ; 18 - ; 19 -

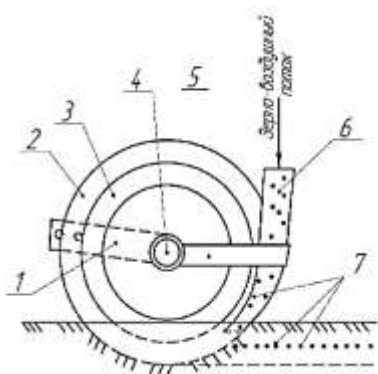
3. Двухдисковый четырехстрочный сошник (. 1.59),

1,

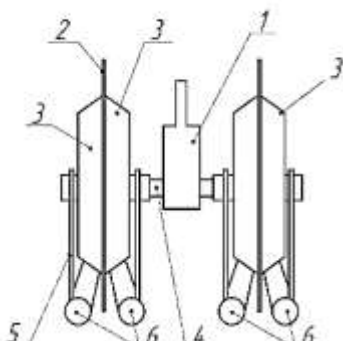
2,

3.

4.



a



б

. 1.59.

б- ; 1- ; 2- ; 3- ; 4- ; 5- ; а- ; ;
6- ; 7-

(. 1.59, б).

5,

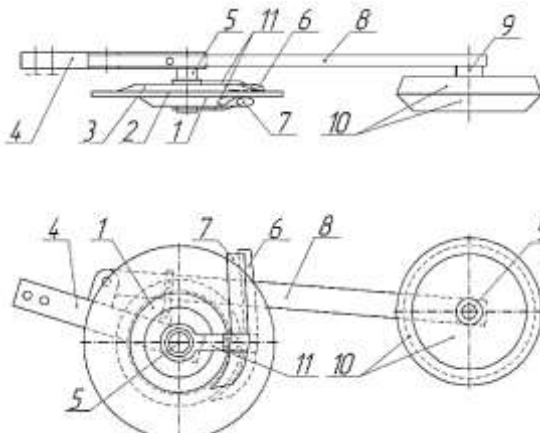
6.

4. Комбинированный однодисковый сошник с двухсторонними ребрами (. 1.60)

; 5,

4,

2
 - 1 3,
 ; 6 , 7,
 ; 9 11,
 , 10 -
 8,

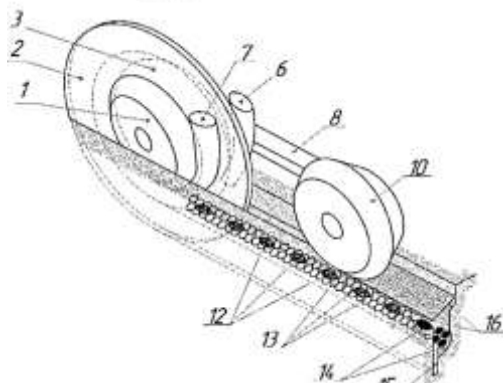
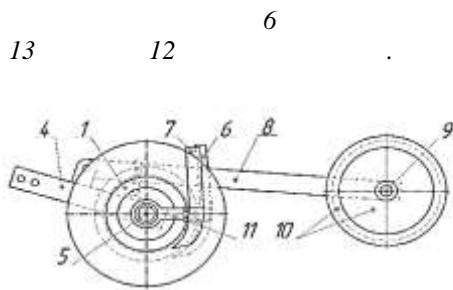


.160.
 -
 : 1, 3 - ; 2 - ; 4 - ;
 5, 9 - ; 6 - ; 7 - ; 8 - ;
 10 - ; 11 -

-
 .161.
 2, 5,
 , 15,
 - 1 3 -
 ,

14.

7



. 1.61.

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

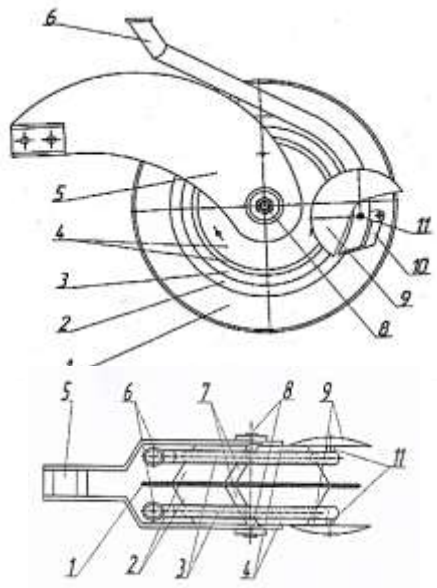
10

8

16

1.62 комбинированный однодисковый сошник с двухсторонними ребрами и сферическими дисковыми загортачами

5, 8, 10, 11; 2, 3, 4, 6, 7, 9

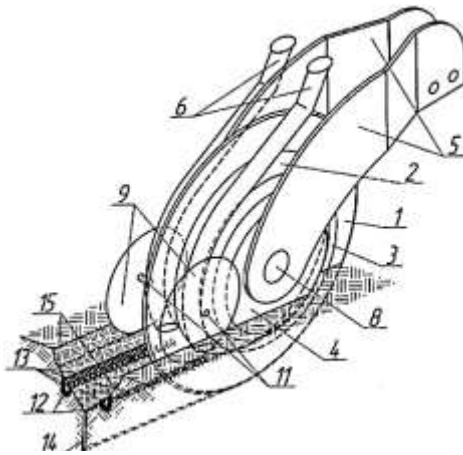


1.62.

1 - ; 2, 4 - ; 3 - ; 5 - ; 6 - ; 7 - ; 8 - ; 9 - ; 10 - ; 11 -

(. 1.63)

. 1.60,

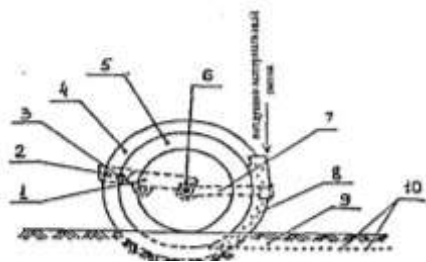


. 1.63.

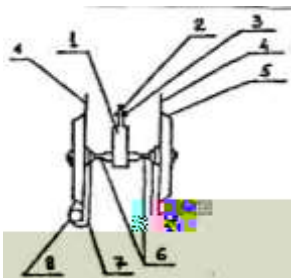
1- ; 2- ;
3- ; 4- ; 5- ;
6- ; 8, 11- ; 9- ;
12- ; 13- ; 14- ; 15-

1.16. Патентные исследования конструкций дисковых сошников

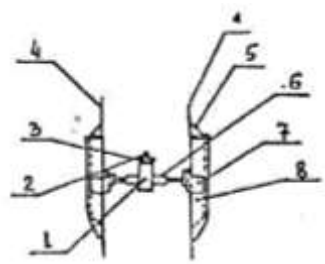
(. 1.64) 1 2 3, -
 () 4 - -
 5. ,



a



б



в

. 1.64.
 2- ; 3- ; 4- ; 5- - ; 6- ; 7- ; 8- ; 9- ; 10- ;

6.

8.

7,

1 2 3, (. 1.65) 5 6

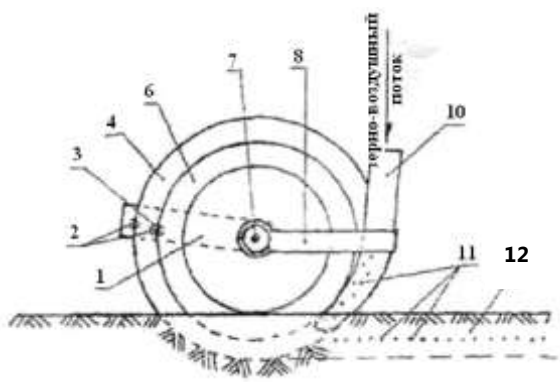
4.

7.

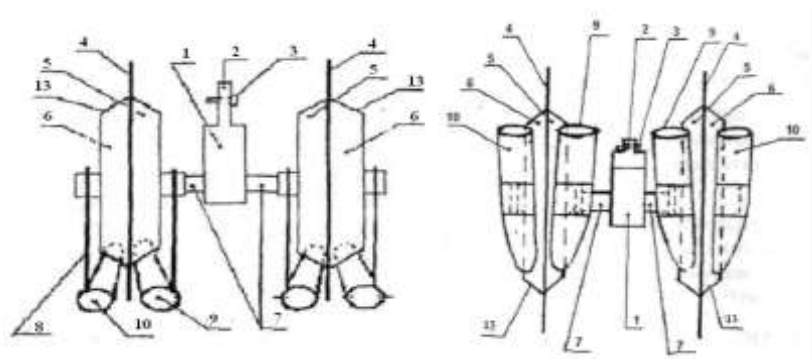
13 (. 1.65, 6).

8,

9 10.



a



б

в

. 1.65.

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

(. 1.66)

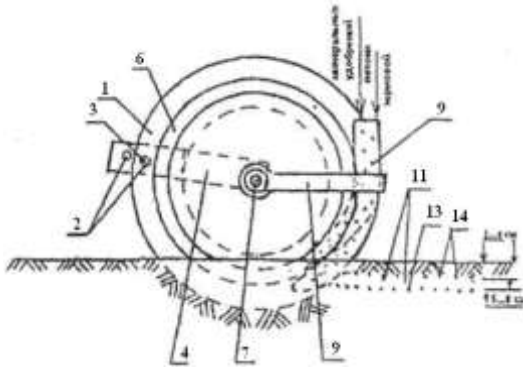
- 1 2 3, 4 5 6

[22].

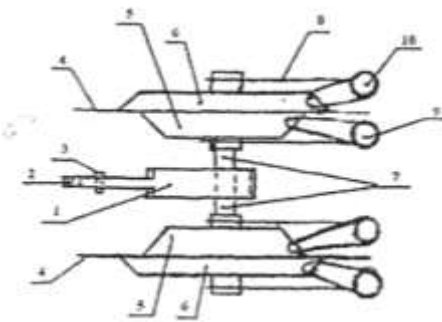
7.

8,

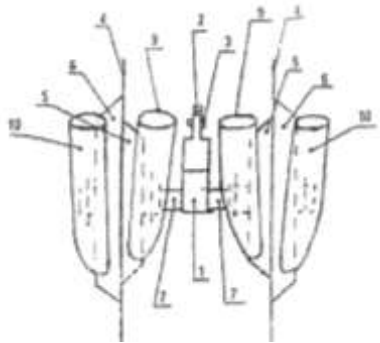
9 10.



a



б



в

. 1.66.

2- ; 3- ; 4- ; 5, 6- ; 7- ; 8- ; 9, 10- ; 11- ; 13- ; 14-

(.1.67)

; 4,

3,

1

2,

;

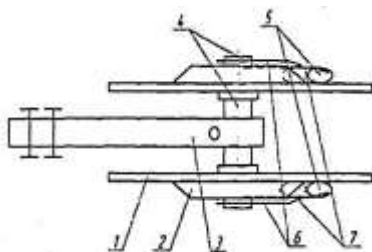
5,

;

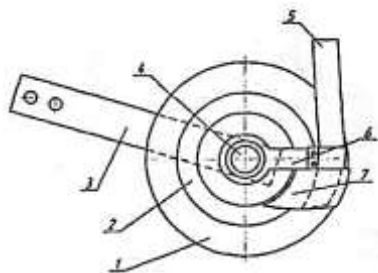
6

5

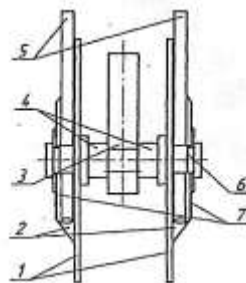
7.



a



б



в

.1.67.

1-

; 2-

: a-

; б-

; в-

;

5-

; 6-

; 7-

; 3-

; 4-

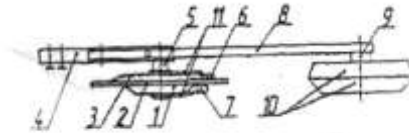
;

.1.67,

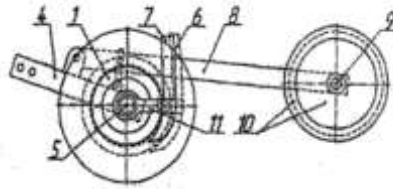
[60].

(. 1.68)

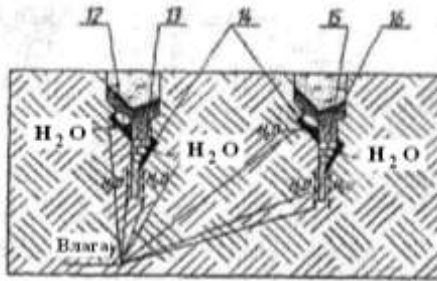
4,



a



b

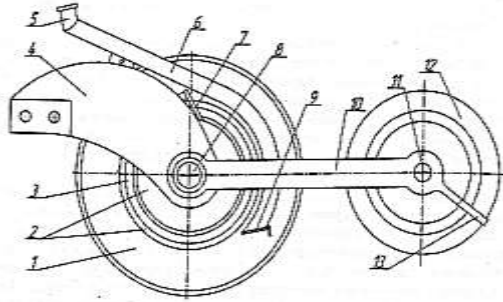


c

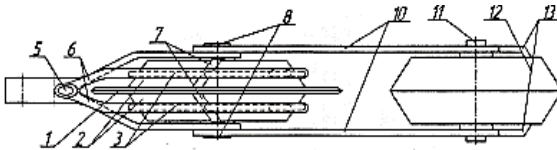
. 1.68.

a- ; б- ; в- ; 1, 3- ; 2-
 ; 4- ; 5, 9- ; 6- ; 7- ;
 8- ; 10- ; 11- ; 12- ;
 13- ; 14- ; 15- ; 16-

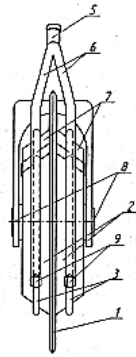
5
 -
 2
 -
 -
 -
 -
 1 3,
 ; 7, $\frac{11}{2}$ 9 8 6
 10.
 ,
 .1.68,
 ,
 - ,
 ,
 ,
 .
 (.1.69) 4,
 ; 8,
 1
 2
 3; 5 7, 6 9;
 11 12; 10
 13.
 ,
 .1.69,
 ,
 ,
 ,
 ; ,
 ,
 ,
 -



a



b



c

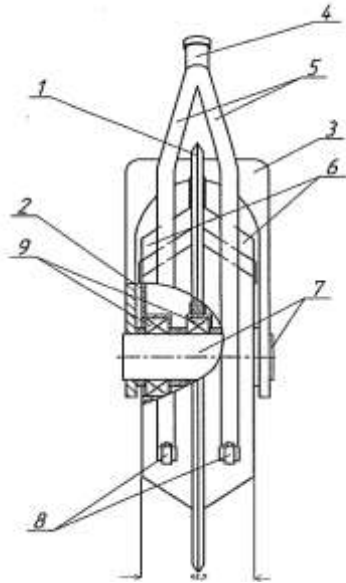
. 1.69.

; a - ; b -
 ; e - ; l - ; 2 - ; 3 -
 4 - ; 5 - ; 6 - ; 7, 13 -
 8, 11 - ; 9 - ; 10 - ; 12 -

(. 1.70)

3,

; 7,
 9 1
 , 4 5 - 2;
 6, 8;
 ,



.170.

1- ; 2- ;
 3- ; 4- ;
 ; 5- ;
 6- ; 7- ;
 8- ; 9-

1.70,

.171

5, ; 8, -

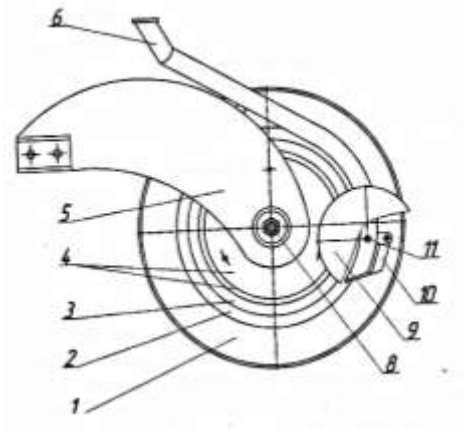
1 ; -

6 2 4 ; -

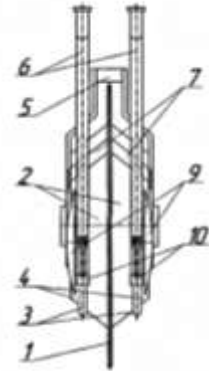
9 10 ; -

11; 7, -

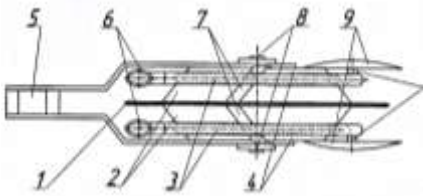
[2].



a



b



c

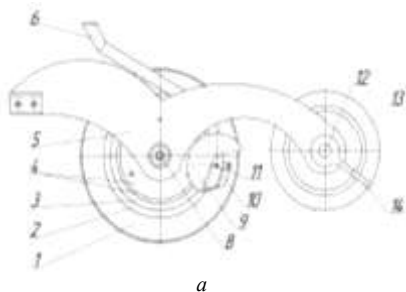
. 1.71.

a - ; 6 - ; 6 - ; 1 - ; 2 -
 ; 3 - ; 7 - ; 8, 11 - ; 9 - ; 5 - ; 6 -
 ; 10 -

1.71,

(.1.72)

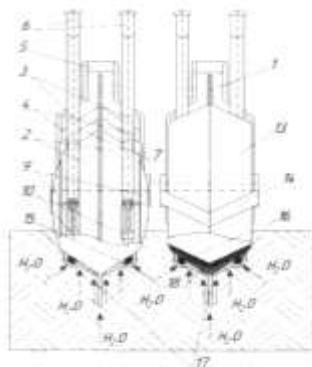
5,



a



b



в

.1.72.
 a - ; б - ; в - ; 1 - ; 2, 4 - ;
 3 - ; 5 - ; 6 - ;
 7, 14 - ; 8, 11, 12 - ; 9 - ; 10 - ;
 13 - ; 15 - ; 16 -

8

1

2 4

3;

6

10,

9

11;

7,

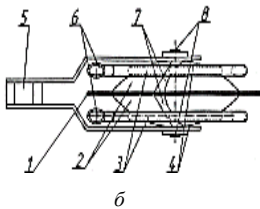
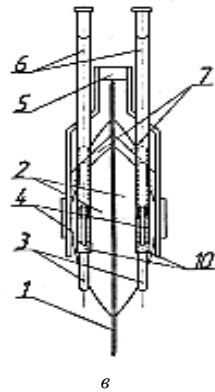
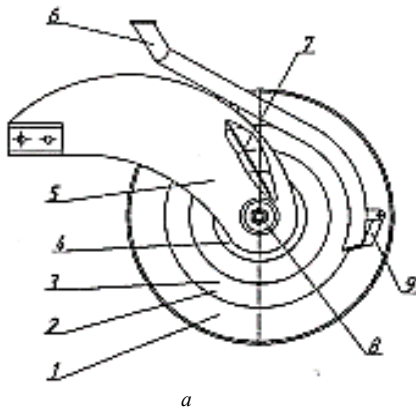
12 -
14.

13

1.72,

(. 1.73)

5,

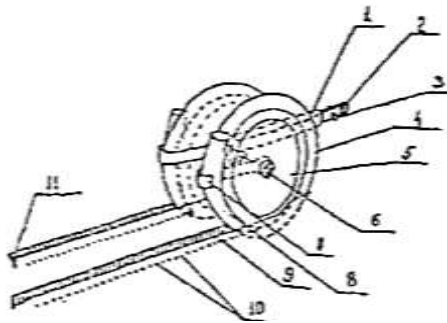


. 1.73.
 a - ; б - ; в - ; г - ; д - ; е - ; ж - ; з - ;
 1 - ; 2, 4 - ;
 3 - ; 5 - ; 6 - ;
 7 - ; 8 - ; 9 - ; 10 -

1 8 2 4
 3; 6 9;
 7,
 1.73,

1.17. Технологический процесс работы дисковых сошников различной конструкции

(. 1.74).
 4,
 9
 10,
 8.
 [4].
 11.
 a



. 1.74.

5- ; 1- ; 2- ; 3- ; 4- ;
 7- ; 8- ; 9- ;
 10- ; 11-

10-15 /

12,5

[62].

(. 1.75).

1

2

3.

4,

5

6

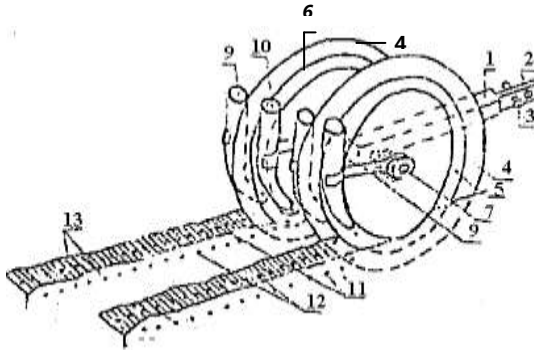
4.

12,

13

11

9 10.



175. ; 1- ; 2- ; 3- ;
 4- ; 5, 6- - ; 7- ;
 9, 10- ; 11- ; 12- ; 13- ;

o pa o -y 5 6 pe op a - opo o-

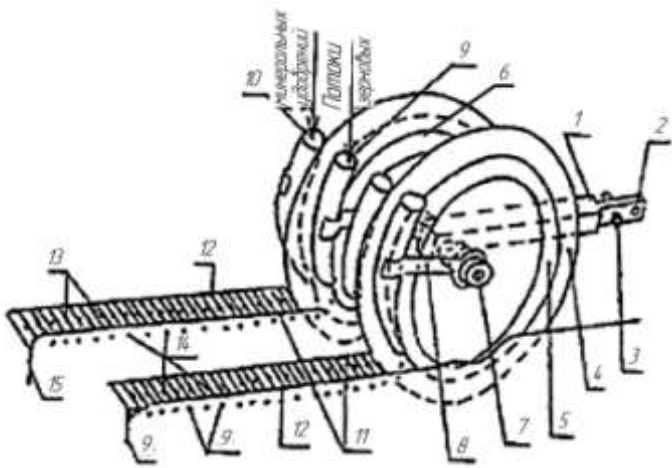
13

9 10.

4

5 6

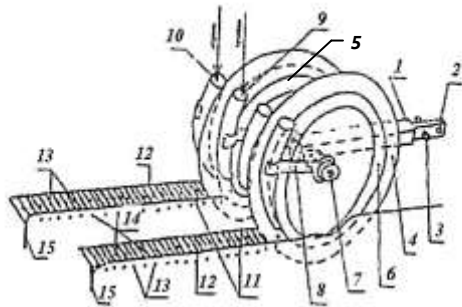
(.1.76) . 1
 2
 3. 4 5 6 7
 . , , ,
 . ,
 11 12,
 13 14
 9 10.



.1.76.
 1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - ; 5, 6 - ; 7 - ;
 8 - ; 9, 10 - ; 11, 12 - ; 13 -
 ; 14 - ; 15 -

- . - 5 6 -
 . 4 ,
 15.
 5 , - -
 14 , 6 13 -
 - . - -
 11 12 . , -
 . ,
 - (2...4). (5), -
 -
 . -
 - , -
 . -
 10...15 / , -
 . -
 - 15...20 /
 . -
 (.1.77) . 1 -
 4 5 6 2 3. -
 - 7 -
 . -
 , , , -
 , - -

11 12.
 13 14 , , ,
 10. , , , , 9



. 1.77.

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

- 5 6 -
 4
 15.
 5 - -
 14 , 6 13 -
 11 12 , ,
 (1...2) (2...4), 14 -
 4 -

10...15 / ;

- 10...15 /

1,

. 1.78,

4,

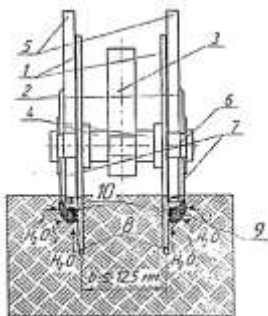
$b \leq 12,5$

2

9.

10

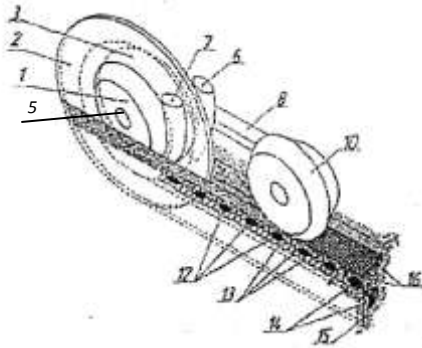
6



. 1.78.

- 1 - ;
- 2 - ;
- 3 - ;
- 4 - ;
- 5 - ;
- 6 - ;
- 7 - ;
- 8 - ;
- 9 - ;
- 10 - ;

. 1.79.



. 1.79.

1, - ; 2- ;
3- ; 5- ; 6- ; 7- ;
8- ; 10- ; 12- ;
13- ; 14- ; 15- ; 16- ;

2, 5,
15,

1 3

14.

7

6

13

12

15

8

10

16

(1.80)

8,

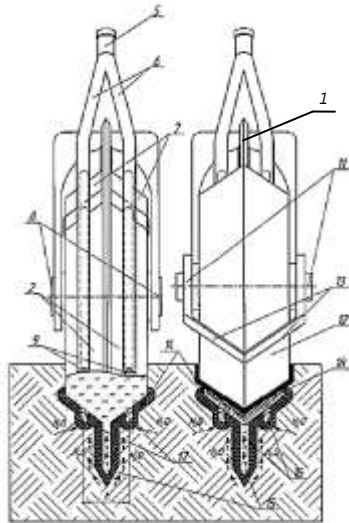
15,
2

14.

$b = 62,5$

17
5
6,

16



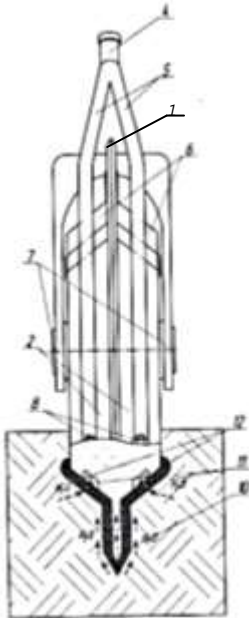
. 1.80.

5- ; 6- ; 1- ; 2- ;
 8, 11- ; 9- ; 12- ; 7, 13- ;
 14- ; 15- ; 16- ; 17- ; 18-

;

;

(. 1.81).



. 1.81.

: 1- ; 2- ;
 4- ;
 5- ;
 6- ; 7- ;
 8- ; 10- ;
 11- ; 12-

1,

7,

10,

2

11.

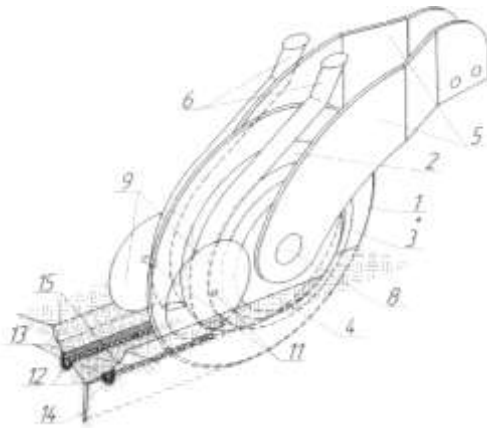
6

4

5,

12 -

(.1.82)



.1.82.

:1- ;2- ;3- -
 ;4- ;5- ;6- ;
 8,11- ;9- ;12- ;
 13- ;14- ;15-

1, 8,

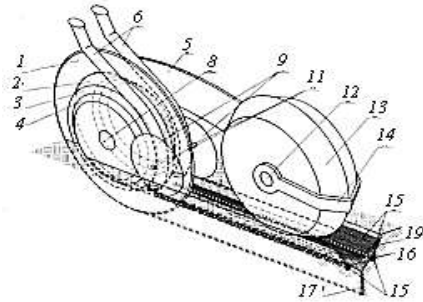
14,
 2 4 14

12.

3
 $b = 62,5$
 6,

13
 11

14



. 1.83.

: 1 - ; 2, 4 - ;
 3 - ; 5 - ;
 6 - ; 8, 11, 12 - ; 9 - ;
 13 - ; 14 - ; 15 - ;
 16 - ; 17 - ; 19 -

. 1.84,

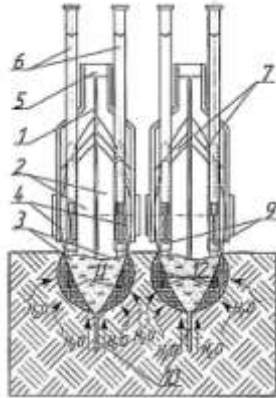
1,
 10.
 2 4
 11.
 3

6

$$b = 62,5$$

12

10



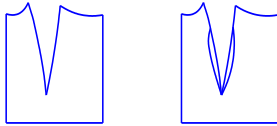
. 1.84.

- 1 - ;
- 2, 4 - ; 3 - ;
- 5 - ; 6 - ; 7 - ;
- 9 - ; 10 - ; 11 - ; 12 - ;

1.18. Обзор вариантов оптимального посева

(. 1.85).

: V- U-



. 1.85.
(A - V- ; B - U-)
1 - 15 %; 2 - 20 %; 3 - 27 %

(, , ,)

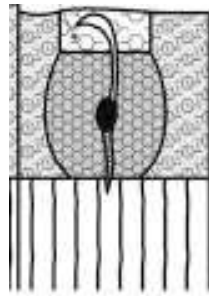
Первый вариант

(. 1.86, a) «Horsch» (), «Sulky» (),
«Pöttinger» (), «Kverneland» ().
(. 1.86, б) :

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



a

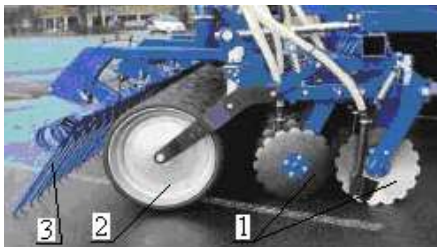


б

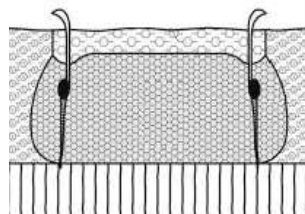
. 1.86.
 a - ; б -
 1 - ; 2 -
 3 -

Второй вариант

(. 1.87, a), «Rabe» (), «Pöttinger» (),
 «Tume» (), «Kongskilde» (), «Väderstad» ().
 (. 1.87, б)



a



б

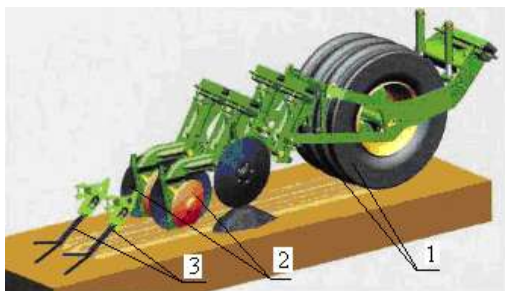
. 1.87.
 a - ; б -
 ; 2 -

;
 ; 1 -
 ; 3 -

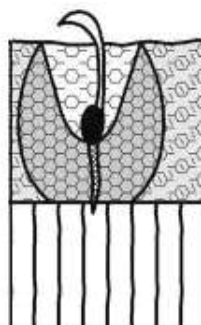
Третий вариант

«Amazone» (. 1.88, *a*).
 (. 1.88, *б*) :

« ».



a



б

a – . 1.88. ; *б* – ; *1* – « »
 ; *2* – ; *3* –

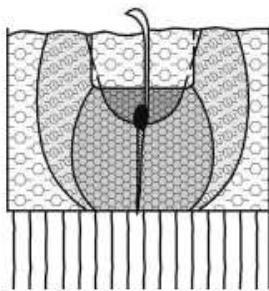
Четвертый вариант

(. 1.89, *б*)
 -6 , -6 ,
 ».

«Lemken» () «
 (. 1.89, *б*)



a



б

1.89.

a –

1 –

; б –

; 2 –

; 3 –

1.19. Агротехнические аспекты функционирования сошниковых групп

()

(, ,) , -
. -
, -
. -
, -
, -
, -
, -
. -
, -
. -
, -
, -
. -
, -
, -
, -
, -
. -
(, ,), -
, -
. -
, -
, -
, -
. -
, -
. -
« » -
: « — »

...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...

25...27 %

...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...

:

$$f = aw^2 + bw + c, \tag{1.18}$$

f -
 w -
 , %.

:

$$f_1 = -0,0012w^2 + 0,0675w - 0,2749; \tag{1.19, a}$$

$$f_2 = -0,0011w^2 + 0,0671w - 0,4308, \tag{1.19, б}$$

$$f_3 = -0,0011w^2 + 0,673w - 0,3415. \tag{1.19, в}$$

(1.19, а; 1.19, б; 1.19, в) -
 20...40 %

– $w_2 = 29,3 \%$,

– $w_3 = 28,1 \%$.

$w_1 = 30,5 \%$,

1.11. Схема технологических операций подготовки почвы

1	2	3	4
	:		-
	()	-	() , %
	:		
		-	-
	,	,	-
	-	,	-
		(20...30)	()
		-	:
		-	-
		-	;
			;
			;
			;
			;

. 1.11

1	2	3	4
		-	-
	(-)		-
	-	-	()

, , , .

:

- ;

- , ;

- ;

- ;

- ;

- ;

- ;

- ;

- ;

- ;

- .

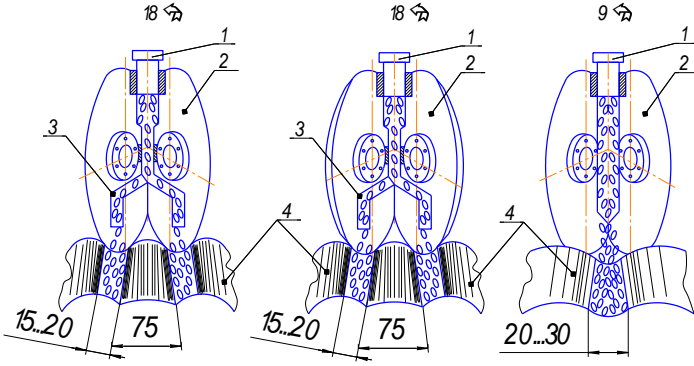
**1.20. Технологическое образование бороздок и распределение
семян двухдисковыми сошниками с различными
углами атаки дисков**

. 1.90

6...8

2,5...3 /

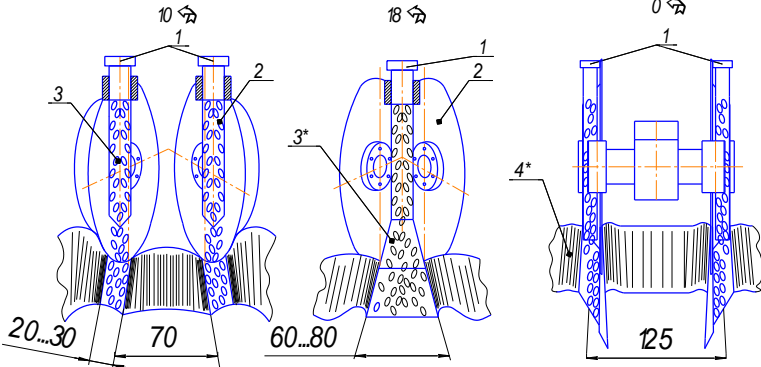
(10 /).



a

б

в



г

д

е

. 1.90.
: a - 75 18°;
б - 75
18°; в - 150
9°; г -
-4,2 70 10°;
д - 150 ,
60...80 125 (; 2 -
) ; 3 - ; 3* - ; 4* -
; 4 - , -

9...18°

, 15

7,5

12,5

9° 18°

:

—

—

—

—

—

—

—

—

. 1.90, a

. 1.90, b [50]

75

18°.

. 1.90, e

150	.	. 1.90, z	-
		-4,2	.
		,	.
		,	-
	.	. 1.90, d [4]	-
	.	,	-
	.	,	-
60...80		,	.
		,	-
		,	-
	.	. 1.90, e	-
	-	,	-
	.	,	-

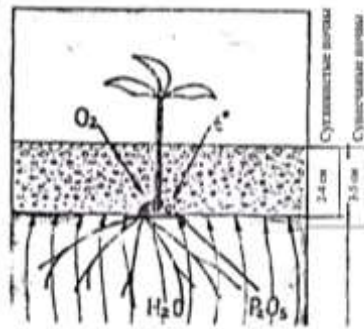
1.21. Агротехнические и технологические требования к посеву зерновых культур. Определение факторов узкорядного посева сельскохозяйственных культур однодисковыми сошниками

7,5	).	12,5...15,0	,	(6,25	-
					-
	,				-
	,	20 %	,	-	-
	.		.		-
	,		.		-
	,		,		-
	,	2-4	,		-
	,	3-5	.		-
	,		1-2		-
				15 %.	-

15

(1,2...1,25 / ² [56].

(. 1.91).



. 1.91.

1,2...1,25 / ³

6,25...7,5

12,5...15,0

(/), (), (), (), () .
 ; $\sigma_{\Delta} (\rightarrow \min)$
 $b (0 < b < b_{\min}) - E$
 (→ min).

1.22. Классификация дисковых сошников по технологическим и конструктивным параметрам

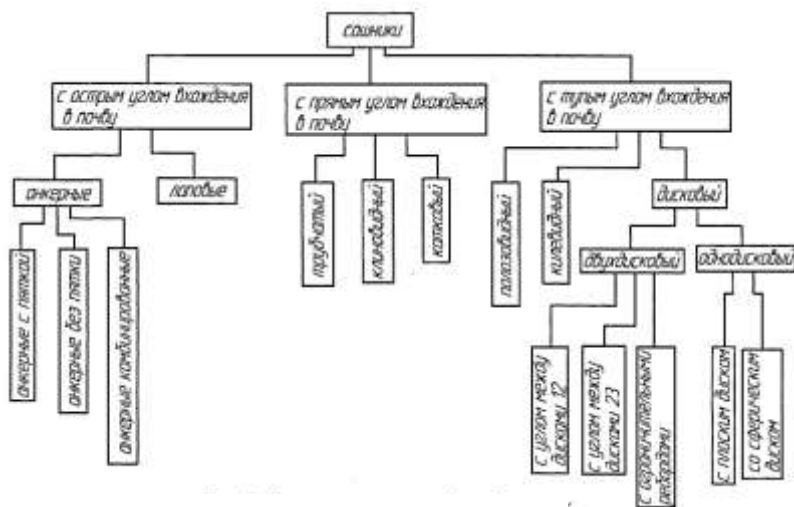
2020 .
 10 .
 (,) , [1].
 [26].
 25–30 % ,
 , , .
 , , .

[10].

$$((1,2..1,3) \cdot 10^3 / 3)$$

[9-12].

. 1.92.



. 1.92.

()

. 1.12,

(),

=>

1.

2

4-

2-

3 20. :

. 2.12 - (3...14)

(15...20)

**1.12. Усовершенствованная классификация дисковых сошников
для посева зерновых, травяных, льна и колосовых культур**

()		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	-	-	-		-	-	-		
-	2	-	-	-	-	-	-	-	2-	- 4-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4				-	(1-5°)	(5-9°)			
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-		

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
- -	7	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
- - -	8	- -	- -	- - -	- -	- -	- -	- -	- -	
- -	9	- -	- -	- - -	- -	- -	- -	- -	- -	
- -	10	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
- - -	11	- -	- -	- - -	- - -	- -	- -	- -	- -	
- -	12	- -	- -	- -	- -	- -	- -	« - »	- -	
- -	13	- -	- - -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
- -	14	- -	- -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- -	- -	
- , - -	15	- -	- - -	- - -	- -	- -	- -	- -	- -	
, -	16	- -	1	3	5	9	12	15	18	

. 1.12

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-	17	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0		
/										
-	18	100	200	400	600	800	1000	1200	1400	1500
-	19	V-	-	-	-	-			U-	
		-	-	-	-	-		-	-	
-	20	6,25	7,5	12,5	15,0	18,0	45,0	70,0	75,0	90,0

-

-

, . . .

,

,

,

:

1) -

(, - 5); -

2) (« » => -

« » - 1); -

3) ,

4) . -

, . 1.12. -

20 , . 1.12, -

, - , -

. 1.12

1.

(. 1.93)

: 3.1.8.5.1.2.3.6.4.2.3.2.3.2.1.5.3.2.2.3.



. 1.93.

3.1.8.5.1.2.3.6.4.2.3.2.3.2.1.5.3.2.2.3

(3), (1), (8),
 (1-5°) (5), (1),
 (2), (3),
 (6), (4).
 (2),
 (3), (3).
 (2), (1).
 9° (5),
 4 / (3), 200 (2),
 (2), 12,5 (3).

2.

-

-

(. 1.94)

-

:

3.7.9.4.1.2.3.4.3.5.3.2.1.2.1.1.5.3.5.1.



. 1.94.

3.7.9.4.1.2.3.4.3.5.3.2.1.2.1.1.5.3.5.1

(7), (9), (3),
 (4), (1), (2), -
 (3), (3), -
 (4), - (3).
 (5), -
 (3), , -
 (2), (1).
 (2), -
 (1).
 (1), 6 / (5), -
 400 (3), (5), -
 6,25 (1).
 3. -
 (. 1.95), -

3.8.5.4.1.2.3.4.3.7.3.2.1.2.1.1.4.3.5.3.

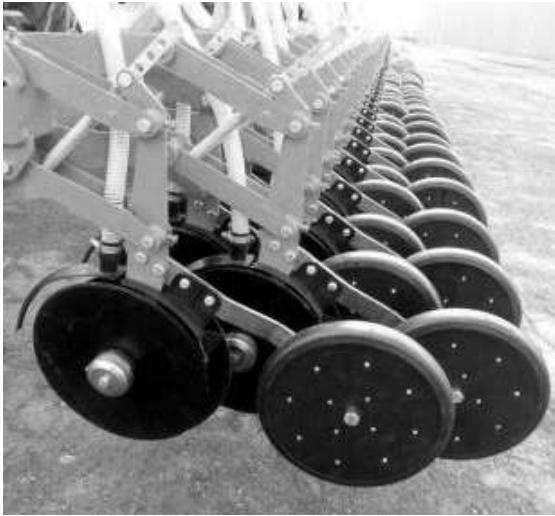
(3), (8), -
(5), (4), (1),
(2), (3), - (3).
(4), - (3).
(7),
(3), , -
(2), (1).



. 1.95.

9.4.1.2.3.4.3.5.3.2.1.2.1.1.5.3.5.1

(2), -
(1).
(1), 5 / (4), -
400 (3), (5), -
12,5 (3).
4.
(. 1.96) -
: 3.1.1.2.1.2.3.7.4.2.3.3.3.2.1.4.2.2.2.3.

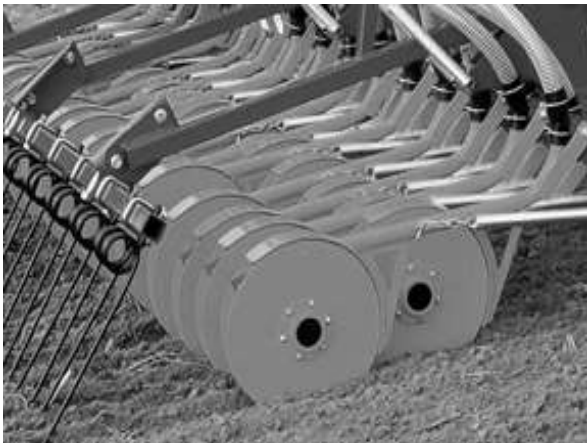


. 1.96.

() 3.1.1.2.1.2.3.7.4.2.3.3.3.2.1.4.2.2.2.3

				(3),
	(1),		(1),	
		(2),	(1),	-
(2),			(3),	-
	(7),		(4).	
	(2),			-
(3),		(3),	(3).	
			(2),	-
	(1).			
	5° (4),		3 / (2),	
		200 (2),		(2),
		12,5 (3).		
5.				
			(. 1.97)	-
			: 3.1.1.2.1.2.3.7.2.1.3.2.3.2.1.2.2.2.2.2.	
				(3),
	(1),		(1),	
		(2),	(1),	-

(2), (7), (2), (3), -
 (1), (2), (3), (3), -
 (1), (2), (2), (3), -
 3° (4), 200 (2), 4 / (3), (2),
 7,5 (2).



. 1.97.

() 3.1.1.2.1.2.3.7.2.1.3.2.3.2.1.2.2.2.2.2

1.23. Структурно-морфологическая классификация сошников и их технологических параметров

Содержание

1.13

(1...12) (13...18)

(. . .)

. 1.13

141

1.13. Классификация двухдисковых сошников для посева (зерновых) травяных, льна и других культур

↓	↑	-	С												
			1	2	3	4	5		6	7	8	9			
0	0	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
	1				-	-	-	-	-	-	-	-	-	4-	
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	- ()								(1-5°)	(5-9°)				
	4		-	-	-	-			-	-	-				
	5					-				-	-				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	14	, - -	-				-	-	-	-		
	15	,		1	3	5	9	12	15	18		
	16	- - , /	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	8,0		
	17	- ,	100	200	400	600	800	1000	1200	1400		
	18		V- -	-	-	-	-	-	-	U- -		

$$\begin{aligned}
 & \left(\begin{matrix} m_j, \\ n - \end{matrix} \right), \quad j = 1, \dots, n \\
 & \quad \vdots \\
 & \left. \begin{matrix} P_1(m_1, m_2, \dots, m_{k_1}) \\ P_2(m_1, m_2, \dots, m_{k_2}) \\ P_3(m_1, m_2, \dots, m_{k_n}) \end{matrix} \right\}, \quad (1.20)
 \end{aligned}$$

$k_1, \dots, k_n =$

$$|P_1 m_j| |P_2 m_j| \dots |P_n m_j| \cdot \quad (1.21)$$

n

$/P_n m_0/.$

$n -$

: 1.5.3.3.2.3.3.4.7.3.1.1.1.2.1.4.1.6.

- (1), (5), (3),
- (3), (2), (3),
- (3), (4), (3),
- (7),

(3),	(1),	(1).
		(1),
		-
		, (2).
	(1),	-
4 / (4),	200 (1),	-
	(6).	-
,	.	-
,	,	,
,	,	.

1.24. Цифровая классификация дисковых сошников

		-
	.	-
	,	-
	.	-
	.	-
	,	.
2	, 13	7
.		(.1.14)
		,
		.
		-
.		-
		,
		,
	,	-
.		-
	,	-
	.	-
,		
	,	3 22.

1.14. Цифровая классификация дисковых сошников

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	-	-	-		-	-	-	-	
	2	-	-	-	-	-	-	-	2-	4-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	150	200	250	300	350	400	450	500	
	5	-	-		-	(1-5°)	(5-9°)	(10-18°)		
	6	-	-	-	-	-	-	-		
	7	-	-	-	-	-	-	-		

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

. 1.14

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
-	17		-	-	-	-	-	-	-	
,	18		1	3	5	9	12	15	18	
-	19	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
,	20	100	200	400	600	800	1000	1200	1400	1500
-	21	V-	-	-	-	-	-	-	U-	-
,	22	6,25	7,5	12,5	15,0	18,0	45,0	70,0	75,0	90,0

, . 1.14

(3...15)

(16..22)

22

. 1.14,

. 1.14

1.

(. 1.98)

3.7.9.6.4.3.2.1.4.3.8.3.2.1.4.2.1.1.5.3.1.1.



. 1.98.

3.7.9.6.4.3.2.1.4.3.8.3.2.1.4.2.1.1.5.3.1.1

(3), , (7), (9),
400 (6), (4),
(3), (2), -
(1), (4),
- (3). (8),
(3), , -
(2), (4). -
(1), (2), -
(1). -
(1), 6 / (5), -
400 (3), V- (1), -
6,25 (1). -
2. -
(. 1.99) :

7.2.1.5.7.3.1.3.7.8.8.3.3.4.8.2.4.8.2.3.1.4.

, -
(7), (2), (1),
350 (5), 10-18° (7), -
(3), (1), -
(3), (3), -
(7), (8), -
(8), -
(3), (3), -
(4), (8), -
(2), (4), 18° (8), -
3 / (2), 400 (3), -
V- (1), 15 (4). -



. 1.99.

7.2.1.5.7.3.1.3.7.8.8.3.3.4.8.2.4.8.2.3.1.4

3.

(. 1.100)

8.8.3.(5.3).(7.5).3.1.3.1.8.8.3.1.4. 8.6.3.(5.4).2.4.9.2.



. 1.100.

8.8.3.(5.3).(7.5).3.1.3.1.8.8.3.1.4.8.6.3.(5.4).2.4.9.2

(8), (8), (3), -
 350 250 (5 3), + -
 (7 5), -
 (3), (1), (8), -
 (3), (1), (8), -
 (4), (3), - (1), (8), -
 (6), (3), 9° (5) -
 - 5° (4), 3 / (2), -
 600 (4), (9), -
 7,5 (2).
 4. (. 1.101)
 : 5.1.8.5.5.3.2.3.2.8.7.1.7.6.8.2.7.4.3.2.1.3.



. 1.101.

5.1.8.5.5.3.2.3.2.8.7.1.7.6.8.2.7.4.3.2.1.3

(3), (1), (8), 350 (5), (5),
(2), (5), -
(3), (2), (3),
(2), (8), -
(7), -
(1), - « (7), » (7),
(6), -
(8), - (2), -
(7), 5° (4), 4 / (3),
200 (2), V- (1),
12,5 (3).
,
,
,
,
.

**1.25. К вопросу создания инновационных конструкций
и технологических схем сошников для посевных агрегатов**

, -
-
.
,
[27].
-
,
-
,
.
-
,
-
,
-
.

XX

(GPS),

(GIS),

)

2020 .

10 .

[1].

2-3 ,

, , -
,
.
, , -
, , -
, , -
, . -
- . -
, -
, . -
, . -
, . -
60 %, -
, -
, -
, (-
) . -
-
-
, -
, -
, -
1.15-1.17 -
: [39], [28], -
[39], ,

, -
 ; ,
 . -
 .
) , (-
 , . .); (, , ; -
 ; -
 ; -
 , -
 . -
 , -
 . -
 , -
 . -
 , -
 . -
 () -
 : -
 ; -
 (25 / , -
 ());
 50 %;
 ; -
 . -
 , , -
 .

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВУХДИСКОВЫХ СОШНИКОВ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ТЕОРИИ ДИСКОВЫХ СОШНИКОВ. АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ДИСКОВЫХ СОШНИКОВ

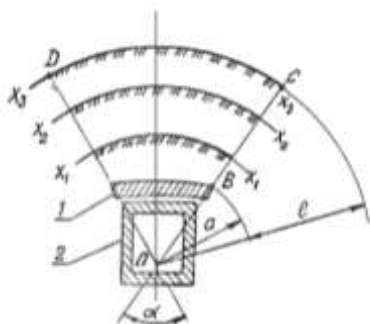
2.1. Теоретическое обоснование основных параметров двухдискового сошника с односторонними ребордами- бороздкообразователями

2.1.1. Взаимодействие бороздкообразующих элементов и опорных поверхностей сошников с почвой

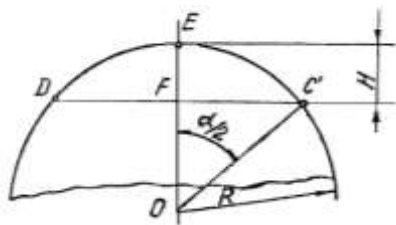
$$S = 4 R^2. \tag{2.1}$$

$$S_c = 2 RH, \tag{2.2}$$

H-



a



b

.2.1.

: a-
; b- ; 2- (: 1-)

OFC' (.2.1, b) ,

$$OF = OC \cos (/ 2), \quad (2.3)$$

$$H = EF, \quad OE = OC' = R,$$

$$H = R - R \cos (/ 2) = R(1 - \cos (/ 2)). \quad (2.4)$$

$H = (R + l)(1 - \cos(\alpha/2)).$ (2.5)

$S_c = 2(R + l)^2(1 - \cos(\alpha/2)).$ (2.6)

$P = F/2(R + l)^2(1 - \cos(\alpha/2)),$ (2.7)

F - . 2.2

. 2.3 - $L = a + l,$

().

().

. 2.4, (. 2.4). H_1

$OC_1 = R,$ $OK = B/2(B -$, $OC_1 = OK / \sin(\alpha/2).$

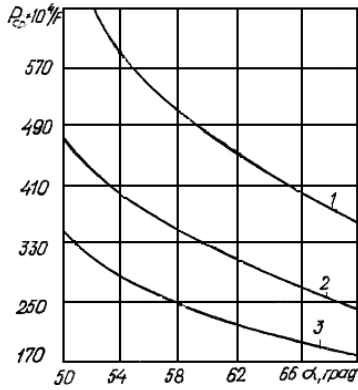
$R = B / 2\sin(\alpha/2).$ (2.8)

(2.8)

(2.3) -

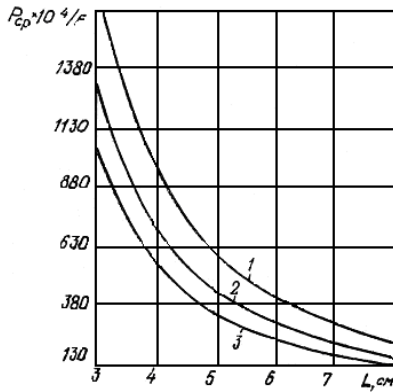
:

$$H_1 = B(1 - \cos(\alpha/2)) / 2\sin(\alpha/2). \quad (2.9)$$



. 2.2.

1 - l = 5 ; 2 - l = 6 ; 3 - l = 7

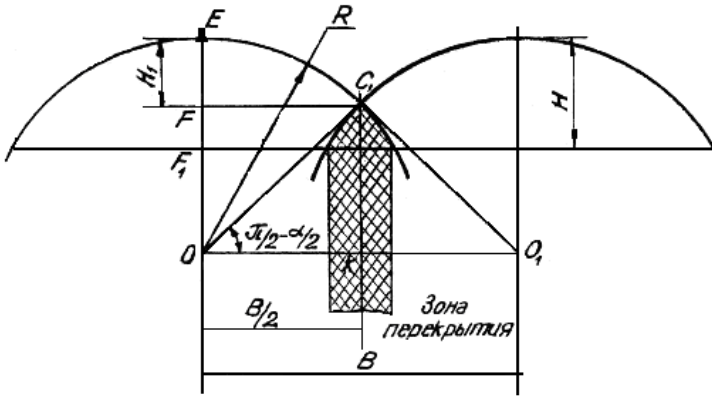


. 2.3.

1 - $\alpha = 54^\circ$; 2 - $\alpha = 62^\circ$; 3 - $\alpha = 70^\circ$

$$S_c = B^2(1 - \cos(\alpha/2)) / 2\sin^2(\alpha/2). \quad (2.10)$$

$$P = 2F\sin^2(\alpha/2) / B^2(1 - \cos(\alpha/2)). \quad (2.11)$$



2.4.

$$(2.9)$$

(P),

$$B \leq \sin(\alpha/2) \sqrt{2F/\pi[P](1 - \cos(\alpha/2))}. \quad (2.12)$$

$$(2.12)$$

B L,

70°

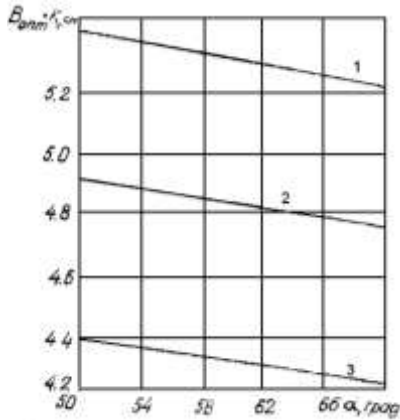
2,3 % (2.5).

50°

$$K = \sqrt{2/\pi[P]}, \quad (2.13)$$

B

K.



.2.5.

$$1 - F = 15,0 \quad ; \quad 2 - F = 12,5 \quad ; \quad 3 - F = 10,0$$

1,6 / ²

0,6

39 % (.2.6).

$$Z = \sin(\alpha/2) \sqrt{2F/\pi(1 - \cos(\alpha/2))}, \quad (2.14)$$

B

Z.

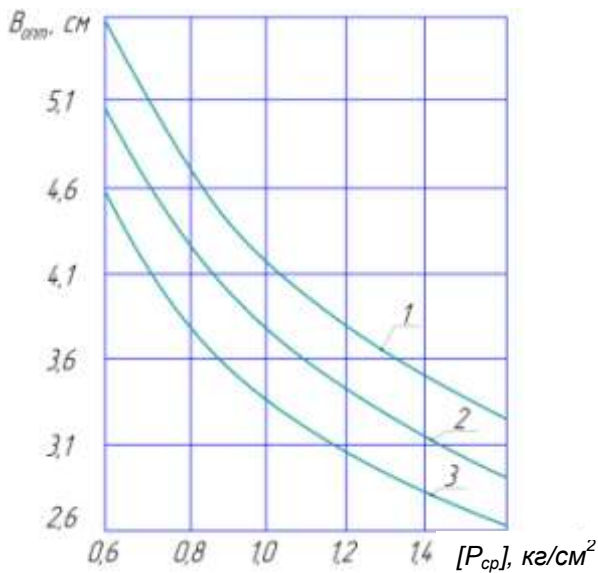
(2.14)

:

$$B^2 = \pi[P] (1 - \cos(\alpha/2)) = 2F \sin^2(\alpha/2). \quad (2.15)$$

:

$$\alpha = \pi B^2 [P]. \quad (2.16)$$



. 2.6.

$L = 54^\circ$: 1 - $F = 150$; 2 - $F = 12,5$; 3 - $F = 10,0$

:

$$\cos \alpha / 2 = (a \pm \sqrt{a^2 - 8F(f - 2F)}) / 4F. \quad (2.17)$$

$$, \quad a = 4F. \quad (2.16)$$

:

$$\cos (\alpha_1 / 2) = 1; \quad (2.18, a)$$

$$\cos (\alpha_2 / 2) = (a - 2F) / 2F. \quad (2.18, б)$$

$$(2.18, a)$$

$$L_1 = 0$$

$$(2.18, б).$$

$$0 < \alpha < 180^\circ, \quad \cos(L_2/2)$$

$$(2.18, \delta) :$$

$$(a - 2F) / 2F > 0; \quad (2.19, a)$$

$$(a - 2F) / 2F < 1. \quad (2.19, \delta)$$

$$F, \quad (2.19, a)$$

$$a > 2F, \quad (2.20)$$

$$(2.19, \delta),$$

$$a < 4F. \quad (2.21)$$

$$(2.16) :$$

$$B > \sqrt{2F/\pi[P]}; \quad (2.22)$$

$$B < 2\sqrt{F/\pi[P]}. \quad (2.23)$$

:

$$\rho = \sqrt{F/\pi[P]}. \quad (2.24)$$

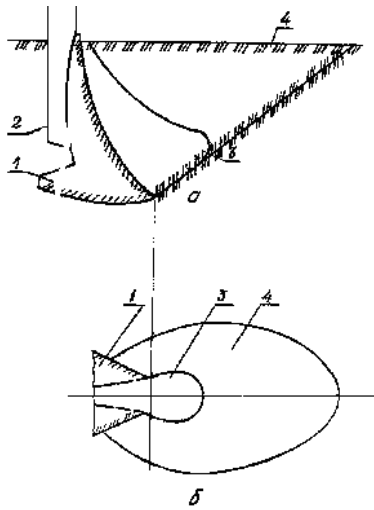
$$F [P].$$

$$\sqrt{2\rho} < B < 2. \quad (2.25)$$

(2.17) (2.18)

[47].

(.2.7).



.2.7.
 a- ; b- ; l- ;
 2- ; 3- ;
 4-

: ()
 « - »,
 :

$$\sum_{i=1}^m \iint F n d\delta_{1_i} = \sum_{j=1} \iint [x(\hat{n}, x) + y \cos(\hat{n}, y) + z \cos(\hat{n}, z)] d\delta_{2_j}, \quad (2.26)$$

$m -$;
 $F -$ () ;

$n -$;
 $d -$;

$\delta_{1_i} -$;
 $x, y, z -$, ;

$\delta_{2_j} -$.
 (2.26) ,

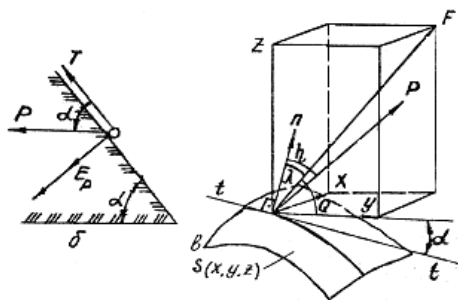
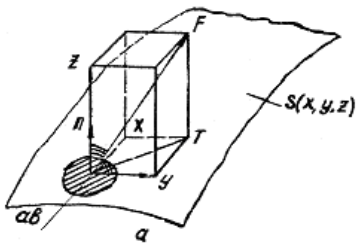
, (2.26),
 $x, y, z,$ (

($\cos(\hat{n}, x), \cos(\hat{n}, y), \cos(\hat{n}, z)$).
 (. 2.8). . 2.8, \bar{b} ,

$$N = E_0 + E_p, \quad (2.27)$$

$$E_0 = E_0(z) -$$

$$E = E(v) -$$



.2.8.

a -

b -

() ; b -

$$= \cos(\hat{n}, x). \quad (2.28)$$

$$v = v_x ($$

$$) \quad (2.80),$$

$$v = v(x, y, z).$$

$$= \cos(\hat{n}, p). \quad (2.29)$$

, [53]

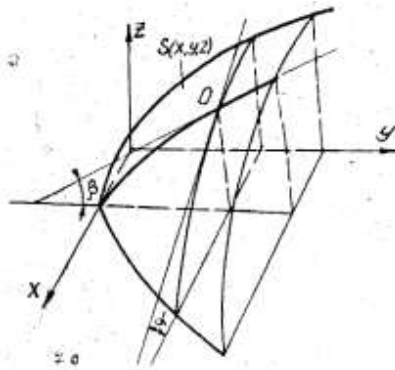
$$E = \cos = v^2 \cos, \quad (2.30)$$

$$E - \quad ;$$

$$= N \operatorname{tg}, \quad (2.31)$$

$$= (E_0 + v^2 \cos) \operatorname{tg}. \quad (2.32)$$

F
 $t-t$, (. 2.9).



. 2.9.

:

$$F = (E_0 + v^2 \cos) \operatorname{tg} / \cos. \quad (2.33)$$

C

$$F = (E_0 + v^2 \cos \alpha) / \cos \beta. \quad (2.34)$$

$$(2.33) \quad (2.34) \quad -$$

$$= \arccos(\cos \alpha \operatorname{tg} \beta). \quad (2.35)$$

$$(2.35) \quad , \quad -$$

$$:$$

$$,$$

$$.$$

$$,$$

$$,$$

$$.$$

(2.8, 6):

$$X = N \cos(\hat{n}, x) + T \cos(\hat{t}, x); \quad (2.36)$$

$$Y = N \cos(\hat{n}, y) + T \cos(\hat{t}, y); \quad (2.37)$$

$$Z = N \cos(\hat{n}, z) + T \cos(\hat{t}, z). \quad (2.38)$$

$$(2.30) \quad (2.32) \quad (2.36)-(2.38)$$

:

$$X = (E_0 + v^2 \cos \alpha)(\cos(\hat{n}, x) + \operatorname{tg} \beta \cos(\hat{t}, x)); \quad (2.39)$$

$$Y = (E_0 + v^2 \cos \alpha)(\cos(\hat{n}, y) + \operatorname{tg} \beta \cos(\hat{t}, y)); \quad (2.40)$$

$$Z = (E_0 + v^2 \cos \alpha)(\cos(\hat{n}, z) + \operatorname{tg} \beta \cos(\hat{t}, z)). \quad (2.41)$$

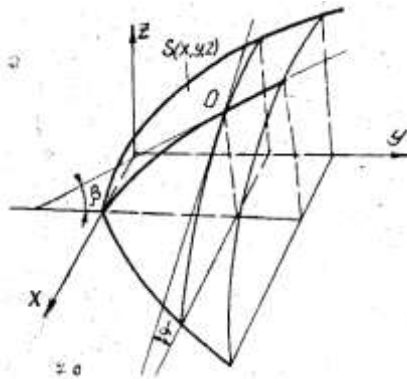
$$= \operatorname{arctg}(\operatorname{tg} \cos \alpha), \quad (2.42)$$

(2.9).

$$S(x, y, z)$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{\partial S(x, y, z)}{\partial x}; \quad (2.43)$$

$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{\partial S(x, y, z)}{\partial y}. \quad (2.44)$$



2.9.

$$\cos \beta = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{(\partial S(x, y, z))^2}{\partial y^2}}}, \quad (2.45)$$

$$\eta = \arctg \frac{\partial S(x, y, z)}{\partial x} \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\partial S(x, y, z)}{\partial y}\right)^2}}. \quad (2.46)$$

$$(2.46) \quad (2.39)-(2.41)$$

(2.26)

$$F = \iint_{D_{yz}} (E_0 + \rho v^2 \cos \eta) (\cos(\hat{n}, x) + \operatorname{tg} \varphi (\cos(\hat{t}, x))) dydz + P_0(S_1, M) \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.47)$$

$P_0(S, M) -$

$$S, \quad M, \quad (2.46).$$

$$F, \quad ($$

$$F = \iint_{D_{xy}} (E_0 + \rho v^2 \cos \eta) (\cos(\hat{n}, y) + \operatorname{tg} \varphi (\cos(\hat{t}, y))) dx dy - \iint_{D_{xz}} (E_0 + \rho v^2 \cos \eta) (\cos(\hat{n}, z) + \operatorname{tg} \varphi (\cos(\hat{t}, z))) dx dy, \quad (2.48)$$

$$\iint_{D_{xy}} \quad \iint_{D_{xz}} -$$

(2.48),

$$F = \iint_{D_{xz}} (E_0 + \rho v^2 \cos \eta) (\cos(n, z) + \operatorname{tg} \varphi \cos(t, z)) dx dz$$

$$F = \iint_{D_{xz}} (E_0 + \rho v^2 \cos \eta) (\cos(n, z) + \operatorname{tg} \varphi \cos(t, z)) dx dz. \quad (2.49)$$

- 1) ();
- 2) ;
- ();

2.1.2. Обоснование угла между нормалью к реборде и направлением скорости

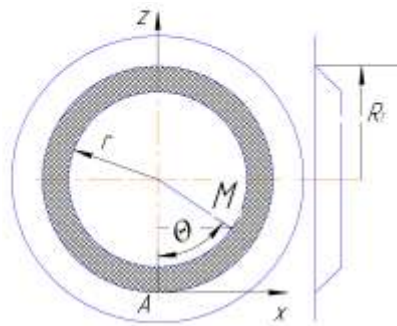
[57].

$y = \text{const.}$

$$r = R - y \text{ctg}(\mu).$$

M . AOM , (2.10),

$$x = r \sin(\theta), y = (R - r) \text{tg}(\mu), z = R - r \cos(\theta). \quad (2.50)$$



2.10.

$$\frac{\partial x}{\partial r}, \frac{\partial y}{\partial r}, \frac{\partial z}{\partial r}, \dots, \frac{\partial x}{\partial \theta}, \frac{\partial y}{\partial \theta}, \frac{\partial z}{\partial \theta}.$$

:

$$\frac{\partial x}{\partial r} = \sin(\theta), \frac{\partial y}{\partial r} = -\text{tg}(\mu), \frac{\partial z}{\partial r} = -\cos(\theta), \dots$$

$$\frac{\partial x}{\partial \theta} = r \cos(\theta), \frac{\partial y}{\partial \theta} = 0, \frac{\partial z}{\partial \theta} = r \sin(\theta).$$

:

$$\vec{N}_p = \begin{vmatrix} i & j & k \\ \sin(\theta) - \operatorname{tg}(\mu) & -\cos(\theta) & \\ r\cos(\theta) & 0 & r\sin(\theta) \end{vmatrix}.$$

, :

$$\vec{N}_p = -r\sin(\theta)\operatorname{tg}(\mu)\vec{i} + -r\sin^2(\theta) - r\cos^2(\theta)\vec{j} + -2\cos(\theta)\operatorname{tg}(\mu)\vec{k}.$$

\vec{n} ,

$$|\vec{N}_p|:$$

$$\begin{aligned} |\vec{N}_p| &= \sqrt{r^2\sin^2(\theta)\operatorname{tg}^2(\mu) + r^2 + r^2\cos^2(\theta)\operatorname{tg}^2(\mu)} = \\ &= r\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2(\mu)} = \frac{r}{\cos(\mu)}. \end{aligned} \quad (2.51)$$

:

$$\vec{n}_p = -\sin(\theta)\sin(\mu); -\cos(\mu); -\cos(\theta)\sin(\mu). \quad (2.52)$$

, . 2.10, :

$$= 2 - t; \quad t = 2 - , \quad (2.53)$$

$t -$

.

$$x = (R - r\cos(\theta)); y = 0; z = -r\sin(\theta). \quad (2.54)$$

:

$$\begin{aligned} |\vec{y}| &= \omega\sqrt{R^2 + r^2\cos^2(\theta) - 2rR\cos(\theta) + r^2\sin^2(\theta)} = \\ &= \omega R\sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda\cos(\theta)}, \end{aligned} \quad (2.55)$$

-

$$= r / R = r / R.$$

-

$$v^{-0} = \frac{1 - \lambda \cos(\theta)}{\sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos(\theta)}}; 0; \frac{-\lambda \sin(\theta)}{\sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos(\theta)}}. \quad (2.56)$$

$$\cos(\psi) = \frac{1 - \lambda \cos(\theta) \sin(\theta) \sin(\mu) + \lambda \sin(\theta) \cos(\theta) \sin(\mu)}{\sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos(\theta)}},$$

$$\cos(\psi) = \frac{\sin(\theta) \sin(\mu)}{\sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos(\theta)}}. \quad (2.57)$$

$$r = R = 1.$$

$$\sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos(\theta)} = \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos(\theta)} = \sqrt{4 \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)} = 2 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right).$$

$$\cos(\psi) = \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \sin(\mu).$$

$$\mu = 90^\circ \left(\dots \right), \quad \cos(\psi) = \cos\left(\frac{\theta}{2}\right),$$

[52].

2.1.3. Силы, действующие со стороны почвы на дисковый сошник с ребрами

: R_1

$$R_2, \quad \mu, \quad b, \quad -$$

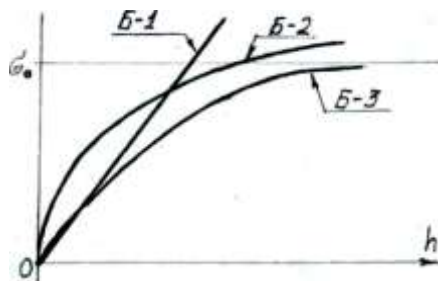
$$h, \quad v, \quad b, \quad F, \quad P, \quad -$$

$$= kv; \quad (2.58)$$

$$\sigma = \left(\frac{K}{b} + K_\phi \right) v, \quad v < 1; \quad (2.59)$$

$$\sigma = \sigma_0 \operatorname{th} \left(\frac{k}{\sigma_0} v \right), \quad (2.60)$$

k – , / ³;
 K – ;
 b – , ;
 K_ϕ – ;
 σ_0 – , / ².
 (2.59) [54].
 (2.11).



2.11.

h

(2.60) v (2.58). (2.58)

(2.60) v 0 (2.60)

(2.60) v (2.58).

(2.58) v (2.60)

$x = vk / 0$: $y = x$ $y = th(x)$.

$th(x)$

$x = 0$

$$th(x) = x - \frac{x^2}{3} + \frac{2}{15}x^5 - \dots \quad (2.61)$$

$th(x)$ $x^3 / 3$.

x $th(x)$ x .

[52],

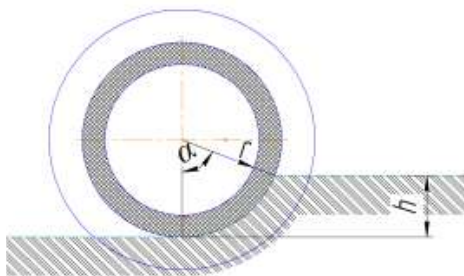
$$x = 4kr \left(\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) - \cos\left(\frac{\alpha_0}{2}\right) \right), \quad (2.62)$$

0^- r^- k^- ; 0 0 ;

. 1.2 [52], $K / 0$
1

$$1,6. \quad = 0. \quad , \quad x$$

$$4r(1 - \cos(\alpha/2)). \quad \cos \alpha = (r-h)/r, \quad h -$$



. 2.12.

$$), \quad h = r / 2. \quad , \quad \alpha = 60^\circ, \quad \cos(\alpha/2) =$$

$$= \cos(30^\circ) = 0,86.$$

$$4r(1 - \cos(\alpha/2)) = 0,56r.$$

$$r = 0,15 \quad ,$$

$$(\alpha = 60^\circ, h = r / 2) \quad x$$

$$0,56 \cdot 0,15 = 0,084 \quad th(x) \quad x \quad 0,5 \%$$

(2.58)

2.1.4. Исследование глубины бороздки, образуемой экспериментальным двухдисковым сошником с усеченно-конусными ребрами-бороздкообразователями

$$h$$

$$G,$$

$$h \quad h$$

$$R_{zp} + R_z + T_{zp} + T_z + D_{zp} + D_z = G, \quad (2.63)$$

$$\begin{aligned}
 R_{zp} - & \dots z \\
 R_z - & \dots z \\
 z_p - & \dots ; \\
 z - & \dots ; \\
 D_{zp} - & \dots ; \\
 D_z - & \dots
 \end{aligned}
 \tag{2.63}$$

(2.63)

Excel (2.1).

2.1. Решение уравнения $R_{zp} + R_{zл} + T_{zp} + T_{zл} + D_{zp} + D_{zл} = G_n$ при различных значениях исходных параметров с помощью Excel

1		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
2													
3	$L_{cp} =$	0,9	$L_{cd} =$	1,14835	$\mu \cdot \rho \alpha \delta =$	0,7854					$f =$	0,55	
4	$b \Delta \text{ctg} \mu / 2$ R	0,1	$b \Delta \text{ctg} \alpha / 4R$	0,01832	$\alpha - \rho \alpha \delta =$	0,84907	$R, M =$	0,15	$R, M =$	0,175	$K =$	1000000	
5			$L \alpha = R1 / R =$	1,66667	$R_{cp} =$	0,17225	$b, M =$	0,03	$b, M =$	0,004	$\rho =$	1800	
6							μ $\text{град} =$	45	α $\text{град} =$	20	$V =$	4	
7	257,74	90,2138	36,6564	27,0615	24,9866	25,786					$G =$	300	
8							$dh =$	0,001					
9							$S =$	h	$S-G$	H_o	θ_o	H_{od}	θ_{od}
10								0,0527	-6,7085				
11								0,0528	-5,7054				
12								0,0529	-4,702				
13								0,053	-3,6969				
14								0,0531	-2,6907				
15								0,0532	-1,6833				
16								0,0533	-0,6747				
17								0,0534	0,33512				
18								0,0535	1,3461				
19								0,0536	2,35827				
20								0,0537	3,37162				

$$\begin{aligned}
 & : x_0 \\
 & f(x) = 0, \quad x_0 \quad f(x) \\
 & + \quad - \quad +. \\
 & x_0 \quad f(x) \quad Ox, \dots \quad x_0 \quad (\quad G \\
 & \quad , \quad h \quad . .) ,
 \end{aligned}$$

x_2 , x_1 , x_1 , x_1
 , 10 .
 Excel

x x
 R, R, b, b, μ, \dots
 f, G, \dots
 « »

$$R_{cp} = R - \frac{1}{2} b \text{ctg}(\mu), \lambda_{cp} = \frac{R_{cp}}{R} \dots \quad (2.64)$$

$R_{cp}, R_z, \dots, D_{cp}, D_z$
 (A, B, C, D, E, F)
 2, (10)
 h

$$h = h_1 + h, \quad (2.65)$$

$h_1 - G$
 $S - G$
 h
 (10:F10),
 (2.64). I
 K, L, M
 h
 $h = 0,12$ $h = 0,01$ $h = 0,03$
 I

$= 0,06$, $h = 0,001$, $0,05$ I , $h = 0,05$, $h = 10$, $h = 8 -$
 $0,001$, $0,057$.
 $h = 0,0001$,
 , h
 , h
 , h
 , 1, 2, 3, 4, 5 / .
 . 2.2.

2.2. Результаты расчетов h при разных значениях параметров скорости v

b	h	$v = 1$ /		$v = 2$ /		$v = 3$ /		$v = 4$ /		$v = 5$ /	
		F	G	F	G	F	G	F	G	F	G
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,005	0,005	1,66	13,01	1,85	14,16	2,16	16,09	2,61	18,79	3,18	22,26
0,010	0,010	3,19	19,10	3,44	20,64	3,85	23,21	4,43	26,80	5,17	31,43
0,015	0,015	5,75	28,05	6,11	30,08	6,73	33,46	7,59	38,20	8,70	44,29
0,020	0,020	9,66	40,32	10,24	42,96	11,21	47,37	15,56	53,52	14,31	61,43
0,025	0,025	15,26	56,27	16,16	59,65	17,67	65,29	19,78	73,17	22,49	83,32
0,030	0,030	22,89	76,18	24,24	80,44	26,50	87,56	29,66	97,51	33,72	110,31
0,030	0,035	32,45	104,77	34,23	110,13	37,19	119,08	41,35	131,59	46,69	147,68
0,030	0,040	43,88	137,18	46,15	143,75	49,93	154,69	55,23	170,01	62,04	189,71
0,030	0,045	57,25	173,13	60,08	181,00	64,79	194,11	71,39	212,45	79,87	236,05
0,030	0,050	72,63	212,46	76,08	221,71	81,83	237,13	89,87	258,71	100,22	286,47
0,030	0,055	90,10	255,04	94,23	265,76	101,12	283,62	110,77	308,54	123,18	340,80
0,030	0,060	109,72	300,79	114,61	313,05	122,75	333,50	134,16	362,12	148,82	398,93
0,030	0,065	131,59	349,65	137,29	363,54	146,80	386,69	160,12	419,10	177,23	460,76
0,030	0,070	155,79	401,60	162,38	417,18	173,36	443,15	188,74	479,51	208,50	526,25
0,030	0,075	182,42	456,63	189,96	473,97	202,52	502,87	220,11	543,33	242,72	595,36
0,030	0,080	211,58	514,72	220,13	533,89	234,38	565,83	254,34	610,55	279,99	668,04

. 2.2 h
 . 2.13–2.18.

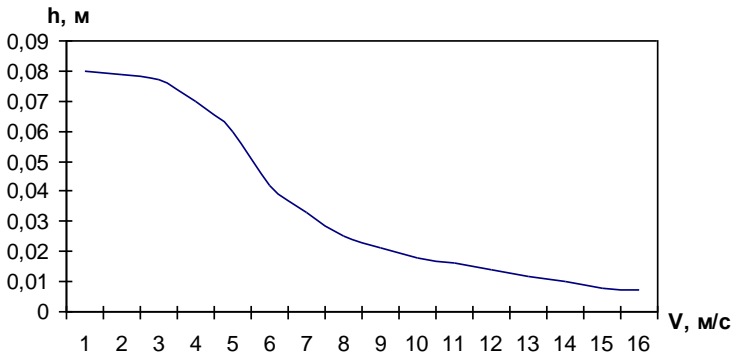
1. h G
 G_m , h G -
 $m < 1$.

2.

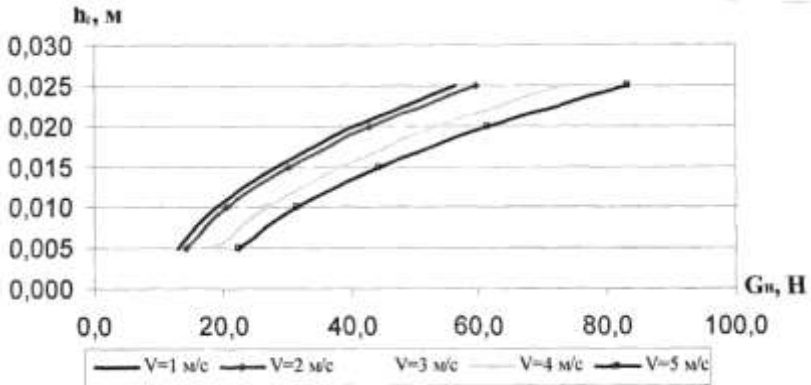
h

$$h = \frac{c}{a^2 + bv^2} \quad (2.66)$$

. 2.13, . . .



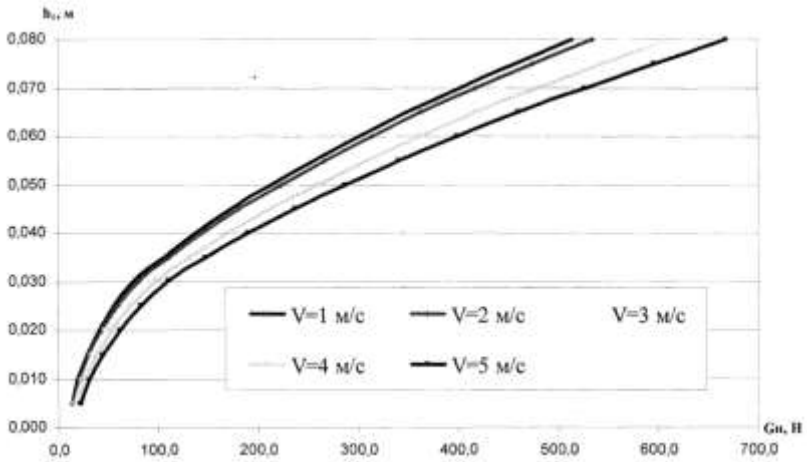
. 2.13.



. 2.14.

$$\frac{h_1}{G} \quad v$$

$$b = 0,01$$



c. 2.15.

h_1

G

$b = 0,03$

v

3.

b

0

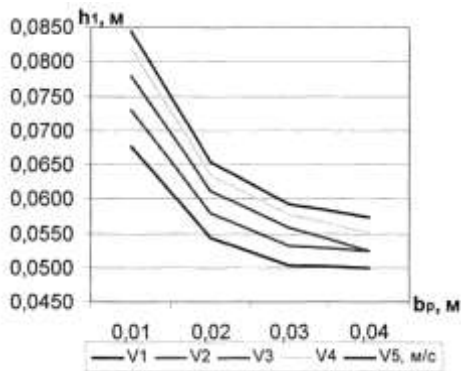
b

0,02.

h_1

$b = 0,02$

h_1

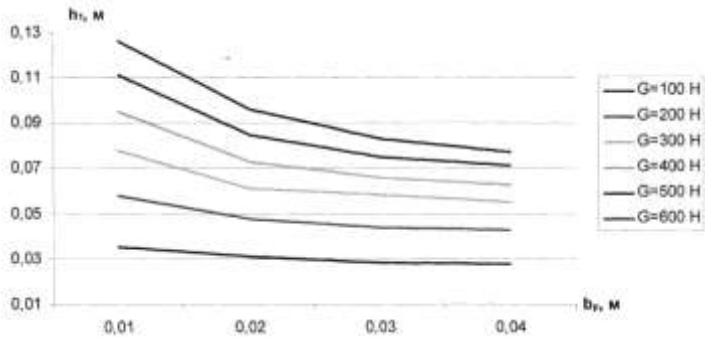


. 2.16.

h_1

b

$v_p \quad G = 300$



. 2.17.

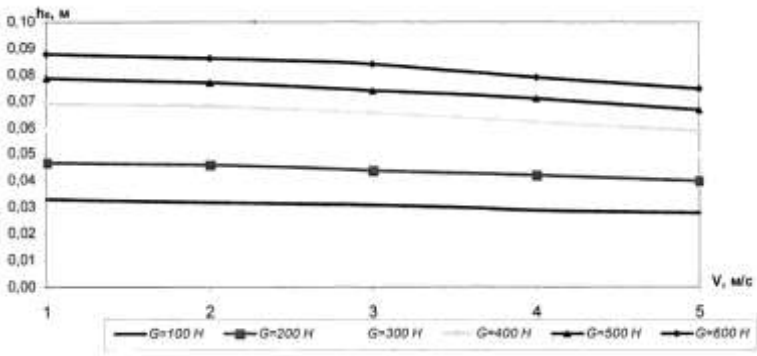
$$G \frac{b}{v} = 3 \quad / \quad h_1$$

4.

$$G \frac{h}{v},$$

. 2.25 2.28.

$$G \frac{v}{h}$$



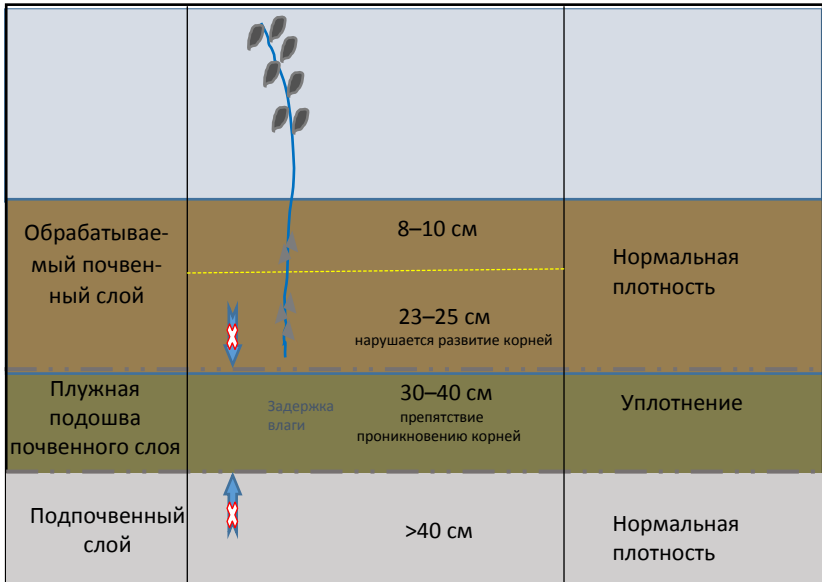
. 2.18.

h

$$G \quad b = 0,03$$

5.

h ,



. 2.19.

1)

2)

3)

$$\theta = \theta(\sigma)$$

ρ

;

(0; 1);

4) , . . . -
 :
 $\theta(0) = \theta^0$;
 5)

$k(-1)$:

$$\frac{d\theta}{d\sigma} = -k\theta. \quad (2.67)$$

(2.67) :

$$\frac{d\theta}{\theta} = -kd\sigma. \quad (2.68)$$

:

$$\int \frac{d\theta}{\theta} = -k \int d\sigma, \quad \ln |\theta| = -k\sigma + C.$$

$\theta(0) = \theta^0$:

$$\ln(\theta^0) = C, \quad \ln |\theta| = -k\sigma + \ln |\theta^0|, \quad \ln \left| \frac{\theta}{\theta^0} \right| = -k\sigma, \quad \frac{\theta}{\theta^0} = e^{-k\sigma},$$

$$\theta = \theta^0 e^{-k\sigma}. \quad (2.69)$$

$$\theta = 1 - \frac{\rho}{\rho}, \quad (2.70)$$

$$\rho = \rho(1 - \theta). \quad (2.71)$$

(2.69) (2.71)

$$\rho = \rho (1 - \theta^0 e^{-k\sigma}). \quad (2.72)$$

;

p .

:

$$\frac{dp}{dz} = \rho g, \quad p(0) = 0, \quad (2.73)$$

$g -$

$$(2.72) \quad ()$$

(2.73)

$$\frac{dp}{dz} = \rho g(1 - \theta^0 e^{-kp}). \quad (2.74)$$

(2.74)

,

:

$$\frac{dp}{dz} = \rho g \left(\frac{e^{kp} - \theta^0}{e^{kp}} \right); \quad \frac{e^{kp}}{e^{kp} - \theta^0} dp = \rho g dz;$$

$$\int \frac{e^{kp}}{e^{kp} - \theta^0} dp = \rho g \int dz; \quad \frac{1}{k} \int \frac{1}{e^{kp} - \theta^0} d(e^{kp} - \theta^0) = \rho g \int dz;$$

$$\frac{1}{k} \ln |e^{kp} - \theta^0| = \rho g z + C. \quad (2.75)$$

$$C \quad p(0) = 0, \quad \dots$$

$$\frac{1}{k} \ln |e^{k0} - \theta^0| = \rho g \theta + C;$$

$$C = \frac{1}{k} \ln |1 - \theta^0|, \quad (2.76)$$

:

$$\frac{1}{k} \ln |e^{kp} - \theta^0| = \rho \, gz + \frac{1}{k} \ln |1 - \theta^0|. \quad (2.77)$$

$$(2.77) \quad p, \dots$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{k} \ln |e^{kp} - \theta^0| - \frac{1}{k} \ln |1 - \theta^0| &= \rho \, gz; \\ \frac{1}{k} \ln |e^{kp} - \theta^0| - \ln |1 - \theta^0| &= \rho \, gz; \quad \frac{1}{k} \ln \left| \frac{e^{kp} - \theta^0}{1 - \theta^0} \right| = \rho \, gz; \\ \ln \left| \frac{e^{kp} - \theta^0}{1 - \theta^0} \right| &= k\rho \, gz; \quad \frac{e^{kp} - \theta^0}{1 - \theta^0} = e^{k\rho \, gz}; \\ e^{kp} - \theta^0 &= 1 - \theta^0 \, e^{k\rho \, gz}; \quad e^{kp} = \theta^0 + 1 - \theta^0 \, e^{k\rho \, gz}; \\ p(z) &= \frac{1}{k} \ln \left| \theta^0 + 1 - \theta^0 \, e^{k\rho \, gz} \right|. \end{aligned} \quad (2.78)$$

$$(2.78) \quad (2.70) \quad -$$

$$(2.72)$$

:

$$\theta(z) = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{\theta^0} - 1 \right) e^{k\rho \, gz}} = \frac{1}{1 + \left(\frac{1 - \theta^0}{\theta^0} \right) e^{k\rho \, gz}} = \frac{\theta^0}{\theta^0 + 1 - \theta^0 \, e^{k\rho \, gz}}; \quad (2.79)$$

$$\rho(z) = \frac{\rho}{1 + e^{-k\rho \, gz} \left(\frac{1}{\theta^0} - 1 \right)} = \frac{\rho}{1 + \frac{\theta^0}{1 - \theta^0} e^{k\rho \, gz}} = \frac{\rho (1 - \theta^0) e^{k\rho \, gz}}{\theta^0 + (1 - \theta^0) e^{k\rho \, gz}}. \quad (2.80)$$

$$(2.78)-(2.80) \quad -$$

$$k \, \rho. \quad (2.78)-(2.80)$$

:

1)

$$\rho_0 \left(\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right), \quad z_1 \left(\text{см} \right), \quad \rho \left(\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right) \quad -$$

2)

$$\theta^0 = 1 - \frac{\rho_0}{\rho_c}; \quad (2.81)$$

3)

$$k \left(\text{см}^{-1} \right)$$

$$k = - \frac{\ln \left(0,0101 \left(\frac{1}{\theta^0} - 1 \right) \right)}{\rho \cdot g z_1}. \quad (2.82)$$

10^{-2}

$$\rho_0 \left(\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right), \quad z_1 \left(\text{см} \right), \quad \rho \left(\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right) \quad -$$

$$\rho_0 = 1 \cdot 10^3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}, \quad \rho_c = 2,58 \cdot 10^3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3},$$

$$z_1 = 0,35 \text{ см},$$

. 2.3.

2.3. Изменение плотности почвы в зависимости от глубины

глубина, см	0	0,1	0,2	0,3	0,4
плотность, г/см ³	1000	1945	2342	2520	2580

(2.78)–(2.80)

MathCad

(. 2.20).

$$\theta^0 = 0,612 \quad k = 5,71 \cdot 10^{-4} \text{ см}^{-1}.$$

Исходные данные

$x1 := 0.35$ глубина "спуженной площадки", м
 $\rho_0 := 2.58 \cdot 10^3$ плотность "спуженной подложки", кг/м³
 $\rho_0 := 1 \cdot 10^3$ плотность почвы на поверхности, кг/м³
 $g := 9.8$ ускорение силы тяжести, м/с²

Расчетные данные

$\eta_0 := 1 - \frac{\rho_0}{\rho_0} = 0.612$ пористость почвы в неспуженном состоянии

$k := \frac{\ln \left[\frac{0.0101 \cdot \left(\frac{1}{\eta_0} - 1 \right) \right]}{g \cdot \rho_0 \cdot x1} = 3.71 \cdot 10^{-4}$ коэффициент взаимодействия почвы, Па⁻¹

$\rho(x) := \frac{(1 - \eta_0) \cdot \rho_0 \cdot e^{k \cdot \rho_0 \cdot g \cdot x}}{\eta_0 + (1 - \eta_0) \cdot e^{k \cdot \rho_0 \cdot g \cdot x}}$ изменение плотности почвы в зависимости от глубины, кг/м³

$\eta(x) := \frac{\eta_0}{\eta_0 + (1 - \eta_0) \cdot e^{k \cdot \rho_0 \cdot g \cdot x}}$ изменение пористости почвы в зависимости от глубины, кг/м³

$p(x) := \frac{1}{k} \cdot \ln \left[\eta_0 + (1 - \eta_0) \cdot e^{k \cdot \rho_0 \cdot g \cdot x} \right]$ изменение давления на почву в зависимости от глубины, Па

. 2.20.

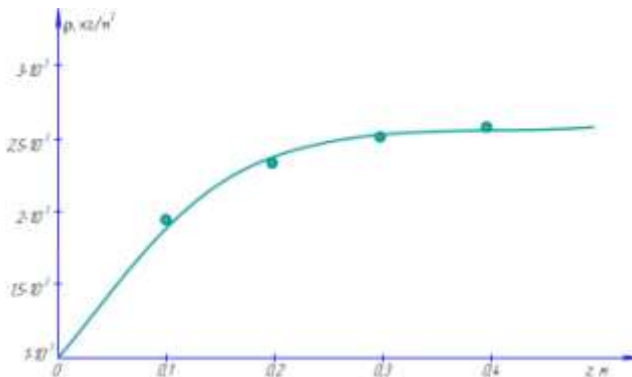
(2.78)–(2.80)

(2.80)

(. 2.3)

(. 2.21).

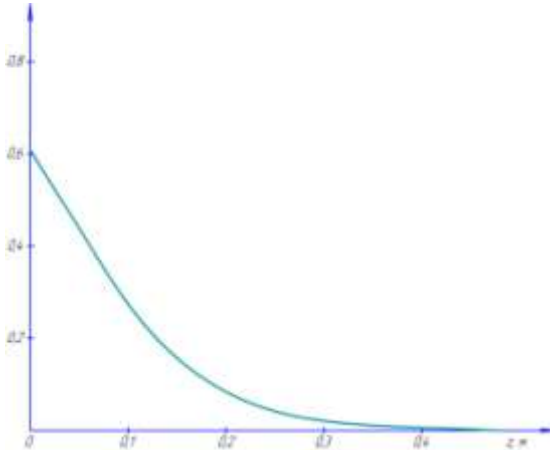
1 %.



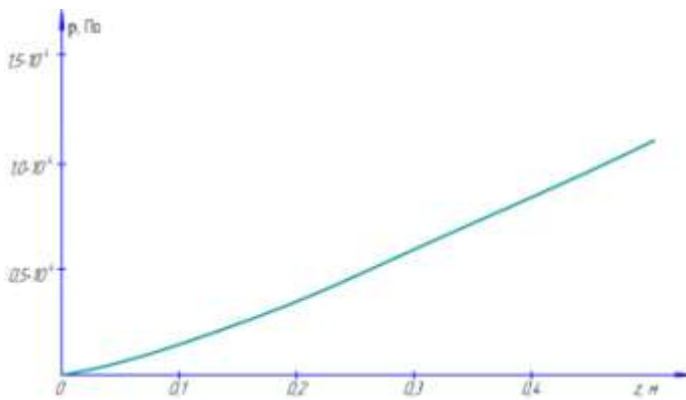
. 2.21.

(2.78)

(2.79)
. 2.22, 2.23.

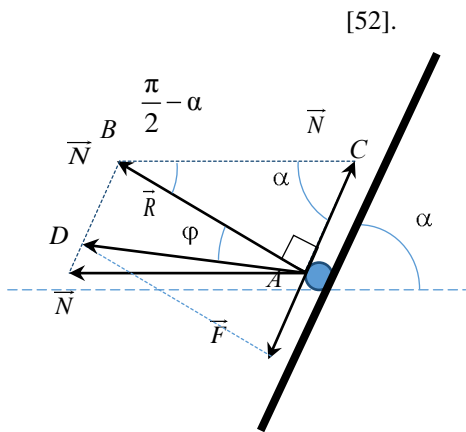


. 2.22.



. 2.23.

2.2.2. Теоретические предпосылки для исследования однодисковых сошников с минимальным углом атаки



. 2.24.

α

α .

$$|\vec{N}| > |\vec{F}|.$$

(2.24) \vec{N} $ABC,$

\vec{N} CB \vec{N} $ABD,$

$\angle BCA = \alpha,$ $\angle CBA = \frac{\pi}{2} - \alpha.$ $\vec{R},$

$\vec{R},$ $\vec{R},$ $\vec{N},$ $\vec{F},$

$\vec{R} = \vec{N} + \vec{F}.$

$|\vec{F}|$

$|\vec{F}|$ \vec{R}

$\varphi,$

$$\operatorname{tg}(\varphi) = \frac{\overrightarrow{F^{\max}}}{\overline{N}} = f$$

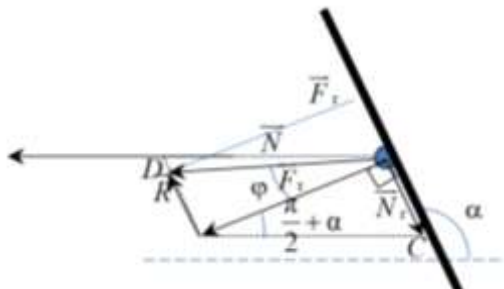
$$\angle \varphi = \operatorname{arctg}(f).$$

$$|\overline{N}| \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) > |\overline{N}| \operatorname{tg}(\varphi).$$

$$\alpha < \frac{\pi}{2} - \varphi. \quad (2.83)$$

. 2.25

α .



. 2.25.

α

$$|\bar{N}| > |\bar{F}|, \quad |\bar{N}| \operatorname{tg} \left(\alpha - \frac{\pi}{2} \right) > |\bar{N}| \operatorname{tg} (\varphi).$$

$$\alpha - \frac{\pi}{2} > \varphi,$$

$$\alpha > \varphi + \frac{\pi}{2}. \quad (2.84)$$

(2.84)

$$\frac{\pi}{2} - \varphi < \alpha < \frac{\pi}{2} + \varphi. \quad (2.85)$$

[53] , 0,325 0,8, 18°
 39° ,
 φ 29° 31° ()
).

$$\varphi = 30^\circ \left(\pi / 6 \right).$$

60° 120°.

) α ()

90°.

[25].

, b , h , Δ , b , $1,5\Delta$.
 (Δ) R φ

$$\Delta \leq 2R \sin^2(\varphi). \quad (2.86)$$

(2.26).

, $0,02$ $0,06$.
 , . . . (2.86).

$$\Delta = \Delta + R - R , \quad (2.87)$$

$\Delta -$, ;
 $\Delta -$, ;
 $R -$, ;
 $R -$, .
 (2.86), ,

φ -
 :

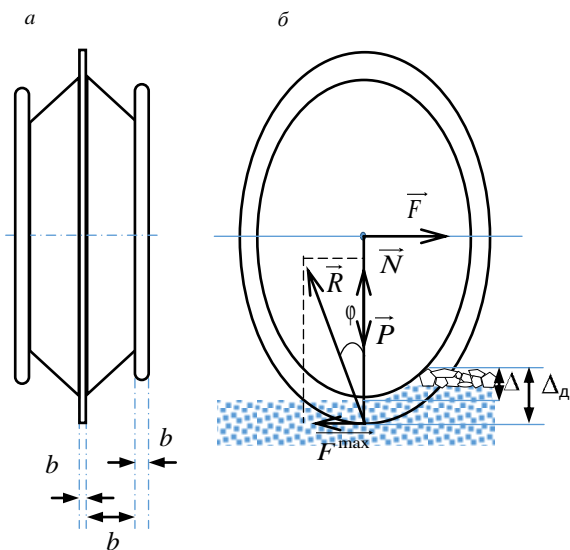
$$\Delta + R - R \leq 2R \sin^2(\varphi). \quad (2.88)$$

:

$$R - 2R \sin^2(\varphi) \leq R - \Delta, \quad R(1 - 2\sin^2(\varphi)) \leq R - \Delta,$$

$$R \cos(2\varphi) \leq R - \Delta,$$

$$R \leq \frac{R - \Delta}{\cos(2\varphi)}. \tag{2.89}$$



. 2.26.

: a -

; b -

[56]

$$R = r + \delta + \frac{b}{2} = R - \left(b + \frac{b}{2}\right) \operatorname{ctg}(\mu) + \delta + \frac{b}{2}, \tag{2.90}$$

r – , ;
 δ – , ;
 b – , ;
 R – , ;
 b – , ;
 μ – , ;

(2.90) (2.89)

$$R \leq \frac{R - \left(b + \frac{b}{2}\right) \text{ctg}(\mu) + \delta + \frac{b}{2} - \Delta}{\cos(2\varphi)}. \quad (2.91)$$

(2.91)

$$R \geq \frac{\Delta}{2} \text{ctg}^2\left(\frac{\varphi + \varphi_1}{2}\right), \quad (2.92)$$

Δ – , ;
 φ_1 – (18°).

[52],
:

$$\begin{aligned}
\Delta &= \Delta + R - R = \\
&= \Delta + R - R + \left(b + \frac{b}{2}\right) \operatorname{ctg}(\mu) - \delta - \frac{b}{2} = \\
&= \Delta + \left(b + \frac{b}{2}\right) \operatorname{ctg}(\mu) - \delta - \frac{b}{2}.
\end{aligned} \tag{2.93}$$

$$(2.93) \quad (2.92)$$

$$R \geq \frac{\Delta + \left(b + \frac{b}{2}\right) \operatorname{ctg}(\mu) - \delta - \frac{b}{2}}{2} \operatorname{ctg}^2\left(\frac{\varphi + \varphi_1}{2}\right). \tag{2.94}$$

(2.94)

R

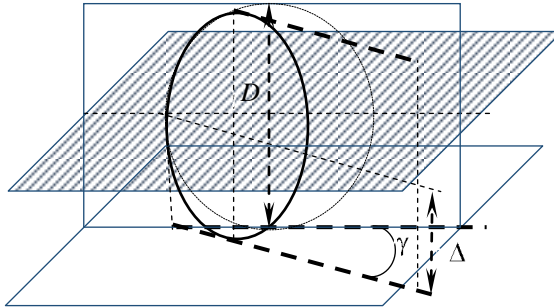
$$(2.91) \quad (2.94)$$

γ

$$(\dots) \tag{2.27}$$

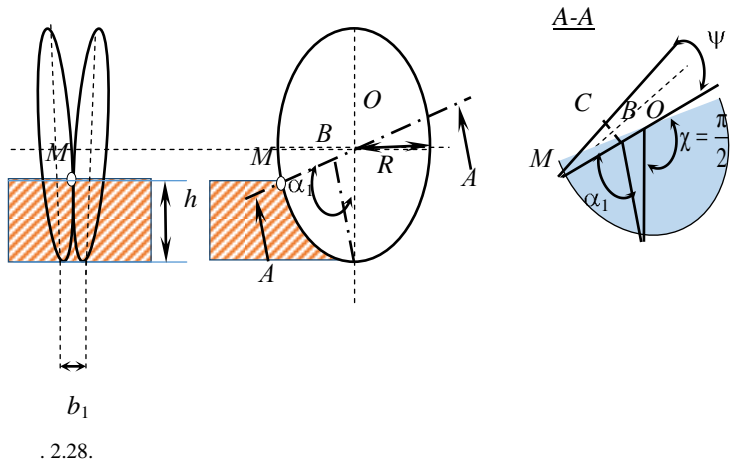
[39, 43]

20°.



. 2.27.

ψ (. 2.28).



ψ ,

ψ 5...9°.

. 2.28.

M

$OM = R$

α_1

BC / 2,

BCM

b_1 .
(2.95, 2.96):

$$BC = MB \operatorname{tg} \left(\frac{\psi}{2} \right); \quad (2.95)$$

$$MB = MO - BO = MO - MO \cos(\alpha_1) = R(1 - \cos(\alpha_1)). \quad (2.96)$$

(2.93) (2.92), :

$$b_1 = 2R(1 - \cos(\alpha_1)) \operatorname{tg}\left(\frac{\Psi}{2}\right). \quad (2.97)$$

(2.97) , -

$\alpha_1 > / 2$,

M , . .

, -

,

.

Ψ . h

$$: h = \Delta = R(1 - \cos(\alpha_1)),$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\Psi}{2}\right) = \frac{b_1}{2R(1 - \cos(\alpha_1))} = \frac{b_1}{2h} = \frac{b_1}{2\Delta}. \quad (2.98)$$

b_1 Δ Ψ :

$$\Psi = 2 \operatorname{tg}\left(\frac{b_1}{2\Delta}\right). \quad (2.99)$$

[53, 54] ,

() -

() ,

() -

.

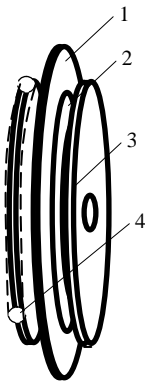
-

1,78 / (6,4 /) 10,0 / (36,0 /).

-

, —
 , 0,01 0,06 . —
 , — , —
 . —
 , —
 — : —
 — $90^\circ (\ / 2)$; —
 — — $0^\circ (0)$; —
 — — $1,5\Delta, \Delta -$
 ; —
 — $b_1 \Delta (2.99)$, —
 . —
 , , —
 . —
 (140–160'). —
 450 .

2.2.3. Математическая модель комбинированного однодискового сошника для узкорядного посева с симметрично расположенными двухсторонними ребрами-бороздкообразователями и нулевым углом атаки



. 2.29.

$R -$

(); $\mu -$

$I,$

2

3

4.
. 2.29.

: $R, R,$

(); $b, b, b -$

().

$$\vec{r} = \vec{r}(\rho; \theta) = x(\theta; \rho)\vec{i} + y(\theta; \rho)\vec{j} + z(\theta; \rho)\vec{k}, \quad (2.100)$$

x, y, z — , ;
 ρ — xOy , ;
 θ — ρ , .
 θ ,
 xOy .
 Δ ().
 xOy ,
 Oz (2.30).

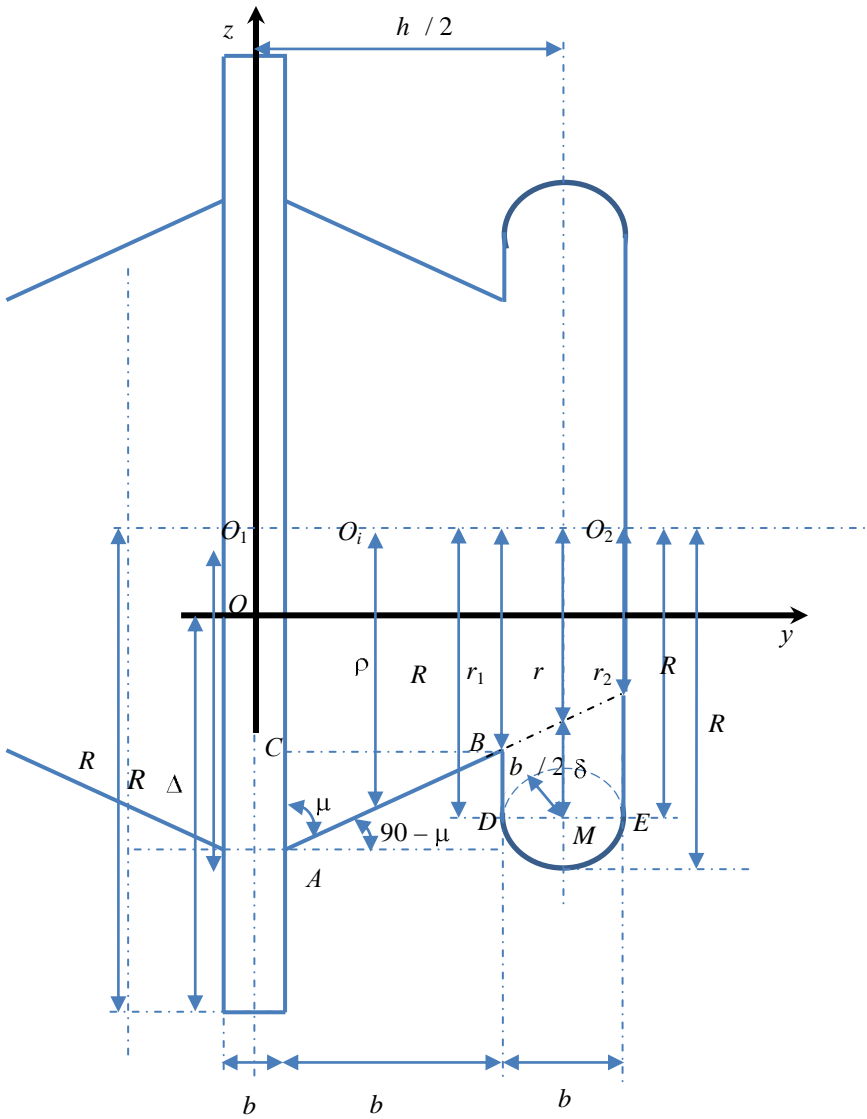
xOz , AB ,

$$\begin{cases} x(\rho; \theta) = \rho \sin(\theta), \\ z(\rho; \theta) = R - \rho \cos(\theta) - \Delta, \end{cases} \quad (2.101)$$

$\rho = R \dots r_1, \theta = 0 \dots 2\pi$.
 AB yOz

$$z(y) = \left(y - \frac{b}{2}\right) \text{ctg}(\mu) - \Delta, \quad (2.102)$$

$$\Delta = \Delta - (R - \rho).$$



.2.30.

$$AB, \quad (2.101) \quad (2.102)$$

$$z(\rho; \theta) = z(y), \quad R - \rho \cos(\theta) - \Delta = \left(y - \frac{b}{2}\right) \operatorname{ctg}(\mu) - \Delta. \quad (2.103)$$

$$(2.103) \quad y - \Delta$$

$$y - \rho; \theta = \frac{b}{2} + \rho(1 - \cos(\theta)) \operatorname{tg}(\mu). \quad (2.104)$$

$$ABC,$$

$$y - \rho; \theta = \frac{b}{2} + (R - \rho) \operatorname{tg}(\mu). \quad (2.105)$$

$$(2.104) \quad (2.105),$$

$$\theta - \rho, \quad AB,$$

$$\theta = \arccos\left(2 - \frac{R}{\rho}\right). \quad (2.106)$$

$$\vec{r}(\rho; \theta) = \rho \sin(\theta) \vec{i} + \left(\frac{b}{2} + (R - \rho) \operatorname{tg}(\mu)\right) \vec{j} + (R - \rho \cos(\theta) - \Delta) \vec{k}, \quad (2.107)$$

$$\rho = R - r_1,$$

$$h = 2 \left(\frac{b}{2} + b + \frac{b}{2} \right). \quad (2.108)$$

$$\begin{aligned}
 & xOz \text{ c} \quad , \quad - \\
 & \quad \quad \quad yOz \quad - \\
 & \quad \quad \quad b \quad , \quad - \\
 \delta \cdot & \quad \quad \quad , \quad - \\
 & \quad \quad \quad , \quad - \\
 & \quad \quad \quad \cup \quad - \\
 & \quad \quad \quad DE \quad - \\
 & \quad \quad \quad \bar{r} (\rho; \theta) \quad - \\
 (2.107) & \quad \quad \quad , \quad - \\
 - & \quad \quad \quad \rho \quad r_1 \quad r_2 \quad - \\
 & \quad \quad \quad \cup \quad - \\
 & \quad \quad \quad DE \quad - \\
 & \quad \quad \quad , \quad - \\
 & \quad \quad \quad r_1, \quad r \quad - \\
 r_2, & \quad \quad \quad : \quad -
 \end{aligned}$$

$$r_1 = R - b \operatorname{ctg} (\mu); \quad (2.109)$$

$$r = R - \left(b + \frac{b}{2} \right) \operatorname{ctg} (\mu); \quad (2.110)$$

$$r_2 = R - b + b \operatorname{ctg} (\mu), \quad (2.111)$$

$$\begin{aligned}
 b - & \quad , \quad - \\
 & \quad \quad \quad , \quad - \\
 & \quad \quad \quad : \quad -
 \end{aligned}$$

$$R = R = r + \delta ; \quad (2.112)$$

$$R = r + \delta + \frac{b}{2}. \quad (2.113)$$

$$\vec{r}_1(\rho; \theta) = R \sin(\theta)\vec{i} + R \vec{j} + (R - R \cos(\theta) - \Delta)\vec{k}; \quad (2.114)$$

$$\vec{r}_2(\rho; \theta) = R \sin(\theta)\vec{i} + R \vec{j} + (R - R \cos(\theta) - \Delta)\vec{k}. \quad (2.115)$$

yOz - $M(y; z)$:

$$y = \frac{b + 2b + b}{2}; \quad (2.116)$$

$$z = -\Delta + \frac{b}{2}, \quad (2.117)$$

$\Delta -$,

$$\Delta = \Delta - R + r_1.$$

:

$$\Delta = \Delta = \Delta - R + R = \Delta - R + R; \quad (2.118)$$

$$\Delta = \Delta - R + R. \quad (2.119)$$

\cup
 DE .

M yOz

$$\frac{b}{2}.$$

$$(y - y)^2 + (z - z)^2 = \left(\frac{b}{2}\right)^2. \quad (2.120)$$

z

:

$$z = z - \frac{\sqrt{b - 2y} + 2y \sqrt{b + 2y - 2y}}{2}. \quad (2.121)$$

((2.100)–(2.121)) -

- -

-

-

2.2.4. Математическая модель уплотнения почвы в бороздках, образованных однодисковым сошником с нулевым углом атаки и симметрично расположенными ребрами-бороздкообразователями для узкорядного посева мелкосемянных культур

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

$$(1,2\dots 1,3 \cdot 10^3 / ^3),$$

$$(\dots 2.31).$$

$$0,1$$

$$\rho_0 \cdot$$

$$b$$

$$\Delta$$

$$\rho \cdot$$

$$V = 10^{-5} \text{ } ^3$$

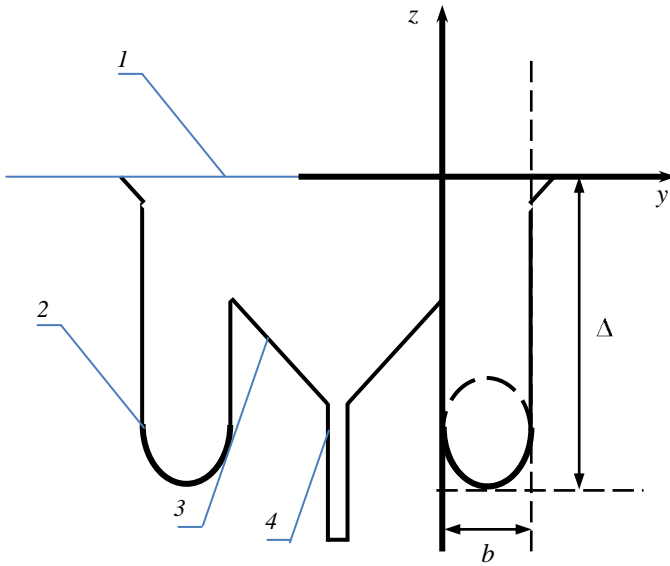
$$1/b \cdot 10^{-4} (\dots),$$

$$b (\dots)$$

$$S = b \frac{1}{b} 10^{-4} = 10^{-4} \text{ } ^2 = 1 \text{ } ^2 \quad h_c = 0,1 \text{ } .$$

$$xOyz \dots 2.32.$$

$$z = -0,1 \text{ } , \dots$$



2.31. 1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - ;

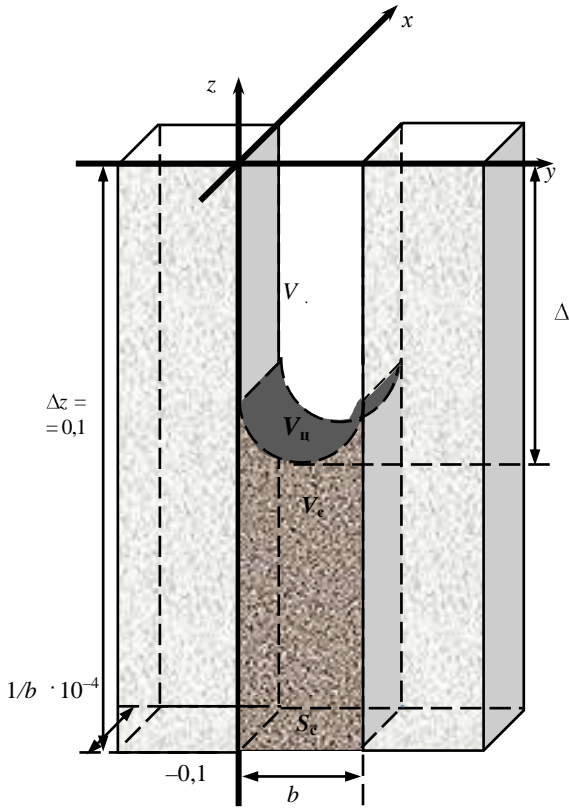
$$\Delta z \rho_0 \quad \Delta z - \Delta$$

$$\Delta m = \rho_0 V = \rho_0 S \Delta z = \rho_0 \cdot 10^{-5}; \quad (2.122)$$

$$\begin{aligned} \Delta m &= \rho V = \rho (V - V_{\text{float}} - \frac{1}{2}V) = \\ &= \rho (10^{-5} - 10^{-4}(\Delta - \frac{b}{2}) - (\frac{b}{2})^2 \frac{\pi \cdot 10^{-4}}{b}) = \\ &= \rho \cdot 10^{-4}(0,1 - \Delta + (1 - \frac{\pi}{2})), \end{aligned} \quad (2.123)$$

$$\begin{aligned} V_1 &= \\ V_2 &= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 3; \\ &, 3. \end{aligned}$$



. 2.32.

$$(2.122) \quad (2.123):$$

$$\rho_0 \cdot 10^{-5} = \rho \cdot 10^{-4} \left(0,1 - \Delta + \left(1 - \frac{\pi}{2} \right) \right)$$

$$\rho \quad b :$$

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 - 10\Delta + 5b \left(1 - \frac{\pi}{2}\right)}, \quad (2.124)$$

$$b = \frac{1 - \frac{\rho_0}{\rho} - 10\Delta}{5\left(\frac{\pi}{2} - 1\right)}. \quad (2.125)$$

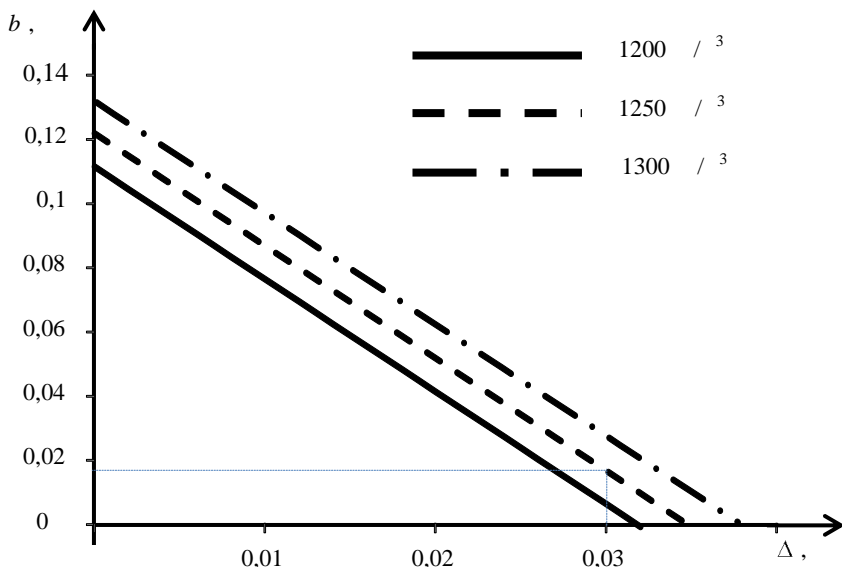
(2.124)

$\rho_0,$

$\Delta .$

b
(2.125)

(. 2.33).



. 2.33.

(2.125)

$$\rho_0 = 800 / \text{м}^3,$$
$$\rho = 1250 / \text{м}^3,$$
$$1250 / \text{м}^3,$$
$$0,03,$$
$$(\quad).$$

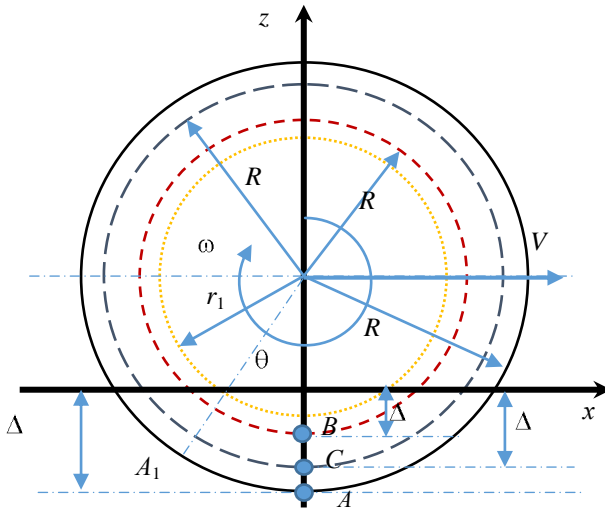
0,0168 (.2.33).

**2.2.5. Уравнения траекторий движения точек элементов
однодискового сошника с симметрично расположенными
двухсторонними ребрами-бороздкообразователями
и нулевым углом атаки**

3...4, 2...3, 4...5 [58].

.
 ,
 ,
 10 , , -
 5...10 %.
 - 12...30 %.
 ,
 ,
 ,
 ,
 ,
 [59].
 ,
 -
 ,
 [23].
 (. 2.34) : R , -
 R , -
 R , : -
 b , r₁ , r . b , -
 μ δ , -
 .
 . 2.34
 .
 V (/)
 : - Δ ,
 -Δ , -Δ .
 ,
 ,
 θ
 t () ω
 (/):

$$\theta(t) = \omega t. \quad (2.126)$$



.2.34.

, ω -
:

$$\omega = \frac{V}{3,6R} = \frac{5}{18} \frac{V}{R}. \quad (2.127)$$

$$(2.126) \quad (2.127) \quad \theta -$$

$$\theta(t) = \frac{5}{18} \frac{V}{R} t. \quad (2.128)$$

(.2.35). , t -

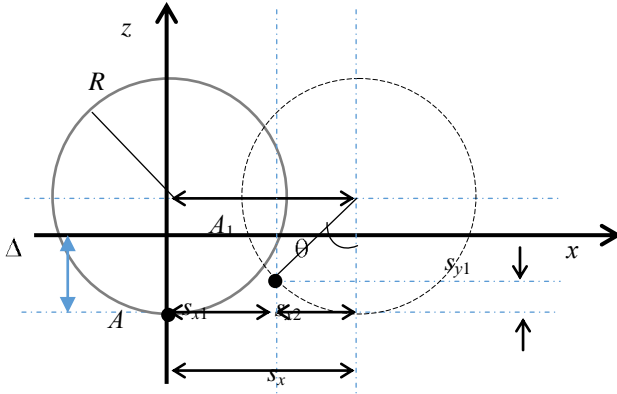
$$Ox \quad s_x = \frac{5V}{18} t (), \quad A(0; -\Delta)$$

$$A_1(x_{A1}; y_{A1}), \quad \theta. \quad -$$

$$, \quad Ox \quad A, \quad -$$

$$, \quad s_{x2} = R \sin(\theta), \quad . \quad .$$

$$x_{A1} = s_{x1} = s_x - s_{x2} = \frac{5V}{18} t - R \sin(\theta). \quad (2.129)$$



. 2.35.

$$Oy \quad A \quad s_{y1} = R -$$

$$- R \cos(\theta), \quad . \quad .$$

$$y_{A1} = R - R \cos(\theta) - \Delta. \quad (2.129)$$

$$, \quad (2.130), \quad -$$

$$\begin{cases} x(t) = R \left(\frac{5}{18} \frac{V}{R} t - \sin \left(\frac{5}{18} \frac{V}{R} t \right) \right), \\ z(t) = R \left(1 - \cos \left(\frac{5}{18} \frac{V}{R} t \right) \right) - \Delta. \end{cases} \quad (2.131)$$

$$\rho = 4R \sin\left(\frac{5Vt}{2 \cdot 18R}\right) = 4R \sin\left(\frac{5Vt}{36R}\right). \quad (2.132)$$

$$\vec{V}_x = \frac{d\left[R \left(\frac{5Vt}{18R} - \sin\left(\frac{5Vt}{18R}\right) \right)\right]}{dt} = \frac{5V}{18} - \frac{5V}{18} \cos\left(\frac{5Vt}{18R}\right); \quad (2.132)$$

$$\vec{V}_z = \frac{d\left[R \left(1 - \cos\left(\frac{5Vt}{18R}\right) \right) - \Delta \right]}{dt} = \frac{5V}{18} \sin\left(\frac{5Vt}{18R}\right). \quad (2.133)$$

$$\vec{V} = \frac{5V}{18} \left(\left(1 - \cos\left(\frac{5Vt}{18R}\right) \right) \vec{i} + \sin\left(\frac{5Vt}{18R}\right) \vec{k} \right), \quad (2.134)$$

$$\begin{aligned} |\vec{V}| &= \frac{5V}{18} \sqrt{\left(1 - \cos\left(\frac{5Vt}{18R}\right) \right)^2 + \sin^2\left(\frac{5Vt}{18R}\right)} = \\ &= \frac{5}{9} V \left| \sin\left(\frac{5Vt}{18R}\right) \right|. \end{aligned} \quad (2.135)$$

$$l = \int_0^{\tau} |\vec{V}| dt = \frac{5}{9} V \int_0^{\tau} \left| \sin \left(\frac{5Vt}{18R} \right) \right| dt, \quad (2.136)$$

$$\begin{aligned} & \text{, .} \\ & \text{,} \\ & \text{(, } C' \text{ (. . 2.34))} \\ & \text{(, } B \text{ (. 2.34)),} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} x(t) = \frac{5V}{18}t - R \sin \left(\frac{5}{18} \frac{V}{R}t \right), \\ z(t) = R - R \cos \left(\frac{5}{18} \frac{V}{R}t \right) - \Delta; \end{cases} \quad (2.137)$$

$$\begin{cases} x(t) = \frac{5V}{18}t - R \sin \left(\frac{5}{18} \frac{V}{R}t \right), \\ z(t) = R - R \cos \left(\frac{5}{18} \frac{V}{R}t \right) - \Delta. \end{cases} \quad (2.138)$$

$$(2.137) \quad (2.138)$$

$$|\vec{V}| = \frac{5V}{18R} \sqrt{R^2 + R^2 - 2R^2 \cos \left(\frac{5Vt}{18R} \right)}; \quad (2.139)$$

$$|\vec{V}| = \frac{5V}{18R} \sqrt{R^2 + R^2 - 2R R \cos\left(\frac{5V t}{18R}\right)}; \quad (2.140)$$

$$\begin{aligned} \ell &= \int_0^{\tau} \sqrt{\left(\frac{d}{dt}[x(t)]\right)^2 + \left(\frac{d}{dt}[z(t)]\right)^2} dt = \\ &= \frac{5V}{18R} \int_0^{\tau} \sqrt{R^2 + R^2 - 2R R \cos\left(\frac{5V t}{18R}\right)} dt; \end{aligned} \quad (2.141)$$

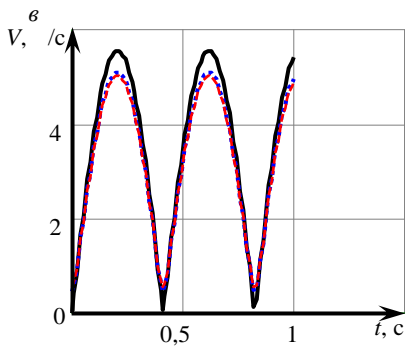
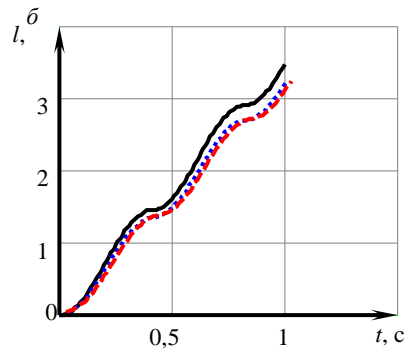
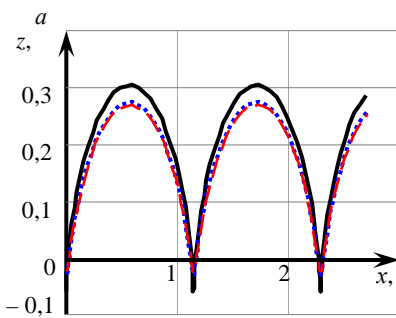
$$\begin{aligned} \ell &= \int_0^{\tau} \sqrt{\left(\frac{d}{dt} x(t)\right)^2 + \left(\frac{d}{dt} z(t)\right)^2} dt = \\ &= \frac{5V}{18R} \int_0^{\tau} \sqrt{R^2 + R^2 - 2R R \cos\left(\frac{5V t}{18R}\right)} dt. \end{aligned} \quad (2.142)$$

xOz (. 2.36)
MathCad (. 2.37).

$$\begin{aligned} V &= 10 \text{ / }; & R &= 0,182 \\ b &= 0,005 \text{ ; } & R &= 0,152 \text{ , } & b &= 0,025 \\ \mu &= 60^\circ; & & & b &= 0,01 \\ \delta &= 0,007 \text{ , } & \Delta &= 0,06 \text{ (. 2.37, } \\ & & & & &) . \\ \omega &= 15,236 \text{ / } , & R &= 0,147 \text{ , } \end{aligned}$$

$T = 1,144$

$a = 0,364$



- A;
- B;
- - - C

. 2.36.

(б)

(в)

(а),

$3,5$, $2,8$, $- 3,24$, $- 3,2$.
 0 $5,56$ / , $2,8$ / $0,46$ $5,1$ / ,
 $0,54$ 5 / .

File Edit Test Math Graphics Symbolic Window Books Help

$\frac{1}{x}$ $\frac{1}{x^2}$ $\frac{1}{x^3}$ $\frac{1}{x^4}$ $\frac{1}{x^5}$ $\frac{1}{x^6}$ $\frac{1}{x^7}$ $\frac{1}{x^8}$ $\frac{1}{x^9}$ $\frac{1}{x^{10}}$ $\frac{1}{x^{11}}$ $\frac{1}{x^{12}}$ $\frac{1}{x^{13}}$ $\frac{1}{x^{14}}$ $\frac{1}{x^{15}}$ $\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^2}$ $\frac{1}{x^3}$ $\frac{1}{x^4}$ $\frac{1}{x^5}$ $\frac{1}{x^6}$ $\frac{1}{x^7}$ $\frac{1}{x^8}$ $\frac{1}{x^9}$ $\frac{1}{x^{10}}$ $\frac{1}{x^{11}}$ $\frac{1}{x^{12}}$ $\frac{1}{x^{13}}$ $\frac{1}{x^{14}}$ $\frac{1}{x^{15}}$ $\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^3}$ $\frac{1}{x^4}$ $\frac{1}{x^5}$ $\frac{1}{x^6}$ $\frac{1}{x^7}$ $\frac{1}{x^8}$ $\frac{1}{x^9}$ $\frac{1}{x^{10}}$ $\frac{1}{x^{11}}$ $\frac{1}{x^{12}}$ $\frac{1}{x^{13}}$ $\frac{1}{x^{14}}$ $\frac{1}{x^{15}}$ $\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^4}$ $\frac{1}{x^5}$ $\frac{1}{x^6}$ $\frac{1}{x^7}$ $\frac{1}{x^8}$ $\frac{1}{x^9}$ $\frac{1}{x^{10}}$ $\frac{1}{x^{11}}$ $\frac{1}{x^{12}}$ $\frac{1}{x^{13}}$ $\frac{1}{x^{14}}$ $\frac{1}{x^{15}}$ $\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^5}$ $\frac{1}{x^6}$ $\frac{1}{x^7}$ $\frac{1}{x^8}$ $\frac{1}{x^9}$ $\frac{1}{x^{10}}$ $\frac{1}{x^{11}}$ $\frac{1}{x^{12}}$ $\frac{1}{x^{13}}$ $\frac{1}{x^{14}}$ $\frac{1}{x^{15}}$ $\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^6}$ $\frac{1}{x^7}$ $\frac{1}{x^8}$ $\frac{1}{x^9}$ $\frac{1}{x^{10}}$ $\frac{1}{x^{11}}$ $\frac{1}{x^{12}}$ $\frac{1}{x^{13}}$ $\frac{1}{x^{14}}$ $\frac{1}{x^{15}}$ $\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^7}$ $\frac{1}{x^8}$ $\frac{1}{x^9}$ $\frac{1}{x^{10}}$ $\frac{1}{x^{11}}$ $\frac{1}{x^{12}}$ $\frac{1}{x^{13}}$ $\frac{1}{x^{14}}$ $\frac{1}{x^{15}}$ $\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^8}$ $\frac{1}{x^9}$ $\frac{1}{x^{10}}$ $\frac{1}{x^{11}}$ $\frac{1}{x^{12}}$ $\frac{1}{x^{13}}$ $\frac{1}{x^{14}}$ $\frac{1}{x^{15}}$ $\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^9}$ $\frac{1}{x^{10}}$ $\frac{1}{x^{11}}$ $\frac{1}{x^{12}}$ $\frac{1}{x^{13}}$ $\frac{1}{x^{14}}$ $\frac{1}{x^{15}}$ $\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^{10}}$ $\frac{1}{x^{11}}$ $\frac{1}{x^{12}}$ $\frac{1}{x^{13}}$ $\frac{1}{x^{14}}$ $\frac{1}{x^{15}}$ $\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^{11}}$ $\frac{1}{x^{12}}$ $\frac{1}{x^{13}}$ $\frac{1}{x^{14}}$ $\frac{1}{x^{15}}$ $\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^{12}}$ $\frac{1}{x^{13}}$ $\frac{1}{x^{14}}$ $\frac{1}{x^{15}}$ $\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^{13}}$ $\frac{1}{x^{14}}$ $\frac{1}{x^{15}}$ $\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^{14}}$ $\frac{1}{x^{15}}$ $\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^{15}}$ $\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^{16}}$ $\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^{17}}$ $\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^{18}}$ $\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^{19}}$ $\frac{1}{x^{20}}$

$\frac{1}{x^{20}}$

Ключ исходных данных
 $R_H = 0.132$ $R_P = 0.132$
 $R_L = 0.005$ $b_P = 0.025$ $b_0 = 0.01$ $b_6 = 0.907$
 $\Delta L = 0.06$ $V_T = 10$ $\mu = \frac{60 \pi}{180}$

Ключ расчетных данных
 $\omega = \frac{5 \cdot V_T}{18 \cdot R_H}$ $\omega = 13.263$
 $\alpha_0 = R_P - \left(b_P + \frac{b_0}{2} \right) \cdot \cos(\mu)$ $\alpha_0 = 0.135$
 $R_0 = \alpha_0 + b_0 + \frac{b_6}{2}$ $R_0 = 0.147$
 $T = 2 \cdot R_H$ $T = 1.144$
 $\alpha = 2 \cdot R_H$ $\alpha = 0.264$
 $\varphi(t) = \frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18 \cdot R_H}$ $\rho(t) = 4 \cdot R_H \cdot \sin\left(\frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18 \cdot R_H}\right)$

Параметрические уравнения траекторий движения точек
 $x(t) = R_H \left(\frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18 \cdot R_H} - \sin\left(\frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18 \cdot R_H}\right) \right)$ $y(t) = R_H \left(1 - \cos\left(\frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18 \cdot R_H}\right) \right) - \Delta L$
 $x_P(t) = \frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18} - R_P \cdot \sin\left(\frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18 \cdot R_H}\right)$ $x_P(t) = R_H - R_P \cdot \cos\left(\frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18 \cdot R_H}\right) - \Delta L$
 $x_0(t) = \frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18} - R_0 \cdot \sin\left(\frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18 \cdot R_H}\right)$ $y_0(t) = R_H - R_0 \cdot \cos\left(\frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18 \cdot R_H}\right) - \Delta L$

Скорости и длины траекторий движения точек
 $v(t) = \frac{5 \cdot V_T}{9} \cdot V_T \cdot \left| \sin\left(\frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18 \cdot R_H}\right) \right|$ $l(t) = \int_0^t \frac{5 \cdot V_T}{9} \cdot V_T \cdot \left| \sin\left(\frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18 \cdot R_H}\right) \right| dt$
 $v_P(t) = \frac{5 \cdot V_T}{18 \cdot R_H} \sqrt{R_P^2 + R_H^2 - 2 \cdot R_H \cdot R_P \cdot \cos\left(\frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18 \cdot R_H}\right)}$ $l_P(t) = \int_0^t \frac{5 \cdot V_T}{18 \cdot R_H} \sqrt{R_P^2 + R_H^2 - 2 \cdot R_H \cdot R_P \cdot \cos\left(\frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18 \cdot R_H}\right)} dt$
 $v_0(t) = \frac{5 \cdot V_T}{18 \cdot R_H} \sqrt{R_0^2 + R_H^2 - 2 \cdot R_H \cdot R_0 \cdot \cos\left(\frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18 \cdot R_H}\right)}$ $l_0(t) = \int_0^t \frac{5 \cdot V_T}{18 \cdot R_H} \sqrt{R_0^2 + R_H^2 - 2 \cdot R_H \cdot R_0 \cdot \cos\left(\frac{5 \cdot V_T \cdot t}{18 \cdot R_H}\right)} dt$

. 2.37.

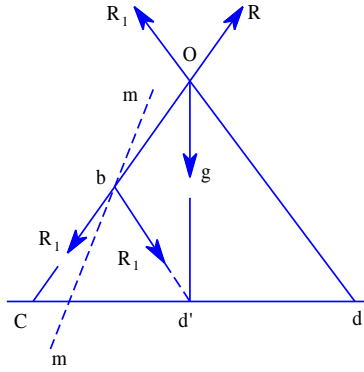
MathCad

3. ОБОСНОВАНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Обоснование конструкции двухдискового сошника с усеченно-конусными ребрами-бороздкообразователями

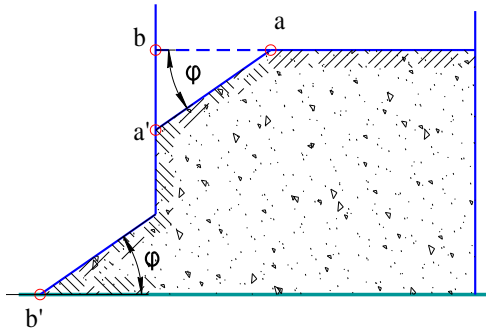
8° – , 18° –
15 7,5 .
7,5 .
8° 18°,
(),
;
[3].
(10...15 /).
8°

() 14°, -
 , -
 . , , -
 . : -
 10 / , -
 . -
 - , -
 : , -
 , -
 . , -
 , -
 1. , -
 . , -
 , , -
 , -
 . , -
 , b (.3.1), -
 , cbd' , -
 . b , -
 , mm , ced' -



. 3.1.

2. , , , -
 φ (. 3.2). ,
 φ .
ab

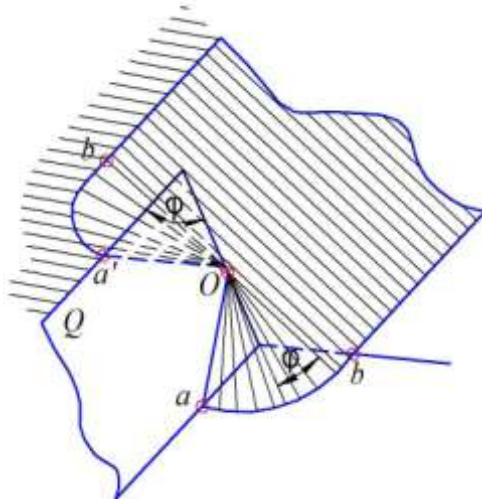


. 3.2.

3. ,
 (. 3.3). , *Oab* *O*, -

$Q,$

φ



.3.3.

$Q,$

(.3.3).

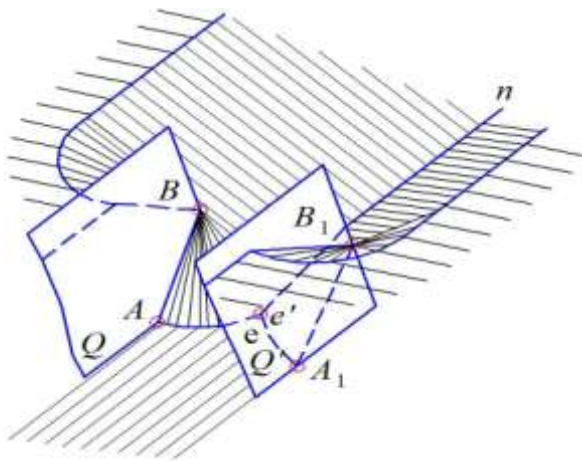
$Q Q',$

$A_1B_1e.$

e'
(.3.4).

$ee',$

ABe



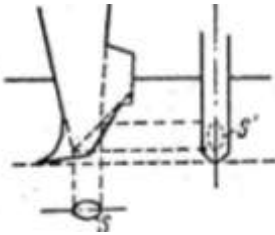
.3.4.

$S(S')$

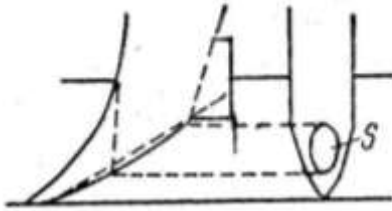
(.3.5).

[12].

(. 3.5, б)



a



б

. 3.5.

a - ; б -

(. 3.6)

1

2

3,

(

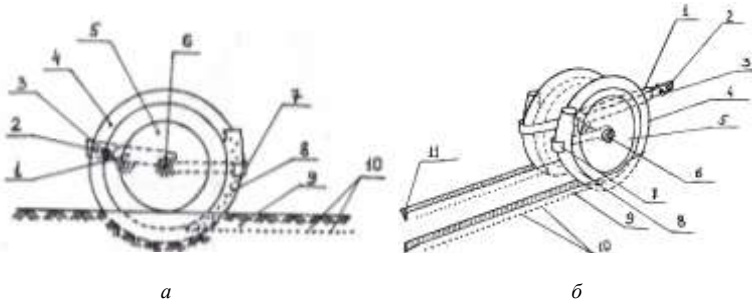
)

4

-

5.

(. 3.6, 3.7).



. 3.6.

a - ; 6 - ; 1 -
 4 - ; 5 - - ; 8 - ; 9 -

- ; 2 - ; 3 - ;
 ; 6 - ; 7 - ;
 ; 10 - ; 11 -

6.

7,

8.

3.

4

-

1
 2
 5 -

6

0°.

9

10,

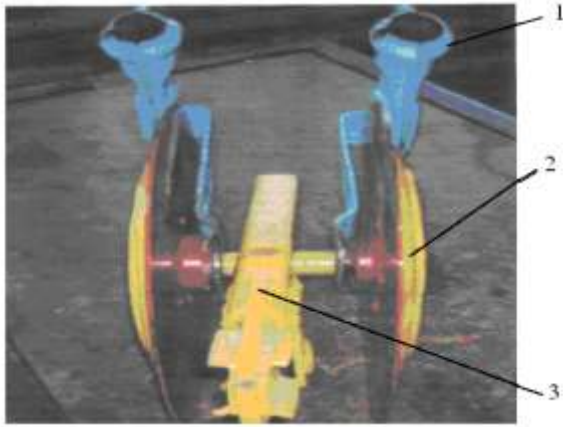
8 (. 3.6).

4

5

11 (. 3.6, б).

5



.3.7.
 ;2- (;3-) : I -

0°

10...15 /

0°

12,5

1,2...1,25 / ³.

(. 3.8, 3.9).



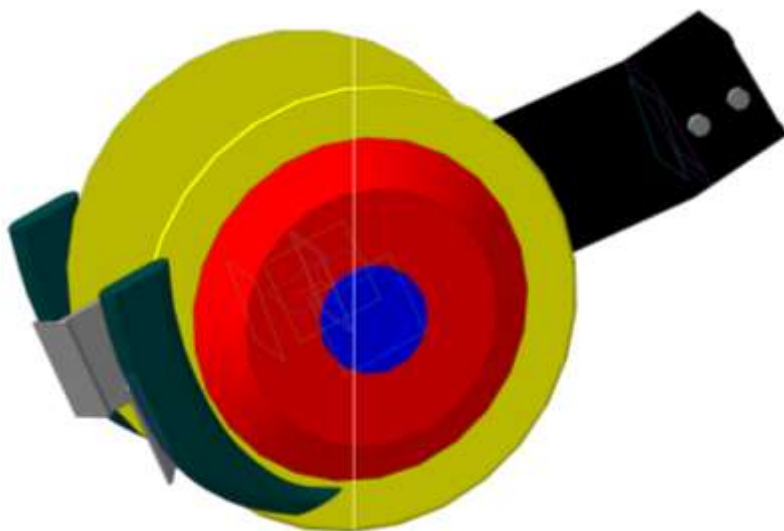
. 3.8.



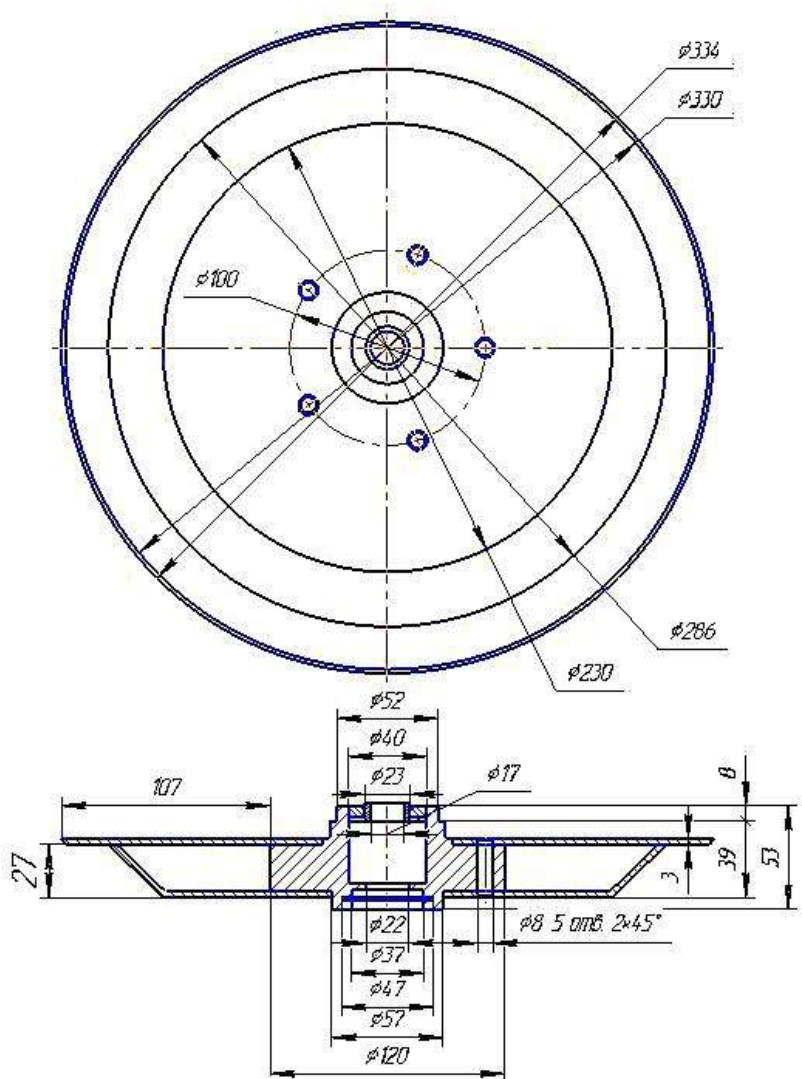
. 3.9.

3.2. Разработка технической документации на изготовление двухдискового сошника с усеченно-конусными ребрами-бороздкообразователями

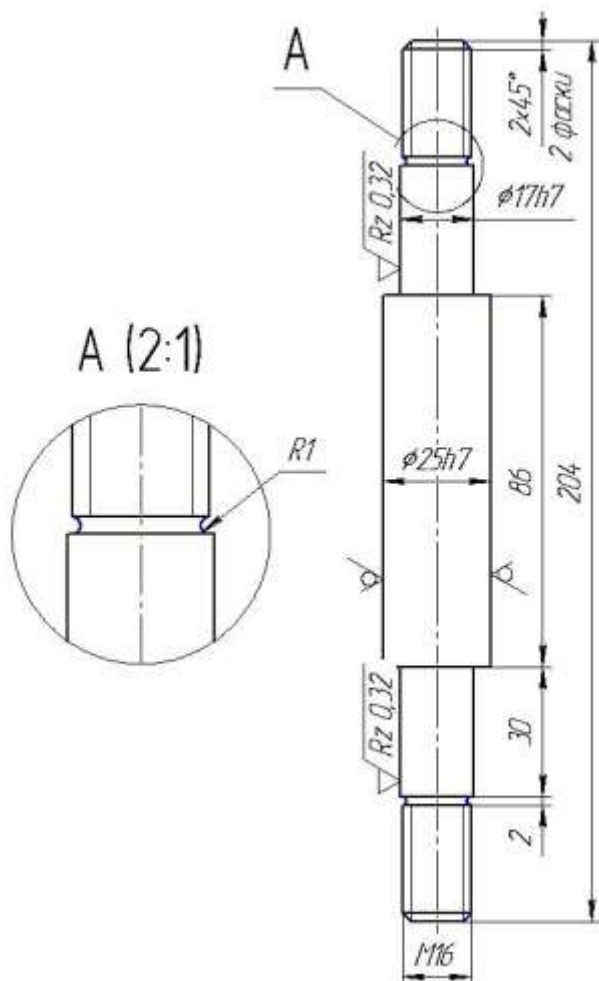
- « » -
-
-
(. 3.10–3.16).
« »
- (. 3.17).



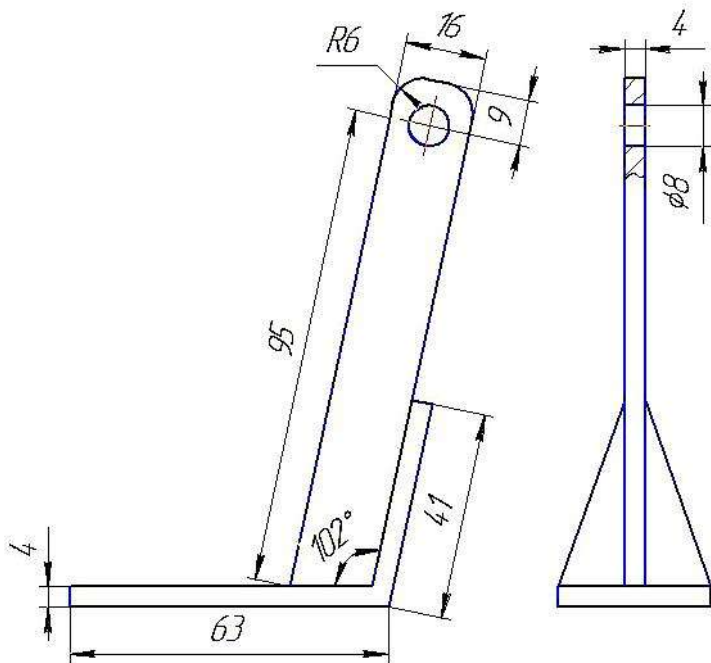
. 3.10.



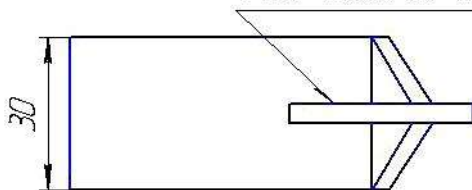
. 3.11.



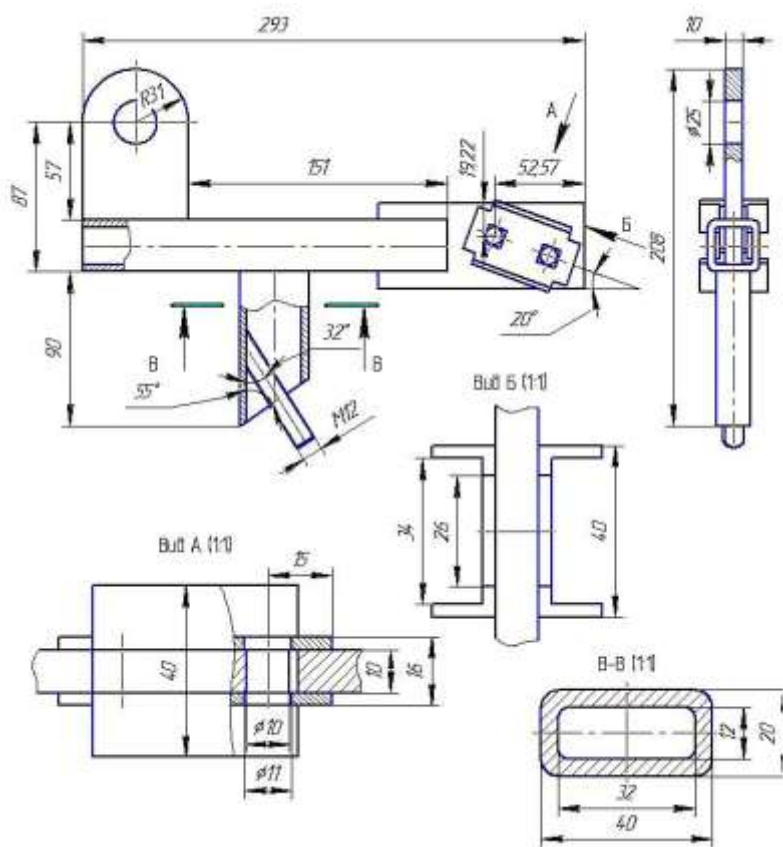
. 3.12.



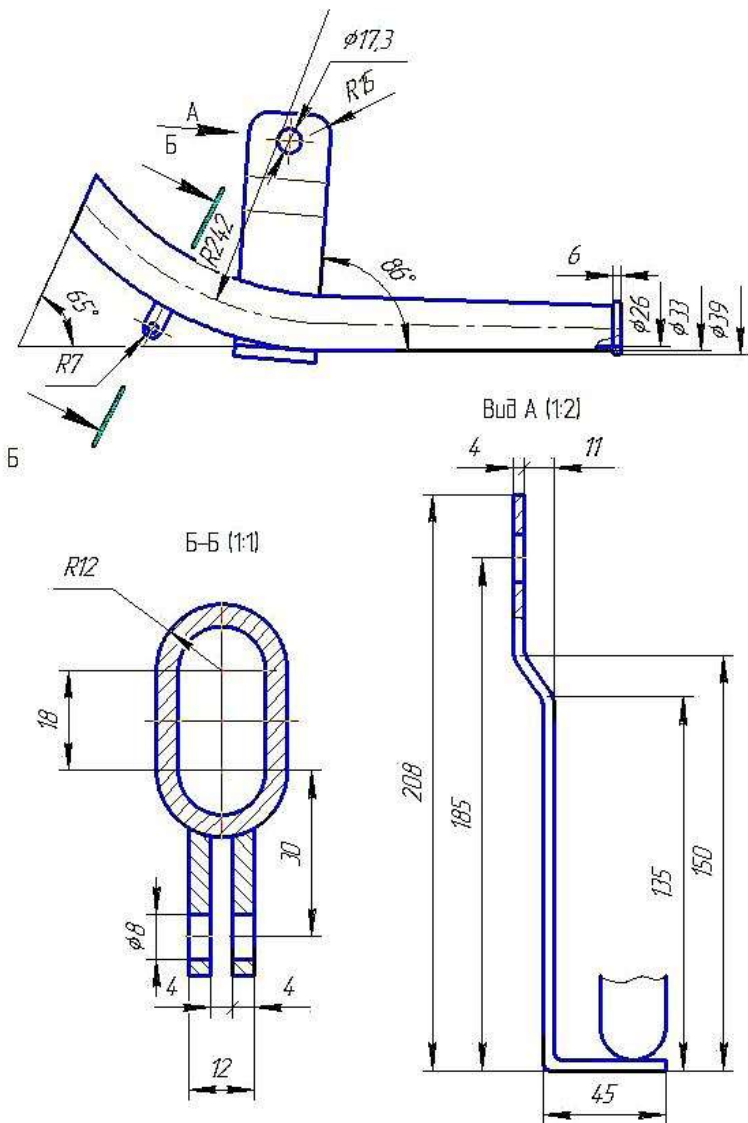
ГОСТ 14806-80-T5-PH3-△ 6-50Z 100 □



. 3.13.

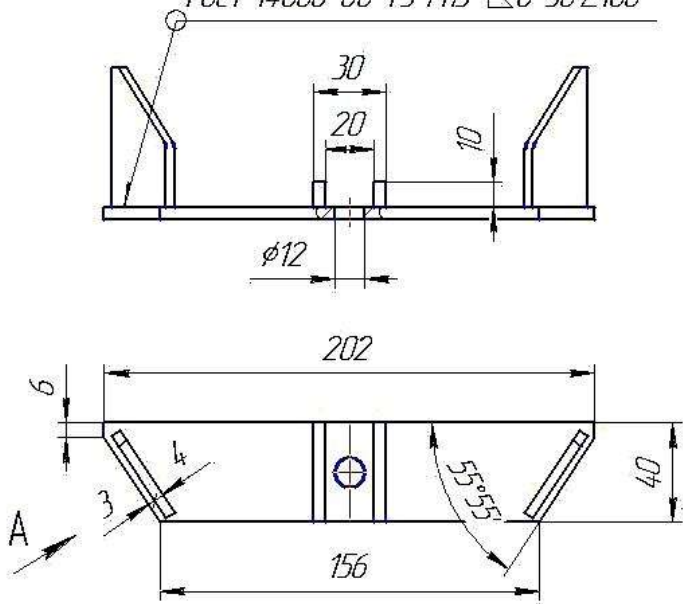


. 3.14.

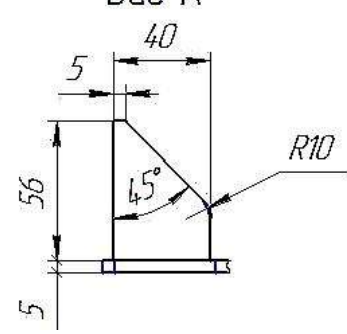


. 3.15.

ГОСТ 14.806-80-T5-PH3-6-50Z100



Вид А



. 3.16.



. 3.17. -

« » , -
(.3.18).



. 3.18.

3.3. Разработка технической документации на изготовление однодискового сошника с двухсторонними (симметричными) ребрами-бороздкообразователями

3.3.1. Новый макетный образец однодискового сошника с двухсторонними симметричными ребрами-бороздкообразователями

400 ,
30° (. 3.19, 3.20).

286 ,



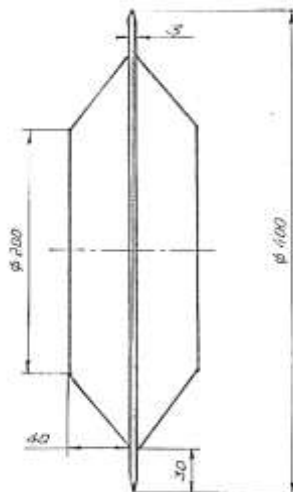
. 3.19.

()



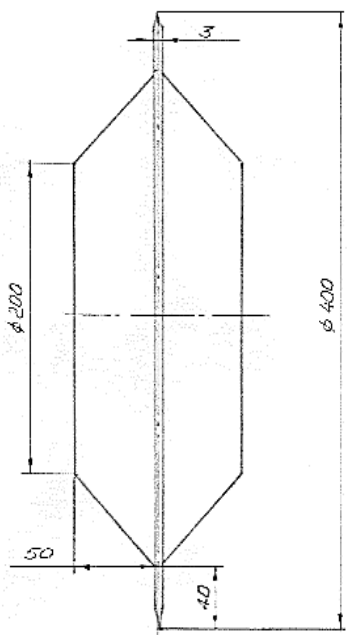
. 3.20.

()

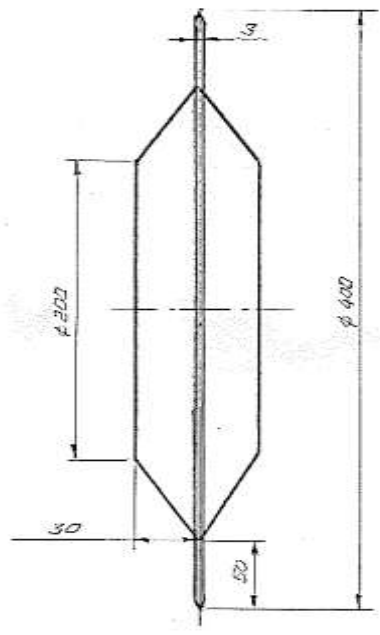


. 3.21.

(1)



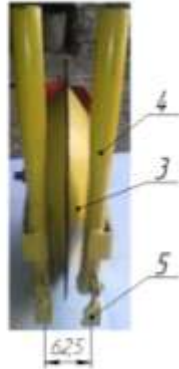
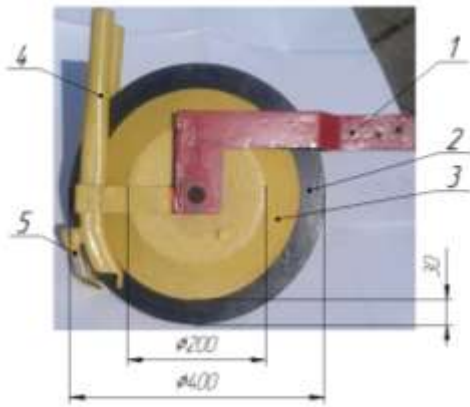
3.22. (2)



3.23. (3)

3.3.2. Новые образцы высокоскоростных дисковых сошников

(3.24–3.26)
 3 , 400
 200 , 30°

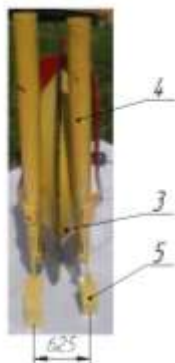
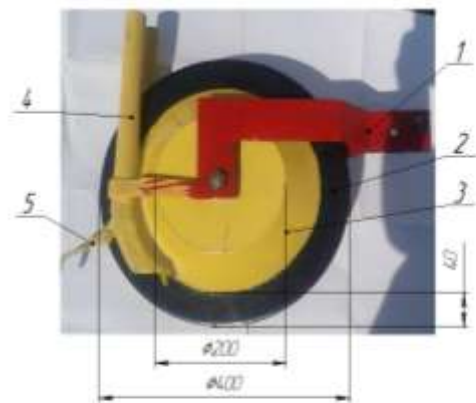


.3.24.

1- ; 2- ; 3- (1);
 4- ; 5-

- :
 - -40 ;

-30 .

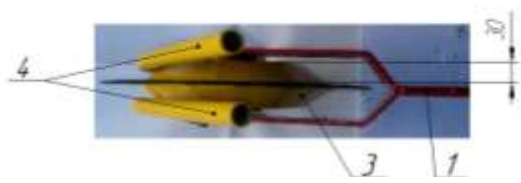
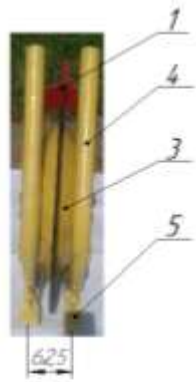
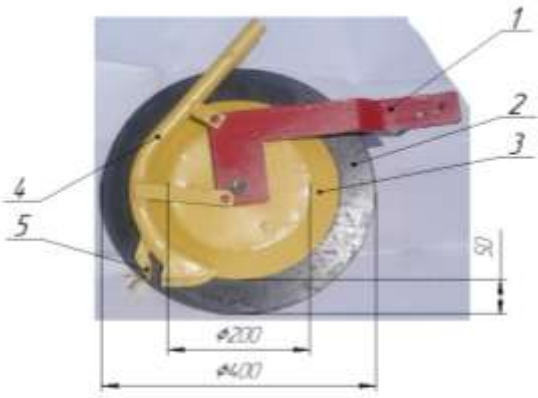


. 3.25.

1 - ; 2 - ; 3 - (2);
 4 - ; 5 - ;

- :
 - 50 ;

- 40 .



3.26.

1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - ; 5 - (3) ;

- ;

- 30 ;

- 50 .

3.3.3. Апробация однодискового сошника с симметричными двухсторонними ребрами-бороздкообразователями для узкорядного посева зерновых культур

14–16 % . 8,6 10,3 / . (, -) 3 . (3.27, 3.28).



. 3.27.

8,6 /



. 3.28.

10,3 /

4. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

15 / , [43, 44].

300; 325 350 1,0; 1,5 2,5
(. 4.1).

) 255 ;) 260 ;) 265 ; – 220 ;

15...25 .

(.4.2).
.4.1-4.5.



.4.1.



.4.2.

160 (16)



. 4.3.



. 4.4.

()



. 4.5.

14 /

, 1...3 .
 200 . -
 : , -
 12,5 . -
 , -3,6, -5,4. ,
 , -3,6, -5,4. -
 - .
 , -
 « » . -
 , -
 50 . 100 , -
 (6, 10 14 /) -
 (120, 160 200) . -
 9. , -
 - . -
 . 4.1. -
 -6, -6 -
 -10 . -6 -
 , -6 - . -
 . 4.6-4.9. -

4.1. Лабораторно-полевые исследования двухдисковых сошников с коническими ребрами-бороздкообразователями

	-6	-6	-
1			
2	60	120	120
3	80	140	160
4	100	160	200



. 4.6.

(-)



. 4.7.

(-)



. 4.8.

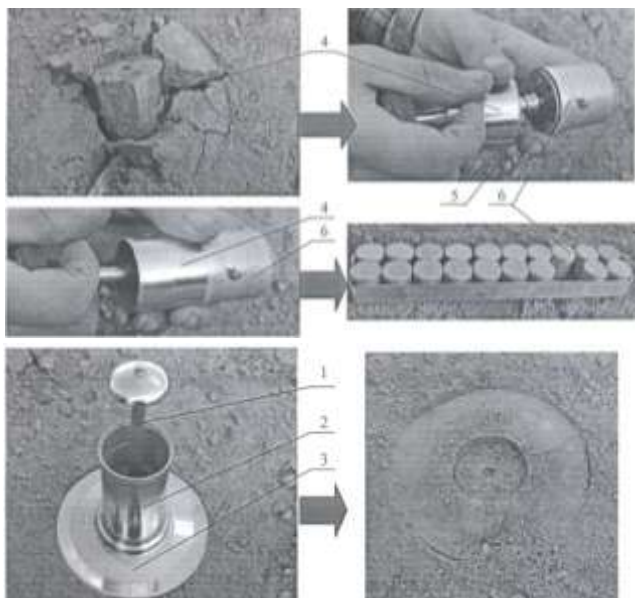
-6



. 4.9.

-6

-25 + : - () :
 - 19...21 %.
 9 : 1,67; 2,78 3,89 / . -
 - -25 + , 12,5 . -
 (120, 160, 200) . 9 (3 · 3 = 9). -
 6- .
 -2 .
 :
 - : $P_1 = 120$ (12); $P_2 = 160$
 (16); $P_3 = 200$ (20);
 - : $v_1 = 1,67 / (6 /) -$;
 $v_2 = 2,78 / (10 /) -$; $v_3 = 3,89 / (14 /) -$ -
 .
 50 .
 :
 - ;
 - .
 (, ,) .
 (. 4.10) .



1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - ;
5 - ; 6 -

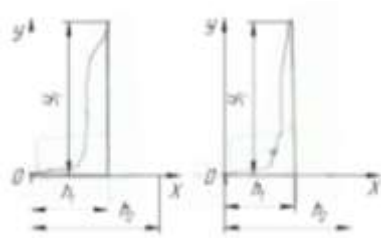
4.1. Определение твердости почвы в бороздках

(. 4.11, а) -
0...5
17,1 % 5...10 13,6 % 0...5 ,
0,13...0,16 .
-
-
. 4.11, б.
,
 h_2 ,
--

$$p = R / F, \quad (4.1)$$

$R -$
 $F -$

, ($F = 48 \cdot 106^2$).



a

b

$a -$.4.11.

$b -$:

:

$$R = y, \quad (4.2)$$

($= 784,8$ /);
 $y -$ (),

,
 (,) , $R_1 -$
 -

$$R_1 = qv, \quad (4.3)$$

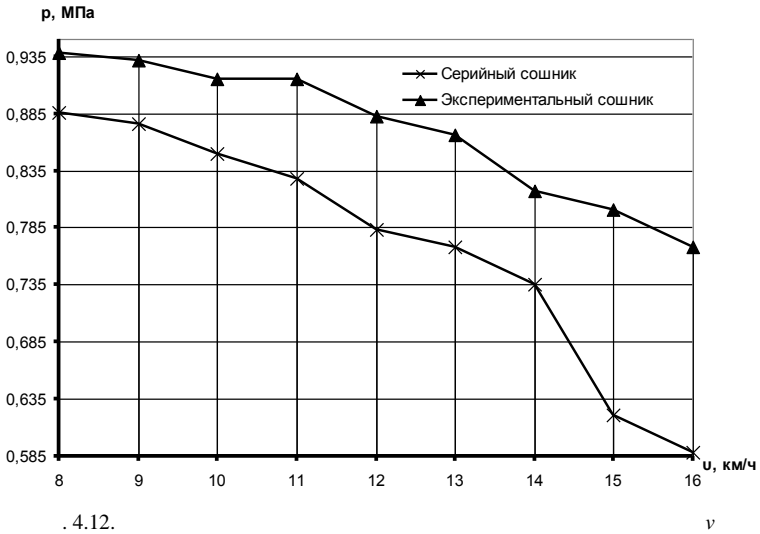
$R_1 -$, ;
 $q -$ -
 , / 3 .

F h_1 :

$$v = Fh_1. \quad (4.4)$$

$$q = R_1 / v. \quad (4.5)$$

$v,$ (. 4.12).



. 4.12.

. 4.12,

4.2. Методика измерений тягового сопротивления экспериментального сошника

«Spider 8»

(. 4.13, а),

(. 4.13, б).



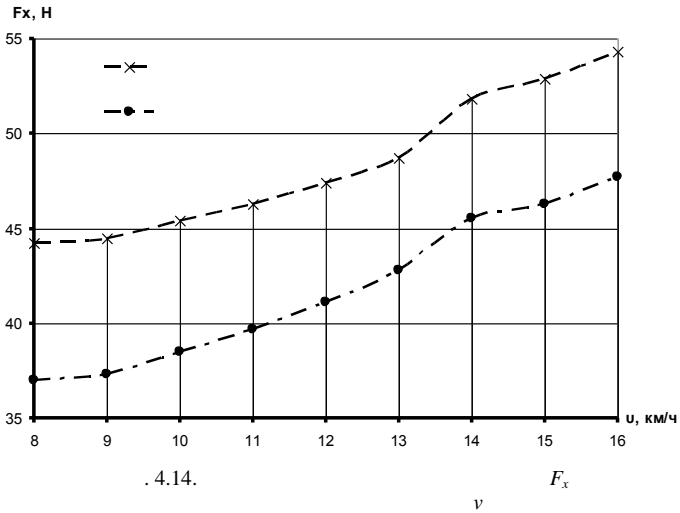
a



b

4.13. «Spider 8»; б –
()

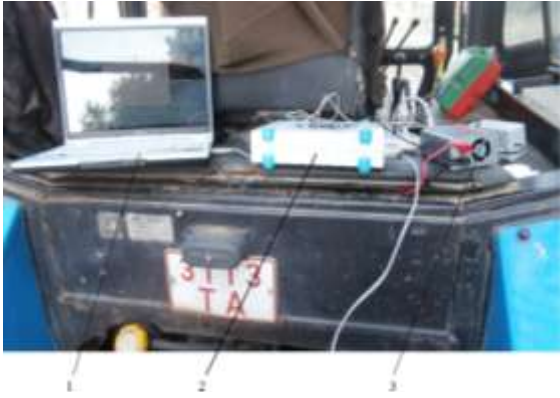
(4.14).



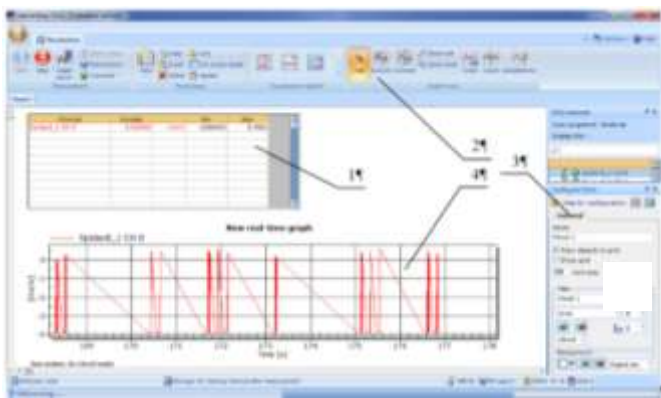
(. 4.16).

(. 4.15)

Carman

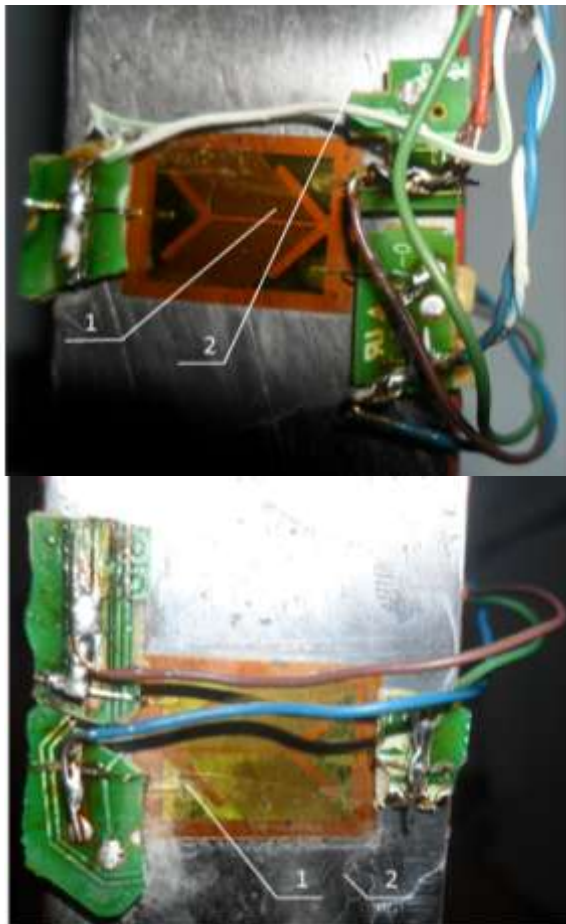


. 4.15. «Spider 8»; 3 – : 1 – ; 2 –



. 4.16. Carman: 1 – ; 2 – ; 3 – ; 4 –

«Spider 8».
 (. 4.17, 4.18)



. 4.17.
 (: 1 -) , 2 -



. 4.18.

():
 1 – ; 2 – ; 3 –
 ; 4 – ; 5 –

4.3. Методика лабораторных исследований однодисковых сошников в почвенном канале

[31, 47–49].

4.4. Методика исследования значимости изменяемых технологических и конструктивных параметров однодискового сошника, влияющих на равномерность распределения семян по глубине

4.2. Факторы и их уровни однодискового сошника с симметричными бороздкообразователями

	(-1)	(+1)
1. $v, /$	3,0	10,0
2. $-$	10,0	50,0
3. $l,$	10,0	40,0
4. $h,$	0,01	0,08
5. $, Fn,$	100	200

4.5. Методика лабораторных поисковых исследований

1.

2.

3.

—

—

—

—

;

— , , -
 -
 -
 -
 1. : -
 , -
 () , -
 -
 -
 2. ; -
 ; -
 -
 3. — -
 , -
 -

4.6. Установка, приборы и оборудование в лабораторных исследованиях однодисковых сошников с минимальным углом атаки

- , -
 : -
 - ; -
 - ; -

(. 4.19).



. 4.19. ()

-10

4.7. Лабораторная установка для исследования однодисковых сошников с минимальным углом атаки диска

(. 4.20).

-10

1,5 .

40, 30 50 .



. 4.20.

250, 350 450

(. 4.21).



.4.21.

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

5.1. Результаты экспериментальных исследований двухдискового сошника

5.1.1. Исследование зависимости ширины бороздки от скорости движения посевного агрегата (дисков)

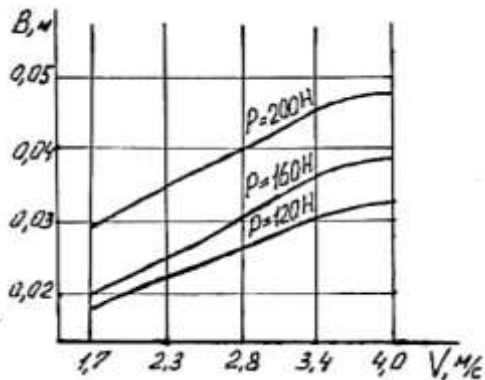
(рис. 5.1)

3,4 / .
3,4 4 / .

0,05 .

0,1 ,

0,125



. 5.1.

(. 5.2).

(-25 + 4 / .

)



. 5.2.

-25

0,125

4 /

0°

3...4 /

0°

125

1,2...1,25 / ³ [28].

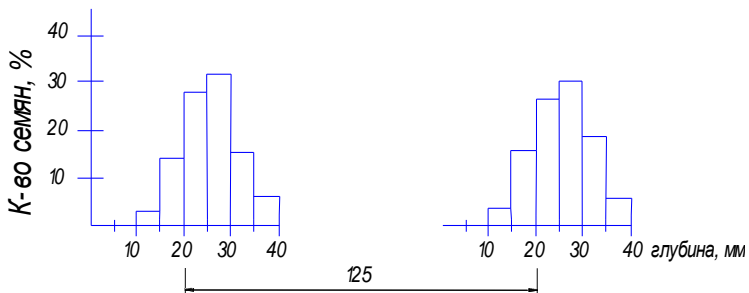
3...4 / .

[39].

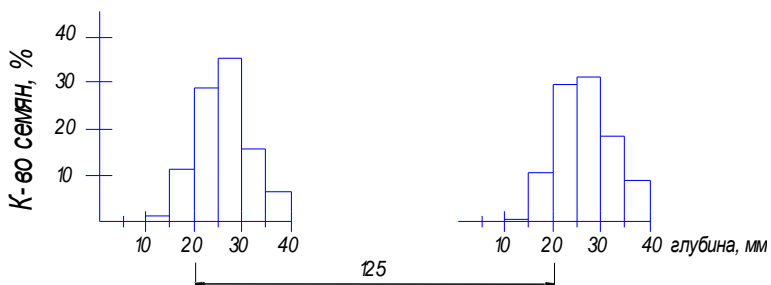
4 /
200
v = 3,4 /
v = 4 /
0,125
4 /
0,05 .

5.1.2. Влияние скорости движения посевного агрегата и давления на двухдисковый сошник с усеченно-конусными ребрами-бороздкообразователями на распределение семян по глубине

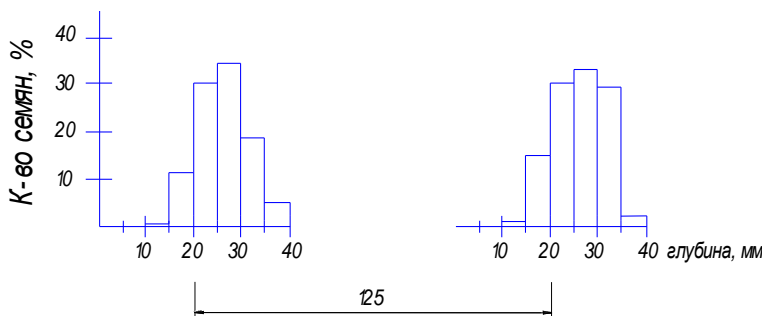
4,67 3,89 /
120 200 (. 5.3–5.5).
200
1,67 / (6 /) 20...30
6 %.
(5...10- 4...5 %.
35...40-) 200
,
, . 5.3–5.5.



a



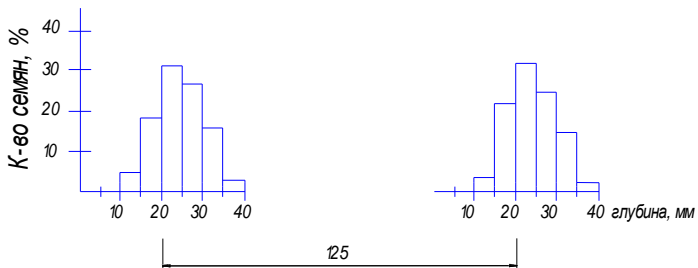
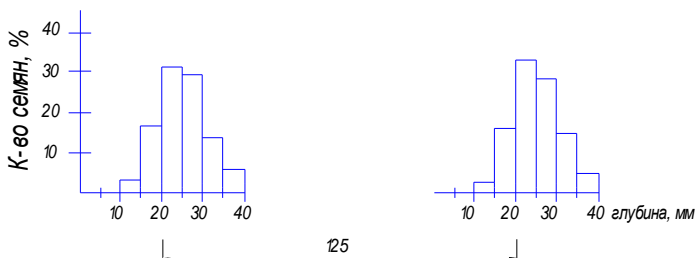
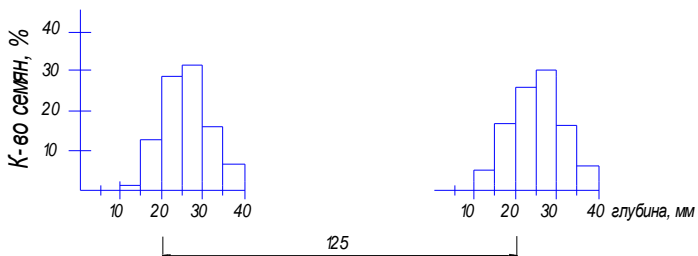
б



в

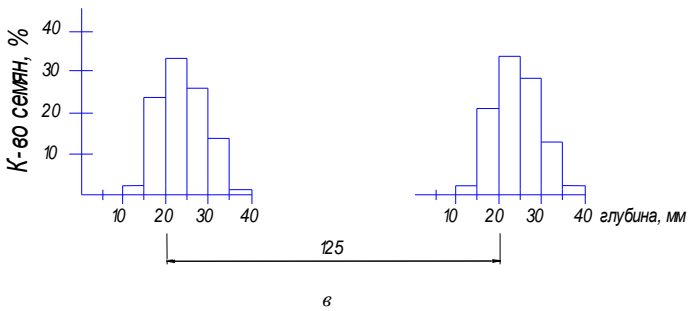
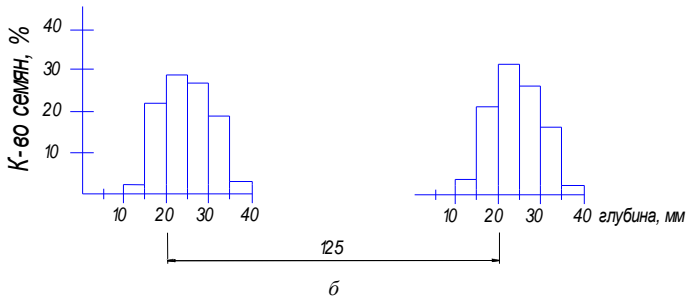
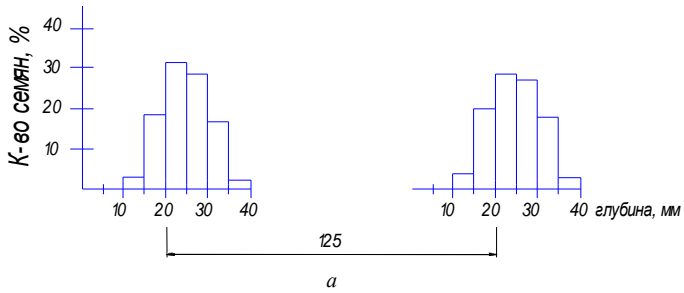
.5.3.

б - 1,67 / (6 /): a - 120 ;
 160 ; в - 200



.5.4.

б – 2,78 / (10 / 160); а – 120 ;
в – 200



. 5.5.

$\bar{b} - \frac{3,89}{160} / (14 / 160) : a - \frac{120}{200} ;$
 $\bar{в} - \frac{2,78}{160} / (14 / 160) : a - \frac{120}{200} ;$

$\frac{2,78}{160} / (14 / 160) : a - \frac{120}{200} ;$

$25 \dots 30$

5 %, 20...25 – 2...3 %.

3,89 / -

20...25 5...6 %, 2...5 %.
 30...35 80 % (15...25)
 25...35) 90 %

h :

$$h = \sqrt{\frac{G}{10,75 + 0,00687v^2}} \quad (5.1)$$

5.1 h ,
 h ,

5.1. Результаты лабораторно-полевых опытов по глубине укладки семян в бороздки

v , /	8	12	16	8	12	16	8	12	16
G ,	120			160			200		
h_c -	3,49	3,01	3,17	3,97	3,53	3,59	4,12	4,05	4,10
,	0,43	0,54	0,49	0,38	0,48	0,43	0,42	0,44	0,55
, %	12,39	17,98	15,53	9,63	13,65	11,90	10,74	10,89	13,32
-	3,14	2,58	2,77	3,66	3,14	3,24	3,55	3,69	3,65
-	3,84	3,44	3,58	4,28	3,92	3,94	4,23	4,41	4,55
,	3,29	3,21	3,09	3,80	3,70	3,57	4,25	4,14	3,99
h -	-6,04	6,19	-2,49	-4,46	4,72	-0,51	3,03	3,23	-2,68
h , %									
$h - h$,	0,32	0,26	0,18	0,37	0,30	0,21	0,41	0,34	0,24

. 5.1

0,38...0,55 , -
10,74...17,98 %.
6 %.
 $h - h$. ,

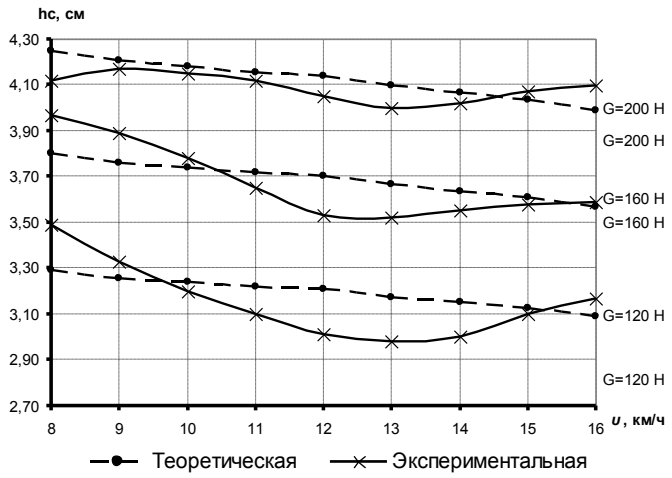
G.

. 5.6

v -
 G -
 h -
 h -

h

h



. 5.6.

v -
 G -
 h_c -

0,18...0,41 .

-10

. 5.2.

**5.2. Урожайность ячменя при сравнительных испытаниях
модернизированной селекционной сеялки с экспериментальными
двухдисковыми сошниками и комбинированного почвообрабатывающе-
посевного агрегата с однодисковыми сошниками**

Первый вариант			
1	45,7 /	46,5 /	2
3	46,1 /	45,4 /	4
5	45,3 /	45,9 /	6
7	45,6 /	45,7 /	8
Второй вариант			
9	45,1 /	44,9 /	10
11	46,2 /	45,7 /	12
13	46,1 /	45,9 /	14
15	45,8 /	46,4 /	16
Третий вариант			
17	45,4 /	45,7 /	18
19	44,8 /	46,1 /	20
21	45,3 /	45,5 /	22
23	46,3 /	45,9 /	24

« »

3-

-10

-3 .

3 /

« -2022»

45,5 / ,

« -2022»

-3

+
-10 - 46,0 / .

3 /

45,8 / ,

-10

4 / - 45,7 / .

3 /

- 3 4 / 45,6

45,5 /

4,3 , 1,9 3,6 . 0,8

3,48 , -2,85 , 12,2 % ,

v 4 /

2,63 , 10,8 % , v 3 / .

-3 ,

. 5.7.

1,67 / (6 /) 120

1,0...2,0 60...70 %

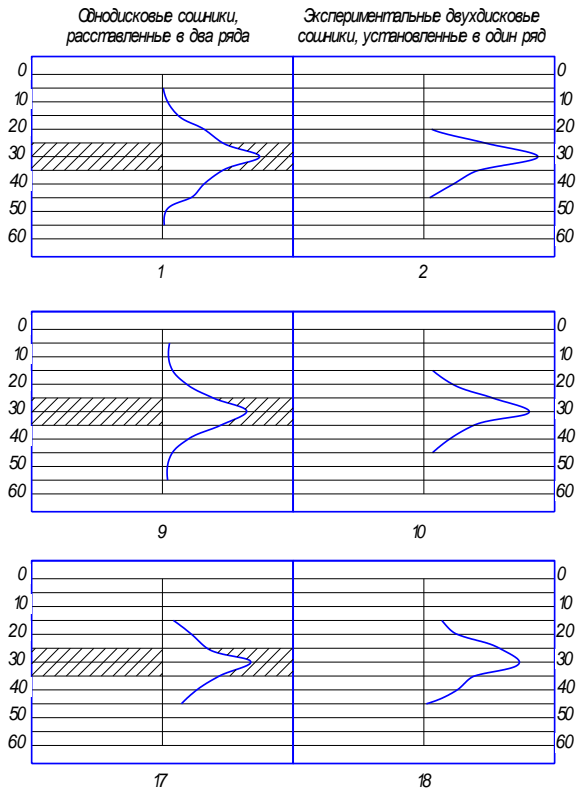
160 (16) ,

1,0...2,0 , 65...73 %;

200 1,0...2,0

70...75 %.

10,0 / 1,0...2,0 0,5 , 6,0 / -
 2,7 0,4 6,0 / , -



. 5.7.

-10

-3

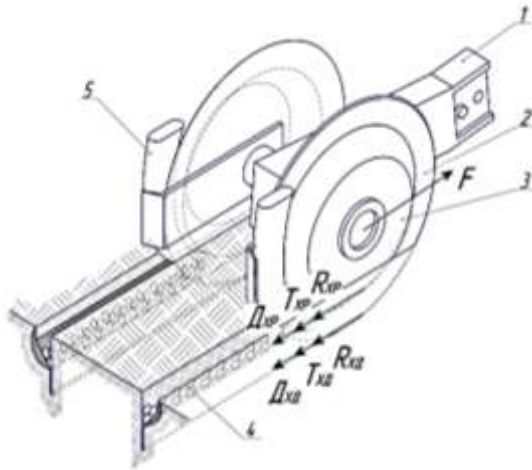
-6, -6, -5.4.

(14 /)

5.1.3. Определение тягового сопротивления экспериментального двухдискового сошника

(.5.8)

(5.1).



.5.8.

1 – ; 2 – ; 3 – ; 4 – ; 5 –

$$F = R_x + R_x + T_x + T_x + x + x, \quad (5.1)$$

$F -$

$R_x -$;

$R_x -$, ;

$T_x -$, ;

$T_x -$, ;

$x -$, ;

$x -$, ;

$x -$, .

[23].




$= 0,3...0,35$; $= 0,25...0,30$;
 $b = 0,01...0,04$;
 $v = 1...5 / (3,6...18 /)$;
 $G = 100...600$.

. 5.3.

5.3. Зависимость тягового сопротивления от конструктивных и технологических параметров двухдискового сошника с нулевым углом атаки дисков и внешними усеченно-конусными ребрами-бороздкообразователями (Н)

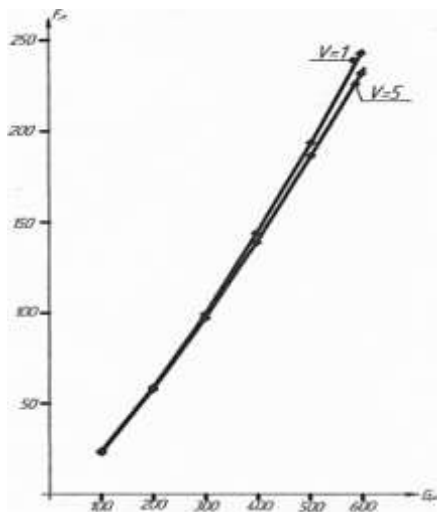
v, /	G,	R = 0,15 , R = 0,175 , b = 0,04 , $\mu = 45^\circ$, $\alpha = 20^\circ$			
		I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6
3,6	100	20,350	22,506	25,850	–
	200	59,796	59,917	64,801	–
	300	109,153	104,280	109,538	118,030
	400	166,573	154,990	158,433	168,311
	500	231,440	210,760	211,618	221,606
	600	303,512	270,919	268,642	278,267
4,8	100	20,064	22,220	26,037	–
	200	58,762	59,169	63,790	–
	300	107,503	103,444	108,570	118,173
	400	165,044	153,241	158,114	168,663
	500	227,579	208,593	210,298	221,419
	600	298,408	267,718	266,706	278,135
6,0	100	19,437	21,846	25,619	–
	200	57,156	58,410	64,614	–
	*300	104,819	102,003	108,251	118,459
	400	159,764	151,195	156,409	168,399
	500	222,024	204,383	208,483	220,990
	600	290,147	263,670	264,000	276,606

1	2	3	4	5	6
7,2	100	18,656	21,516	25,707	-
	200	55,176	57,167	63,734	-
	•300	101,214	100,276	106,920	118,602
	400	154,462	148,280	154,913	167,673
	500	214,478	200,618	206,690	219,681
	600	270,336	257,587	261,041	275,308
8,4	100	17,633	20,999	25,806	-
	200	52,646	56,045	63,756	-
	•300	97,339	97,790	106,018	118,822
	400	148,764	144,683	153,076	167,222
	500	206,338	195,503	203,489	218,966
	600	268,840	251,152	256,729	273,251

 - I; G
 - $6,0 \quad 8,4 \quad / ;$ v
 - v III-IV -
 $3,6 \quad 8,4 \quad / .$

. 5.3 , -
 $b = 0,03 \quad b = 0,04$ -
 $1,0 \quad / \quad 5,0 \quad /$ -

. 5.9 , -
-



.5.9.

$$F = b G^v$$

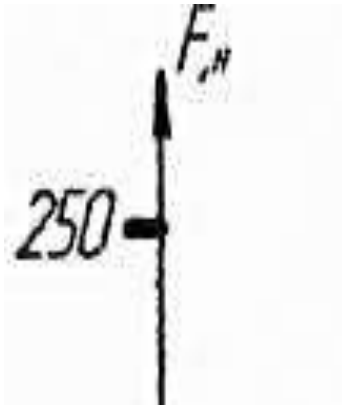
(v = 1,0; 3,0; 5,0 /)
(b = 0,01)

	G = 100	G = 600	
20	230		-
	.5.9,		-
	G		-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-

(.5.10). , , ,
5,0 /

$$b = 0,03$$

$$v = 1,0$$



. 5.10.

F

-

$$v = 1,0; 5,0 / G$$

$$b = 0,03$$

. 5.11

-

$$1,0 \quad 5,0 / (3,6...18 /)$$

$$G = 100...500 . ,$$

$$(100...300)$$

$$(54$$

$$47$$

$$G = 200) .$$

$$(400...500)$$

$$- 210$$

187 ,

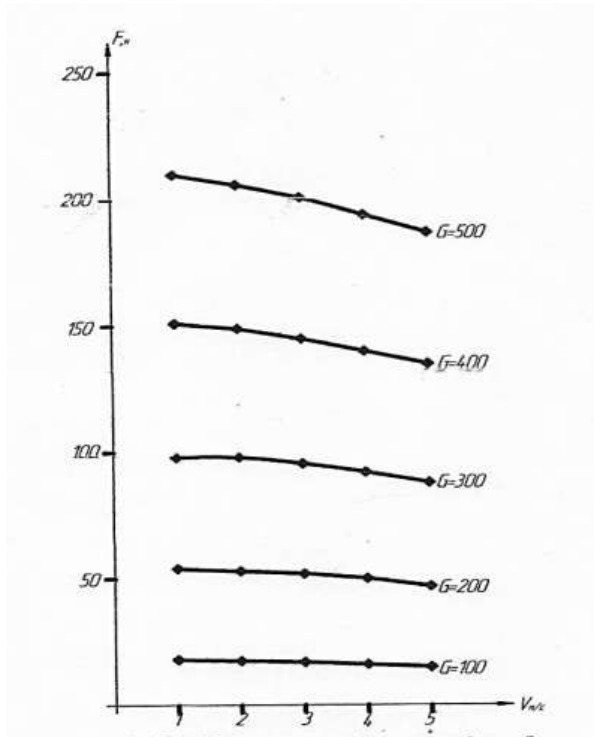
$$G = 500 .$$

. 5.12

F

$$1 / (3,6 /)$$

$$G = 100...200$$



. 5.11.

F

$\frac{v}{G}$

$b = 0,01$

0,01 0,04

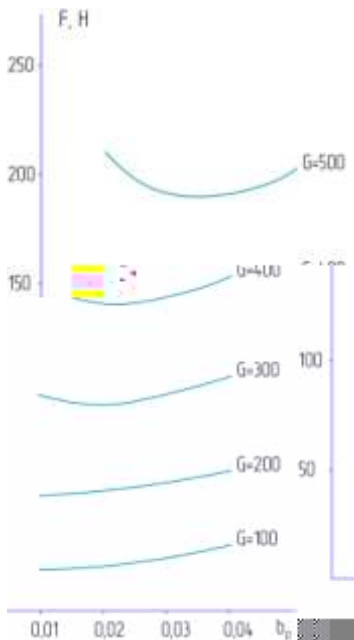
300, 400 500

$G,$
0,01 0,02
5, 10 19

5; 6,6 9 %.

b 0,01

0,02



. 5.12.

F

b

$$v = 1,0 /$$

G

$b = 0,04$

0,04

$b = 0,02$

$G,$

300, 400 500

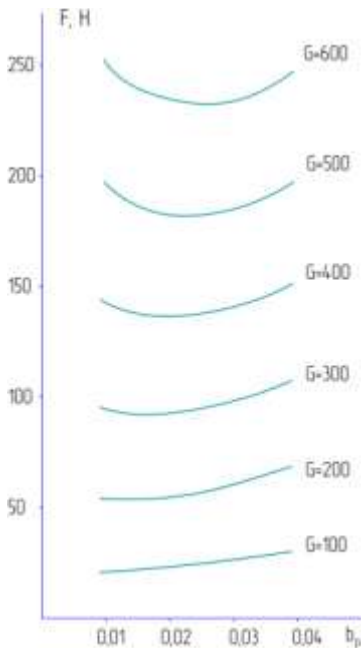
12,6; 8,6 6,3 %.

$b = 0,02 \dots 0,03$

(. 5.13, 5.14)

b

$$v = 3,0 / (10,8 /) \quad 5,0 / (18 /)$$



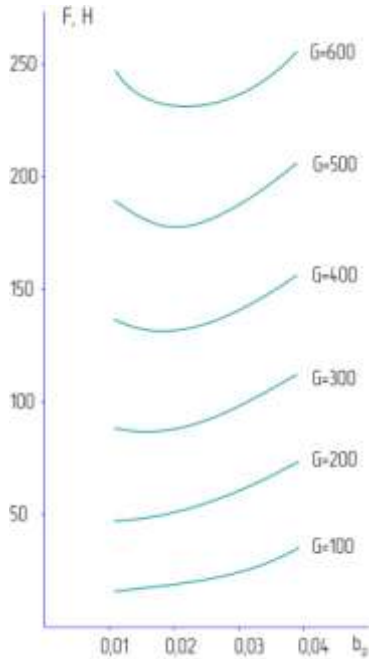
5.13.

F , b , G
 $\nu = 3,0$ / $\nu = 1,0$ / G
 b c
 $\nu = 1,0; 3,0$ 5,0 / F
 . 5.13, 5.14
 F b -
 $\nu = 1,0$ 5,0 / , -
 $G = 300$, 3,0 5,0 /
 4 % , $G = 600$ $b = 0,02$ -

4,5 %.

$G = 300$

$v = 3,0 \quad 5,0 /$
 $11,4 \quad 10,8 \%$



. 5.14.

F

b_s

$v = 5,0 / G$

F

$F = 250$

G

$v.$

$v = 5,0 /$

$b = 0,02$)
 $b = 0,04$

12,5

95 %

(ATT

80 %).

-5,4.

-6, -6

5.1.4. Реализация результатов исследований

	,		-
		-	-
		:	
-		- 334 ;	
-		- 3 ;	
-		- 286 230 ;	
-	()	- 27 ;	
-		- 42 ;	
-		- 242 .	
			-
		-	-
	« » (.) .		-
	,		-
«	» .		-
	« » 2010 2011 . .		-
	.		-
	« » .		-
	078-2007		-
	,		-
	.		-
			-
	() «		-
»	2006-2010 . 2016-2018 .		-
			-
,			-
			-
	-		-
	,		-
	.		-

5.2. Результаты экспериментальных исследований однодисковых сошников

5.2.1. Многофакторный эксперимент по построению линейной многофакторной регрессии

[1, 2, 3].

$$\overline{grad}(\varphi) = \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} \bar{i} + \frac{\partial \varphi}{\partial x_2} \bar{j} + \frac{\partial \varphi}{\partial x_3} \bar{k} + \frac{\partial \varphi}{\partial x_4} \bar{p}, \quad (5.3)$$

$\bar{i}, \bar{j}, \bar{k}, \bar{p}$ —

[4, 5],

$b_0, b_1, b_2, \dots, b_4$

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4. \quad (5.4)$$

16

() 2^4 X ,
 $N = 2^4 = 16$.
 B_4 —
 (. 5.4).

5.4. Матрица ПФЭ для построения линейной модели

	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	Y_1	Y_2
1	1	1	1	1	1	0,0155	0,2005
2	1	1	1	1	-1	0,0185	0,1770
3	1	1	1	-1	1	0,0030	0,1020
4	1	1	1	-1	-1	0,0045	0,0815
5	1	1	-1	1	1	0,0095	0,2155
6	1	1	-1	1	-1	0,0130	0,1945
7	1	1	-1	-1	1	0,0025	0,1225
8	1	1	-1	-1	-1	0,0005	0,1050
9	1	-1	1	1	1	0,0014	0,1025
10	1	-1	1	1	-1	0,0030	0,0955
11	1	-1	1	-1	1	0,0005	0,0980
12	1	-1	1	-1	-1	0,0006	0,0970
13	1	-1	-1	1	1	0,0005	0,0985
14	1	-1	-1	1	-1	0,0020	0,0960
15	1	-1	-1	-1	1	0,0010	0,1055
16	1	-1	-1	-1	-1	0,0010	0,1095

(5.5),

$$B = (X^T X)^{-1} X^T Y_j, \quad (5.5)$$

B – ;
 X – ;
 X^T – ;
 $(X^T X)^{-1}$ – ;
 Y_j – ,

5.5. Коэффициенты линейной модели изучаемых процессов

	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2
b_0	0,004813	0,125063	-0,00875	0,048516
b_1	0,003563	0,02475	0,000867	0,00602
b_2	0,001063	-0,00581	0,10625	-0,58125
b_3	0,003113	0,022438	0,155625	1,121875
b_4	-0,00058	0,005563	$-5,7 \cdot 10^{-6}$	$5,56 \cdot 10^{-5}$

[3, 5].

Microsoft Excel
0,05 (. 5.6).

**5.6. Статистические оценки линейных моделей
многофакторного эксперимента**

	$Y_1 = -0,00875 + 0,000867x_1 + 0,10625x_2 + 0,155625x_3 - 5,7 \cdot 10^{-6}x_4$		$Y_2 = 0,048516 + 0,00602x_1 - 0,58125x_2 + 1,121875x_3 + 5,56 \cdot 10^{-5}x_4$	
R^2	0,72	72 %	0,65	65 %
R	0,85		0,80	
F	7,30	R^2 *	5,00	R^2 *
t_{b0}	5,33	**	1,06	*
t_{b1}	3,95	**	3,22	**
t_{b2}	1,18	*	-0,76	**
t_{b3}	3,45	**	2,95	**
t_{b4}	-0,64	**	0,72	**

* $F = 2,59$; ** $t = 2,02$.

5.2.2. Многофакторный эксперимент по движению по градиенту к оптимуму

Пусть X_i — i -й фактор, I_i — его интервал, a_i — шаг движения по градиенту к оптимуму. Тогда шаг движения по градиенту к оптимуму по фактору X_i равен $\pm a_i I_i$. Тогда шаг движения по градиенту к оптимуму по фактору X_i равен $\pm a_i I_i$. Тогда шаг движения по градиенту к оптимуму по фактору X_i равен $\pm a_i I_i$. Тогда шаг движения по градиенту к оптимуму по фактору X_i равен $\pm a_i I_i$.

$$X_i = \pm a_i I_i, \quad (5.6)$$

где a_i — шаг движения по градиенту к оптимуму по фактору X_i ; I_i — интервал фактора X_i . Тогда шаг движения по градиенту к оптимуму по фактору X_i равен $\pm a_i I_i$. Тогда шаг движения по градиенту к оптимуму по фактору X_i равен $\pm a_i I_i$. Тогда шаг движения по градиенту к оптимуму по фактору X_i равен $\pm a_i I_i$.

$$\min |b_i I_i| = b_i I_i \quad a_i$$

$$a_i = I_i / b_i \quad (5.7)$$

$$X_i = X_i'$$

. 5.7, 5.8.

5.7. Результаты движения по градиенту для результирующего фактора Y_1

	x_1^*	x_2^{**}	x_3^*	x_4^{**}	Y_1		
0-	5,89	0,04	0,04	350		Y_1$ \min |b_i I_i| =$ $= 0,0000623, \dots$ $b I = 0,0000623,$ $b = 0,003113,$ $a = 1/0,003113 =$ $= 321,2$	
I_i	4,11	0,01	0,02	100			
b_i	0,003563	0,001063	0,003113	-0,00058			
$b_i I_i$	0,014	$1,063 \cdot 10^{-5}$	$6,23 \cdot 10^{-5}$	-0,058			
X_i	-4,7	-0,003	-0,02	18,7			
C	-	-	-	-			
X'_i	-1,94	-0,003	-0,01	20			
Движение по градиенту (при крутом спуске)							
-	1	5,89	0,04	0,04	350	0,0050	
	2	3,95	0,037	0,03	370	0,0021	
	3	2,01	0,034	0,02	390	0,0007	
	4	1,78	0,031	0,02	410	0,0005	
	5	1,78	0,030	0,02	430	0,0005	
	6	1,78	0,030	0,02	450	0,0004	

*

;**

5.8. Результаты движения по градиенту для результирующего фактора Y_2

	x_1^*	x_2^{**}	x_3^*	x_4^{**}	Y_2		
0-	5,89	0,04	0,04	350		Y_1$ \min |b_i I_i| =$ $= 0,00045, \dots$ $b I = 0,00045,$ $b = 0,022438,$ $a = 1/0,022438 =$ $= 44,57$	
I_i	4,11	0,01	0,02	100			
b_i	0,02475	-0,00581	0,022438	0,005563			
$b_i I_i$	0,10172	$-5,8 \cdot 10^{-5}$	0,00045	0,5563			
X_i	-4,50	0,0026	-0,02	-25			
C	-	-	-	-			
X'_i	-1,94	0,0025	-0,01	-25			
Движение по градиенту (при крутом спуске)							
-	1	5,89	0,040	0,04	350	0,1255	
	2	3,95	0,0425	0,03	325	0,1055	
	3	2,01	0,045	0,02	300	0,0995	
	4	1,78	0,0475	0,02	275	0,0975	
	5	1,78	0,05	0,02	250	0,0985	

– по результирующему параметру Y_1 : $x_1 \in [1,78; 5,89]$, $x_2 \in [0,03; 0,04]$, $x_3 \in [0,02; 0,04]$, $x_4 \in [350; 450]$;

– для параметра Y_2 : $x_1 \in [1,78; 5,89]$, $x_2 \in [0,04; 0,05]$, $x_3 \in [0,02; 0,04]$, $x_4 \in [250; 350]$.

Y_2 , x_2 x_4 . Y_1 x_1 x_3

$x_2 = 0,04$, $x_4 = 350$, x_1 x_3

$x_1 \in [1,78; 5,89]$, $x_3 \in [0,02; 0,06]$.

5.2.3. Многофакторный эксперимент по описанию области оптимума полиномом второй степени

B_2 , $m < 3$.

B_2 x_1 x_3 8

5.9.

«-1» – 1,78 / , «0» – 3,84 / . x_1 «1» 5,89 / ,

«1» 0,06 , «-1» – 0,02 , «0» – 0,04 . x_3

5.9. Матрица ПФЭ B_2 для построения квадратичной двухфакторной модели

	x_0	x_1	x_3	Y_1	Y_2
1	1	1	1	0,0065	0,1395
2	1	-1	1	0,001525	0,0995
3	1	1	-1	0,002	0,1010
4	1	-1	-1	0,0005	0,1100
5	1	1	0	0,004	0,1060
6	1	-1	0	0,001	0,1005
7	1	0	1	0,0045	0,1025
8	1	0	-1	0,0015	0,0886

X

$$X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{31} & x_{11} & x_{31} & x_{11}^2 & x_{31}^2 \\ 1 & x_{12} & x_{32} & x_{12} & x_{32} & x_{12}^2 & x_{32}^2 \\ 1 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{18} & x_{38} & x_{18} & x_{38} & x_{18}^2 & x_{38}^2 \end{pmatrix}. \quad (5.8)$$

5.10.

0,05,

5 %

$Y_1, Y_2.$

5.10. Статистические характеристики квадратичных моделей эксперимента

	$Y_1 = -0,00143 + 0,000799x_1 + 0,18871x_1x_3 - 0,0001x_1^2$			$Y_2 = 0,202733 - 0,03975x_1 - 2,64387x_3 + 0,298054x_1x_3 + 0,004014x_1^2 + 23,125x_3^2$	
R^2	0,997	99,7 %	0,979	97,9 %	
R	0,998		0,989		
F	5,78	R^2 *	3,45	R^2 **	
t_{b0}	-3,88	($t = 2,77$)	t_{b0}	10,40	($t = 4,3$)
t_{b1}	3,42	($t = 2,77$)	t_{b1}	-5,87	($t = 4,3$)
t_{b13}	24,97	($t = 2,77$)	t_{b3}	-4,59	($t = 4,3$)
t_{b1}^2	-3,42	($t = 2,77$)	t_{b13}^2	6,00	($t = 4,3$)
			t_{b1}^2	11,5	($t = 4,3$)
			t_{b3}^2	4,31	($t = 4,3$)

* $F = 7,35$; ** $F = 6,02$.

I.

$$Y_1 = -0,00143 + 0,000799v + 0,18871v \cdot x_3 - 0,0001v^2 \rightarrow \min \quad (5.9)$$

$$v \in [1,78; 5,89] \quad 0,02$$

II.

$$Y_2 = 0,202733 - 0,03975v - 2,64387 \cdot + 0,298054v \cdot + + 0,004014v^2 + 23,125 \rightarrow \min \quad (5.10)$$

$$v \in [1,78; 5,89] \quad 0,02$$

Microsoft Excel

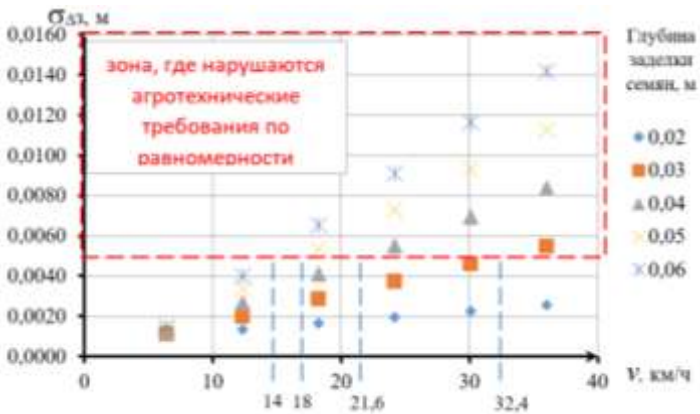
$$\sigma_{\Delta} \quad v = 1,78 \quad / \quad (6,4 \quad / \quad).$$

0,005

5.2.4. Обоснование рациональных параметров высокоскоростных дисковых сошников посевных машин

$$\sigma_{\Delta} : b = 0,04 \quad F_n = 350 \text{ Н.}$$

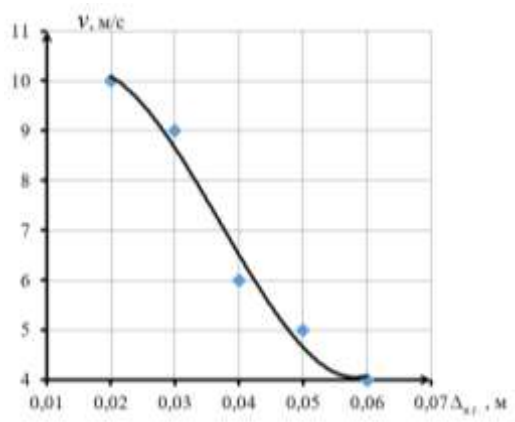
. 5.15.



. 5.15.

, ()
 -
 -
 ±0,005 . -
 , ()
)
 , (15 %) -
 0,005 . -
 2 36 / , 3
 - 30 / , 4 - 23 / , 5 -
 20 / , 6 - 16 / .
 v (/) ()
 . 5.16
 :

$$v = 166667\Delta^3 - 18571\Delta^2 + 469,05\Delta + 6,8. \quad (5.11)$$



. 5.16.

b	$(b = 0,04$	$F_n = 350 \text{ H})$	-
			-
			-
		.	4
			.

4

1. 2016–2020 [2016 . 196 //]: -
11 2016 . 196 // : http://pravo.by. -
2. - , . . . /
- « - ».- , 2007. – 48 . -
3. , . . . : / . . . ,
,- : , 1997. – 494 . -
4. , . . . :
: 05.20.01 / . . . ;- . . . , 1998. – 18 . -
5. / . . . , . . . //-
. - 2009. – 1. – . 128–133. -
6. / . . . // . . . /- , 1979. – . 53. -
. 26–33. -
7. - , . . . / . . . - // . . . -
.- 1985. – 77. – . 79–81. -
8. 1986. – 235–286. – 3 . -
9. : -2,1- 1985. – 224–285. – 3 . -
10. , . . . // -3,6 / . . . //- , 1998. – . 1. – . 41-
:-- , 1998. – . 1. – . 41-
42. -
11. , . . . // /- , 1979. – . 224. -
. 123–124. -
12. , . . . :
: 05.20.01 / . . . ; . . . -
. . . .- , 1988. – 21 . -
13. , . . . // -
/ . . . /-- : -
, 1976. – . 180–183. -
14. :- 1987. – 20–87. -
3 . -
15. , . . . - /
. . . . //--
. - 1985. – 77. – . 63–68. -

16. He , . . . / . . . //
 , 1985. - . 107. - . 56-60.
 17. H , . . . / . . . -
 // , 1983. -
 . 53. - . 28-31.
 18. : 70.5.1-82. - , 1983. - 138 .
 19. , . . . 9-15 / /
 // - 1964. - 5. -
 . 16-18.
 20. , . . . 9-15 / /
 // - 1964. - 5. -
 . 18-22.
 21. , . . . / . . . // . . .
 / C. - . . . : , 1975. - . 41. - . 40-43.
 22. , . . . / . . . , . . . // . . . -
 : -
 . 160- , 200. - . 2. -
 . 90-95.
 23. , . . . -
 / . . . [. . .] // - 2016. - 4. -
 . 98-100.
 24. - / . . . -
 [. . .] // - 2016. - 3. - . 137-140.
 25. , . . . : : 05.20.01 /
 , 1991. - 183 .
 26. , . . . / . . . , . . . //
 . . . - 2012. - 2. - . 138-143.
 27. , . . . / . . . , . . . , . . . -
 : , 2008. - 184 .
 28. : . 5026 . . . : 7 01 7/00 / . . . -
 U200708654; 04.12.07; 12.11.08 // i . . . / . . . -
 i i. - 2007. - 3. - . 156.
 29. : . . . BY 3512 U: . . . 01 7/20; . . . :
 30.04.2007.
 30. : . . . BY 74 U: M K 01 7/20; . . . : 30.12.1999.
 31. : . . . BY 4329 U, . . . 01 7/20;
 . . . : 30.04.2008.

32. : . BY 432 U: 01 7/20;
 .: 30.12.2001.
33. Terrasem 6- 8 RU. qxd [] . - : <http://www.poettinger.at>.
34. Sulky Easydrill Russe. pdf [] . - : <http://www.Sulky-burel.com>.
35. ES_RoTeC_10_06_RUS. irid. [] . - : <http://www.amazon.ru>.
36. Solitary RUS [] . - : <http://www.lemken.com>.
37. , . . -
 /
 // -
 : , 2001. - . 1, . 22. - . 47-51.
38. , . . -
 / . . . // -
 1987. - 8. - . 44-50.
39. : . 5803 :
 7 01 7/00 / ; -
 U200708654; . 06.10.08; . 16.04.09 // i .
 / . . . i i. - 2008. - 4. - . 192.
40. / -
 , : , 1971. - 40 .
41. -
 // . . . / ; -
 , 1990. - 53 .
42. - /
 // - 2010. - 3. - C. 30-33.
43. , . . . , -
 / - , 1972. - 17 .
44. , . . . -
 / -
 // . . . / - , 1976. - . 55-58.
45. , . . . -
 / // - ,
 1999. - 4 .
46. , /
 , // - 2001. - 3. - . 123-127.
47. , -
 :
 / - , 1972.
48. , /
 // : -
 , 1960. - . 131-133.
49. , // -
 - 2012. - 2. - . 138-143.
50. , : : 05.20.01 / -

- ,1981.- .20.
51. , . . . : /
52. , . . . ,- ,2008.-20 . : . . . ,1977.- .2: .
- 384 .
53. , . . . / . . . // -
- : [. . .]:- : ,1964.- .13.- .5-147.
54. , . . . - /-
- : ,1973.-520 .:
55. / [
- .]- : ,1966.- .16.-356 .:
56. , . . . // / . . . -
- , . . . // ,1990.- .124.-105 .
57. [. . .]//-2009.- 2.- .151-156. /
58. , . . . // . . . -
- .- : ,1963.- .1.- .132-175.
59. , . . . -
60. : . . . :05.20.01/- ,1971.-171 -
- / . . . , . . . // .
--2010.- 2.- .154-159.
61. , . . . : . . . /- -
- ,1968.-618 .
62. , . . . // -
- / . . . , . . . //
- .- .-2010.- 3.- .155-160.

1.	.....	3
1.1.	.....	7
1.2.	.....	7
1.3.	.....	14
1.4.	.....	16
1.5.	.....	21
1.6.	.....	22
1.7.	.....	23
1.8.	.....	25
1.9.	.....	32
1.10.	.....	40
1.11.	.....	45
1.12.	.....	48
1.13.	.....	55
1.14.	.....	73
1.15.	.....	74
1.16.	.....	78
1.17.	.....	89
1.18.	.....	101
1.19.	.....	115
1.20.	.....	119
1.21.	.....	125
1.22.	.....	128
1.23.	.....	130
1.24.	.....	141
1.25.	.....	146
2.	.....	155
2.1.	.....	160
2.1.	.....	160

2.1.1.	.....	160
2.1.2.	.....	175
2.1.3.	.....	178
2.1.4.	.....	181
2.2.	.....	188
2.2.1.	.....	188
2.2.2.	.....	197
2.2.3.	.....	208
2.2.4.	.....	216
2.2.5.	.....	221
3.	.....	230
3.1.	.....	230
3.2.	.....	239
3.3.	.....	248
3.3.1.	.....	248
3.3.2.	.....	250
3.3.3.	.....	254
4.	.....	256
4.1.	.....	262
4.2.	.....	264
4.3.	.....	268
4.4.	.....	269
4.5.	.....	270
4.6.	.....	271
4.7.	.....	272

5.		.....	275
5.1.		.....	275
5.1.1.	( )	.....	275
5.1.2.		-	-
		.....	277
5.1.3.		.....	286
5.1.4.		.....	297
5.2.		.....	298
5.2.1.		.....	298
5.2.2.		.....	301
5.2.3.		.....	303
5.2.4.		.....	306
		.....	309

**Петровец
Дудко
Греков**

*Н. Н. Пьянусова
Н. Л. Якубовская*

30.08.2019. 60×84 ¹/₁₆.
« » . . . 18,37. . . . 14,66.
100

« 1/52 09.10.2013. ».
. . . . , 13, 213407,

« , 5, 213407, ».