

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЕ ДИСКАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРМУЛЫ В.П.ГОРЯЧКИНА

В.В.¹ Бледных

П.Г.¹ Свечников, В.Н. Войнов¹, А.Н.² Гришин

*¹ Южно-Уральский государственный аграрный университет, Россия,
г. Челябинск, ул. Ленина 75*

*² Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина, Республика
Казахстан*

Аннотация

Определение тягового сопротивления дискового четырехрядного дискатора (бороны) на предпосевной обработке почвы проводилось с использованием формулы В.П.Горячкина.

Теоретически рассчитана и установлена, что третья составляющая формулы В.П. Горячкина, справедлива для всех видов почвообрабатывающих орудий и учитывает скорость движения пласта почвы и форму дисковых рабочих органов.

Получены графики зависимости изменения площади «материкового» слоя почвы, обрабатываемые первым рядом дисков бороны от их угла атаки.

Определена максимальная и минимальная величина тягового сопротивления дискатора ПД-БДМ 6х4 в зависимости от глубины обработки и угла атаки дисков дискатора. По величине тягового сопротивления одного диска бороны, определяется количество дисков, устанавливаемых на дискаторе, для агрегатирования с тракторами класса тяги от 30 до 50 кН.

Ключевые слова: глубина обработки, дискаторы, гребнистость поверхности, скорость движения агрегата, тяговое сопротивление, угол атаки диска.

Введение

Выполнение минимальной обработки почвы дискованием позволяет поддерживать ее рыхлой и чистой от сорняков, но возникает проблема, которую необходимо решать, выполняя многократные проходы по полю однорядными дисковыми боронами БДТ-7 и БДТ-10.

Главные агротехнические требования, которые должны

выполнять орудия с дисковыми рабочими органами, является крошение почвы, уничтожение сорняков и высота неровностей дна борозды [8].

Для выполнения агротехнических требований разработано принципиально новое многорядное дисковое орудие серии БДМ с четырехрядными дисками,

расположенными на отдельных стойках с регулируемыми углами атаки и шириной захвата диска через параллелограммный механизм [1, 2, 7].

Для определения тягового

сопротивления в процессе обработки почвы дискаторами, на примере четырехрядной бороны, мы воспользуемся формулой В.П. Горячкина.

Материалы и методика исследований

В.П. Горячкин предложил рассматривать тяговое сопротивление плугов (P) в виде трех составляющих [4]:

$$P = P_1 + P_2 + P_3, \quad (1)$$

где P_1 – сила, затрачиваемая на движение, протаскивание самого плуга

P_2 – сила, затрачиваемая на деформацию пласта почвы сечением

P_3 – сила, затрачиваемая на сообщение некоторой скорости почве (V_n , м/с),

Н.

Сила P_1 пропорциональна весу плуга G , Н:

$$P_1 = fG, \quad (2)$$

где f – коэффициент пропорциональности, обычно отождествляемый с коэффициентом трения;

G – вес плуга.

Сила P_2 затрачиваемая на деформацию пласта почвы:

$$P_2 = kab, \quad (3)$$

где k – удельное сопротивление почвы

a – глубина обработки

b – ширина захвата.

Сила P_3 , затрачиваемая на сообщение скорости пласту почвы:

$$P_3 = eab V^2 \quad (4)$$

где $e = \frac{l^2 g}{2g}$ – коэффициент, учитывающий форму рабочих органов.

V – поступательная скорость агрегата.

Эта скорость может быть различной, зависит она от формы рабочего органа и поступательной скорости агрегата (V , м/с):

$$V_n = \lambda V, \quad (5)$$

где λ – коэффициент пропорциональности для данной формы орудия.

Чтобы сообщить почве массой m скорость V_n , необходимо совершить работу, численно равную кинетической энергии массы m при скорости V_n :

$$A = K_э = \frac{mV_n^2}{2} \quad (6)$$

Следовательно:

$$P_3 = \frac{mV_n^2}{2tV} \quad (7)$$

Объем почвы, которому сообщается скорость V_n за время t :

$$Q = abVt \quad (8)$$

Масса почвы, обрабатываемая за время t :

$$m = \frac{abVtg}{g}, \quad (9)$$

где g - удельный вес почвы, кг/м³;

g - ускорение свободного падения, м/с².

Получим:

$$P_3 = \frac{l^2 g}{2g} abV^2 = \epsilon abV^2 \quad (10)$$

где $\epsilon = \frac{l^2 g}{2g}$ - коэффициент, учитывающий форму рабочих органов.

Поэтому формула академика В.П. Горячкина справедлива для всех видов почвообрабатывающих орудий, в том числе и для дискаторов:

$$P = fG + kab + \epsilon abV^2 \quad (11)$$

При этом численное значение всех коэффициентов, входящих в рациональную формулу В.П.Горячкина, зависит от типа и вида рабочих органов.

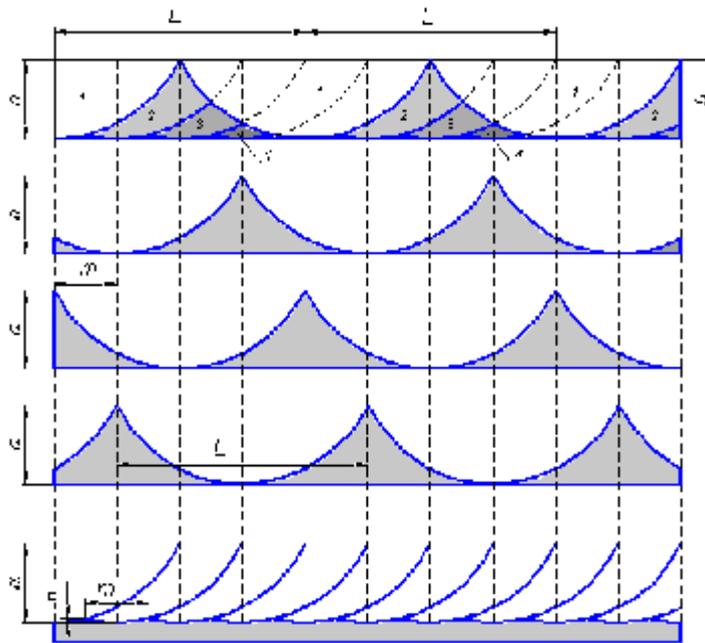


Рисунок 1 - Профиль дна борозды после прохода дискатора

H – высота неровностей дна борозды после прохода первого ряда дисков; h – высота неровностей дна борозды после прохода четырех рядов дисков; L – расстояние между дисками в ряду; a – глубина обработки; m – расстояние между соседними следами дисков; 1 – сечение «материкового» пласта почвы, обрабатываемого первым рядом дисков; 2 – сечение «материкового» пласта почвы, обрабатываемого вторым рядом дисков; 3, 4 – сечение «материкового» пласта почвы, обрабатываемого третьим и четвертым рядами дисков

Дискатор имеет, как правило, четыре ряда сферических дисков, перемещающих почву влево или вправо по ходу движения. Условия

работы каждого ряда сферических дисков дискатора существенно отличается в зависимости от расположения дисков в каждом ряду.

На рисунке 1 представлен профиль дна борозды после прохода дискатора, при этом необходимо учесть то, что дисками первого ряда обрабатывается основная доля «материковой» почвы.

Под «материковым» слоем подразумевается необработанный слой почвы. Второй, третий и четвертый ряды дисков (рисунок 1 и рисунок 2) частично измельчают почву, обработанную вторым, третьим и четвертым рядами дисков. Определим долю первого ряда дисков в обработке «материкового» слоя почвы (рисунок 2).

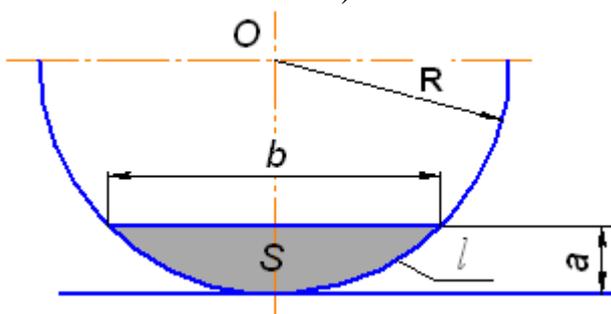


Рисунок 2 - Ширина захвата и площадь, обрабатываемая первым диском

Площадь сегмента S обрабатываемой почвы:

$$S = \frac{1}{2}(lR - b(R - a)), \quad (12)$$

где l – длина дуги сегмента,

R – радиус диска,

b – хорда (ширина захвата диска).

Определяем хорду по формуле:

$$b = 2\sqrt{a(D - a)}; \quad (13)$$

где a – стрела сегмента (глубина обработки),

D – диаметр диска.

Длину дуги определяем по формуле:

$$l = \sqrt{4a(D - a) + \frac{16}{3}a^2} \quad (14)$$

Преобразуя формулу, получим площадь сегмента:

$$S = \frac{D\sqrt{a(D - a) + \frac{4}{3}a^2} - (D - 2a)\sqrt{a(D - a)}}{2} \quad (15)$$

При изменении угла атаки $0 < a < 90^\circ$ (для работы дискатора в соответствии с агротехническими требованиями рекомендуется обычно $a = 20 - 30^\circ$) площадь, обрабатываемая одним диском первого ряда, определяется по выражению

$$S_v = \frac{\sin a}{2} D \sqrt{a(D-a) + \frac{4}{3}a^2} - (D-2a)\sqrt{a(D-a)} \quad (16)$$

Площадь, обрабатываемая всеми дисками первого ряда:

$$S_p = n_1 S_v, \quad (17)$$

где n_1 – число дисков в ряду.

Исходим из того, что дискатор должен работать без огрехов, то есть всё сечение «материковой» почвы $L > a$ (рисунок 1) должно быть обработано всеми рядами дисков, определим долю первого ряда диска в обработке почвы. Площадь обрабатываемая четырьмя рядами дисков, определится по формуле $S_D = La$, м².

Основные результаты исследований

Так как число дисков в каждом ряду одинаково, то во всех дальнейших расчетах можно принимать во внимание только один диск.

Зная площадь, обрабатываемую одним диском первого ряда, определенную по формуле (16), тогда доля площади, обрабатываемая первым рядом дисков будет составлять по формуле:

$$d = \frac{S_v}{S_D} = \frac{\sin a D \sqrt{a(D-a) + \frac{4}{3}a^2} - (D-2a)\sqrt{a(D-a)}}{2La} \quad (18)$$

По результатам теоретических зависимостей (17) и (18) были построены графики (рисунки 3, 4), которые показывают, что диски второго, третьего и четвертого рядов одновременно обрабатывают 55-70%, оставшейся «материковой» почвы и почву, взрыхленную первым рядом дисков.

Проведенный анализ показал, что тяговое сопротивление дисков различных рядов в общем случае будет разное, причем $R_1 > R_2 > R_3 > R_4$ (при величине угла атаки $a > 0^\circ$).

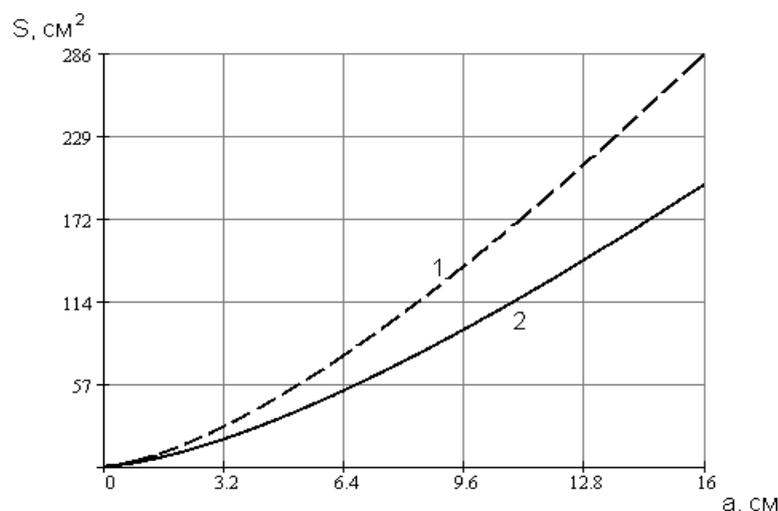


Рисунок 3 – Изменение площади «материкового» пласта почвы, обрабатываемая каждым диском первого ряда (S , см²) в зависимости от глубины обработки почвы 1 – угол атаки $a = 30^\circ$; 2 – угол атаки $a = 20^\circ$

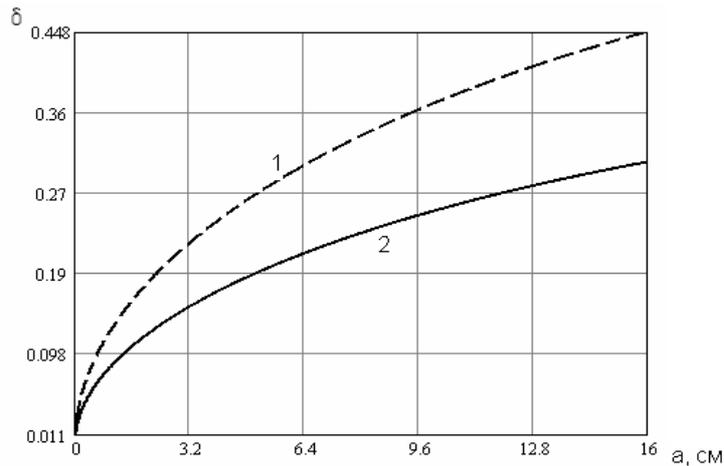


Рисунок 4 – Изменение доли обработанной почвы (δ) при ($D=56$ см, $L=40$ см) в зависимости от глубины обработки 1 – угол атаки $\alpha = 30^\circ$; 2 – угол атаки $\alpha = 20^\circ$

Установлено из формулы В.П.Горячкина [4], что сила, затрачиваемая на деформацию пласта почвы сечением $a \times b$, достаточно точно описывается выражением

$$R = kab, \quad (19)$$

где k – удельное сопротивление обработки почвы,
 ab – площадь сечения обрабатываемого пласта.

Если число дисков в ряду – n_i , то тяговое сопротивление i -го ряда при $a=a_n$, $b=b_n$, $n_i=n_1$

$$R_i = k_i abn_i \quad (20)$$

Среднее сопротивление рабочих органов одного ряда дисков дискатора находим из выражения

$$R_{\bar{n}\delta} = k_{\bar{n}\delta} abn_1, \quad (21)$$

где $k_{cp1} = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} k_i}{n_1}$.

Так как обычно $k_1 \approx k_2 \approx k_3 \approx k_4$, то среднее удельное сопротивление почвы для четырехрядного дискатора

$$k_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^4 k_i}{4}. \quad (22)$$

Ширина захвата дисков зависит от угла атаки и глубины обработки почвы и определяется по формуле:

$$b_v = 2 \sin \alpha \sqrt{a(D - a)}, \quad (23)$$

Тяговое сопротивление диска в среднем можно определить по формуле:

$$R_0 = 2ak_{\bar{n}\delta} \sin \alpha \sqrt{a(D - a)} \quad (24)$$

Тяговое сопротивление одного ряда дисков:

$$R_{cp} = R_0 n_1 = 2ak_{cp} n_1 \sin \alpha \sqrt{a(D - a)}, \quad (25)$$

где n_1 – число дисков в одном ряду ($n_1=14$).

С учетом затрат энергии на отбрасывание почвы дисками определяем:

$$R_0 = 2ak_{\tilde{n}0} \sin \alpha \sqrt{a(D - a)} + 2e\alpha V^2 \sin \alpha \sqrt{a(D - a)} \quad (26)$$

Тяговое сопротивление дискатора [3]:

$$R = nR_{cp} = n(2ak_{cp} \sin \alpha \sqrt{a(D - a)} + 2e\alpha V^2 \sin \alpha \sqrt{a(D - a)}) \quad (27)$$

Тяговое сопротивление четырехрядного дискатора определится по формуле В.П. Горячкина:

$$R = fG + n(2ak_{cp} \sin \alpha \sqrt{a(D - a)} + 2e\alpha V^2 \sin \alpha \sqrt{a(D - a)}) \quad (28)$$

n – количество рядов в орудии, $n=4$.

На рисунках 5 и 6 представлены графики изменения тягового сопротивления усредненного диска и бороны в целом зависит от глубины обработки и угла атаки.

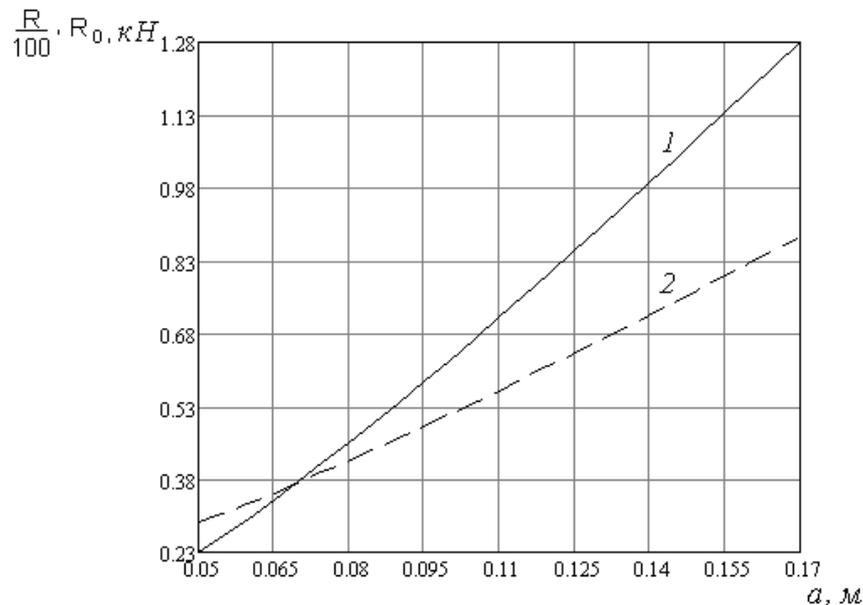


Рисунок 5 – Изменение тягового сопротивления диска R_0 (1) и дискатора ПД БДМ 6×4 в масштабе $R/100$ (2) от различной глубины обработки

В расчетах принято:

$$k = 30 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}; e = 1 \frac{\text{кНс}^2}{\text{м}^4}; V = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \alpha = 25^\circ; G = 32,7 \text{ кН}; f = 0,5; D = 0,56 \text{ м}.$$

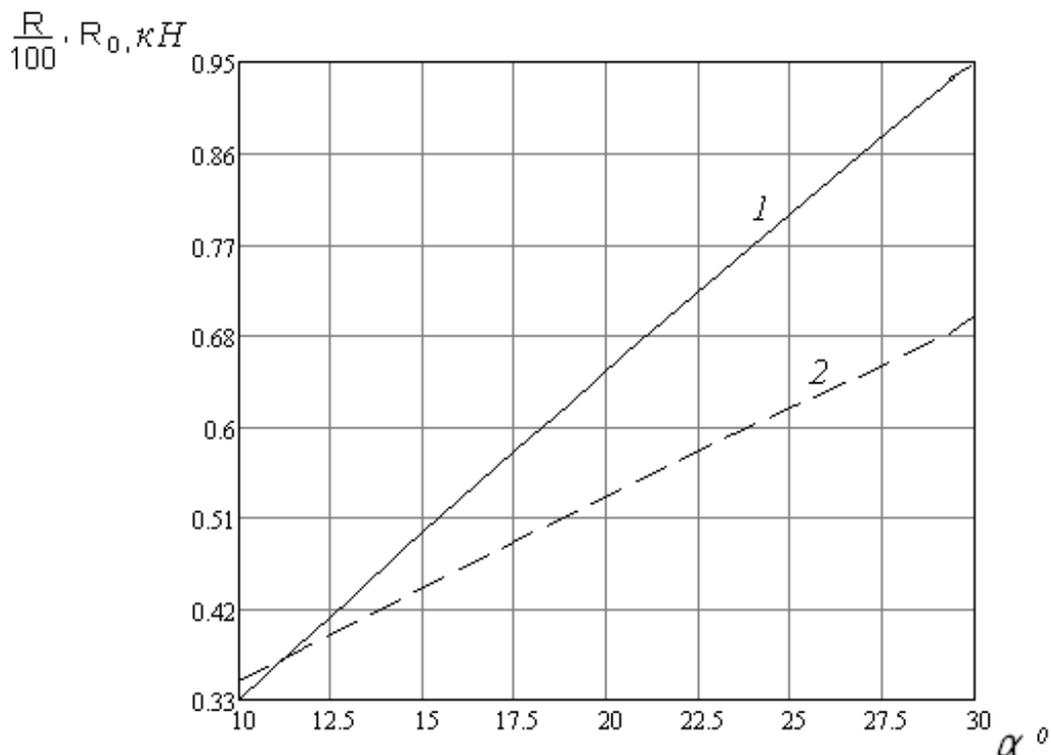


Рисунок 6 – Изменение тягового сопротивления диска R_0 (1) и дискатора ПД БДМ 6×4 в масштабе $R/100$ (2) от угла атаки α

В расчетах принято:

$$k = 30 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}; e = 1 \frac{\text{кНс}^2}{\text{м}^4}; V = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}; a = 0,12 \text{ м}; G = 32,7 \text{ кН}; f = 0,5$$

Таким образом, определена доля тягового сопротивления каждого ряда дисков при обработке «материкового» пласта почвы дискатором и получены зависимости, позволяющие определить тяговое сопротивление дискатора.

Из графиков изменения тягового сопротивления (рисунок 5 и 6) можно установить, что наиболее эффективная работа дискатора при соблюдении агротехнических требований возможна на глубине обработки до 0,16 м и углах атаки диска от 20 до 30°.

Расчетное число дисков бороны определим из условия

$$P_{кр} = R, \quad (29)$$

где $P_{кр}$ – расчетное тяговое усилие на крюке трактора (кН), R – тяговое сопротивление дискатора.

Определяем тяговое сопротивление дискатора, при этом учитываем вес дискатора, который зависит от числа дисков:

$$G = qn, \quad (30)$$

где q – вес одного рабочего органа в сборе, кН/шт.;

Подставляя в формулу (30) получим:

$$R = fqn + n \left(2ak_{cp} \sin \alpha \sqrt{a(D-a)} + 2eaV^2 \sin \alpha \sqrt{a(D-a)} \right) \quad (31)$$

Определим количество дисков четырехрядного дискатора:

$$n = \frac{P_{кр}}{fq + 2ak_{cp} \sin \alpha \sqrt{a(D-a)} + 2eaV^2 \sin \alpha \sqrt{a(D-a)}} \quad (32)$$

На рисунке 7 представлено изменение расчетного количества дисков $n=f(P_{кр})$ от тягового усилия на крюке трактора.

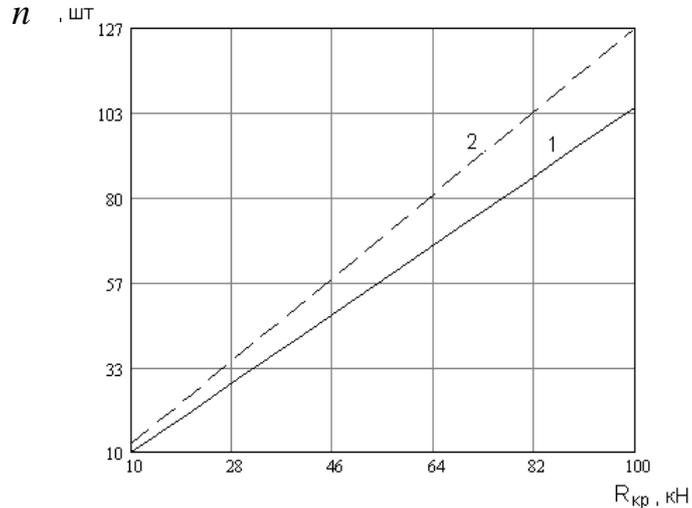


Рисунок 7 - Расчетное число дисков дискатора n в зависимости от усилия на крюке трактора $R_{кр}$ при различных углах атаки дисков α° :
1- угол атаки $\alpha=30^\circ$; 2 - угол атаки $\alpha=20^\circ$

В расчетах принято:

$$q = 0,6 \frac{\text{кН}}{\text{шт}}; k_{cp} = 10 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}; e = 1 \frac{\text{кНс}^2}{\text{м}^4}; V = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}; a = 0,16 \text{ м}; D = 0,56 \text{ м}; f = 0,3.$$

Из графика установлено, что для тракторов класса тяги 50 кН при работе на легких почвах на глубине обработки до 0,16 м и угле атаки $\alpha = 20^\circ$ число дисков не должно превышать 70 штук (рисунок 8).



Рисунок 8 - Экспериментальный агрегат К-701+ПД БДМ-6x4

Программой экспериментальных исследований было предусмотрено:

1. Проведение измерений тягового сопротивления дискатора при изменении углов атаки дисков $\alpha = 15^\circ$, $\alpha = 25^\circ$, $\alpha = 30^\circ$ и глубине обработки соответственно 8, 12, 16 см.

2. Изменение ширины захвата дискатора при изменении углов атаки дисков $\alpha = 15^\circ$, $\alpha = 25^\circ$, $\alpha = 30^\circ$.

3. Выборочное измерение профиля дна борозды в плоскости, поперечной направлению движения дискатора (не менее 5).

4. После обработки поверхности поля по стерне пшеницы проводилась оценка качественных показателей вспашки: степень крошения почвы, полнота заделки пожнивных остатков, гребнистость поверхности вспаханного поля, глубина обработки, гребнистость дна борозды.

5. Теоретические зависимости, полученные по расчету тягового сопротивления дискатора по формуле В.П.Горячкина, подтверждены результатами экспериментальных исследований.

6. Определены основные конструктивные параметры дискаторов (диаметр диска, угол атаки, расположение дисков в ряду) в зависимости от агротехнических требований к обработке почвы. Установлено, что наиболее эффективно дискатор работает при диаметре диска не менее 56 см и углах атаки от 20° до 30° . Рекомендуемые конструктивные параметры: расстояние между дисками в ряду – 425 мм, расстояние от рамы до оси диска – 520-550 мм, расстояние между рядами – 700 мм.

Таблица 1 - Агротехнические показатели работы дискатора ПД БДМ 6×4 в агрегате с трактором К-701 при различных углах атаки

Показатель	Угол атаки дисков, α°		
	15	25	30
Глубина обработки, см	8	12	16
Среднее квадратическое отклонение глубины обработки, см	1,2-1,8	1,6-1,8	1,5-1,9
Тяговое сопротивление, кН	40,7	46,8	51,4
Гребнистость поверхности поля, см	3,2-5,0	1,8-2,5	2,7-4,8
Заделка растительных остатков, %	12-23	42-48	52-68
Количество фракций почвы после прохода дискатора, %:			
- размером менее 10 мм	12-19	9,7-16,8	16,5-19
- размером 10-25 мм	30-59	76,4-78	50-64
- размером 25-50 мм	10-28	7,4-8,2	9,2-15,5
- размером более 50 мм	12-23	4,6	7,7-18,3

Установлено, что при увеличении скорости вспашки увеличивается степень крошения почвы при всех углах атаки дисков. При скорости свыше 10 км/ч отмечено хорошее крошение почвы при всех исследованных углах атаки дисков (комки почвы размером менее 25 мм составляют более 70%). Дискаторы на всех

режимах работы обеспечивают до 98% подрезание сорняков.

Экспериментальные исследования подтвердили, что глубина обработки почвы линейно влияет на тяговое сопротивление дискатора (рисунок 9).

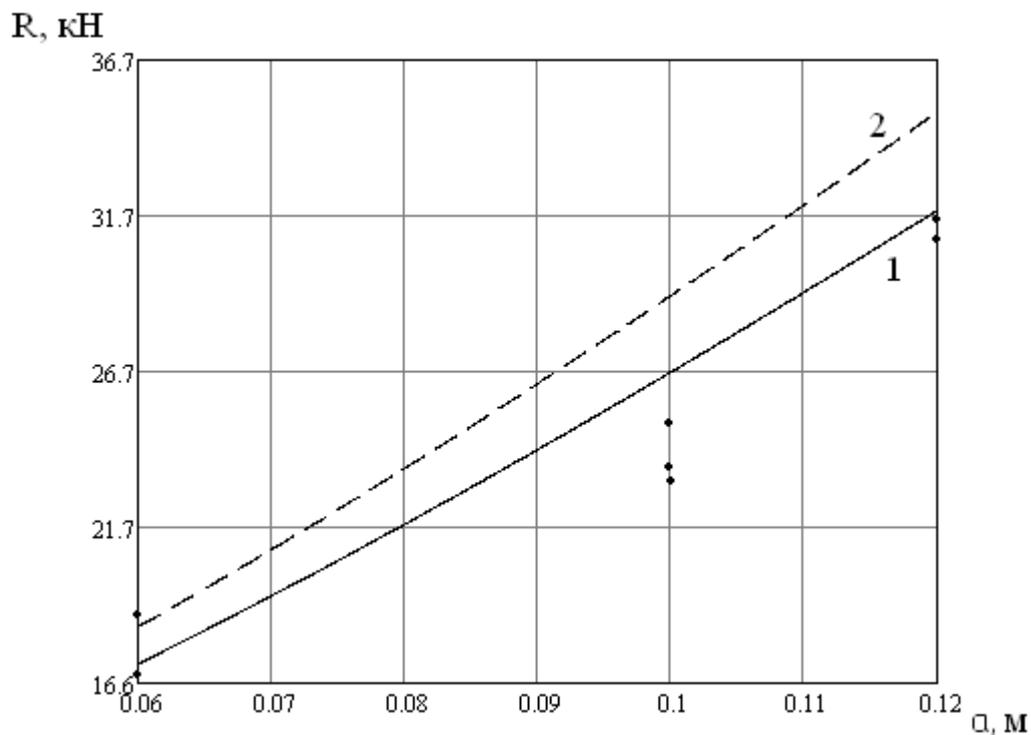


Рисунок 9 – Изменение тягового сопротивления дискатора R в зависимости от глубины обработки a при различных коэффициентах удельного сопротивления почвы k :
1 – $k_1=28$ кН/м²; 2 – $k_2=32$ кН/м²;
• - экспериментальные данные на залежи

Выводы

1. Аналитические зависимости, полученные по рациональной формуле В.П.Горячкина, можно использовать при определении тягового сопротивления четырехрядного дискатора.

2. Теоретические зависимости изменения площади обрабатываемого «материкового» пласта почвы в зависимости от глубины обработки и углов атаки дисков показывают, что диски второго, третьего и четвертого рядов обрабатывают 55-70% этой площади.

3. Изменение тягового сопротивления диска R_0 и дискатора R в зависимости от глубины обработки находятся в пределах $R_0=0,38-1,28$ кН, $R/100=0,38-0,87$ кН и углов атаки дисков находятся в пределах $R_0=0,49-0,95$ кН, $R/100=0,44-0,71$ кН.

4. Расчетное число дисков дискатора в зависимости от усилия на крюке трактора К-701 не превышает 70 шт.

Список литературы

1. Бледных В.В. Совершенствование рабочих органов почвообрабатывающих машин на основе математического моделирования технологических процессов: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. – Л., 1989. – 40 с.
2. Войнов В.Н. Дискаторы: обеспечение качественной обработки почвы // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2006, № 7, с. 34-35.
3. Войнов В.Н. Исследование устойчивости хода дискатора по глубине // Вестник ЧГАА. Т.62. – Челябинск, 2012, с. 19-22.
4. Горячкин В.П. Рациональная формула для силы тяги плугов конных и тракторных // Собр. соч. – М.: Колос, 1965, т.2, с. 59-103.
5. ГОСТ Р 52778-2007 «Сельскохозяйственная техника. Методы эксплуатационно-технологической оценки». – М.: Изд-во стандартов, 2007.
6. Желиговский В.А. Элементы теории почвообрабатывающих машин и механической технологии сельскохозяйственных материалов. – Тбилиси: Изд-во Груз. СХИ, 1960. – 146 с.
7. Кушнарев А.С., Кушнарев С.А. Дискатор – новое техническое решение на рынке почвообрабатывающей техники // Сельскохозяйственные машины и технологии, 2011, № 6, с. 35-37.
8. Бледных В.В. Влияние четырехрядных дисковых рабочих органов на качество обработки почвы / Бледных В.В., Свечников П.Г., Войнов В.Н., Гришин А.Н., Галимова Р.Ф.// Вестник науки КАТУ им. С.Сейфуллина.-г. Астана, 2018.-№3 (98) – с. 166-178.
9. V. Blednykh, P. Svechnikov. Theoretical Foundations of Tillage, Tillers and Aggregates. – 2014 by Nova Science Publishers, Inc, New York. – P. 174.
10. V. Blednykh, P. Svechnikov. Economic reasons of tillage quality / European science review. - # 7-8, 2014. – p. 103-105.
11. V. Blednykh, P. Svechnikov. Theory of a Tillage Wedge and its Applications. – 2013 Logos Berlin GmbH, Berlin. – p. 94.
12. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.
13. Капов С.Н. Обоснование профиля рабочей поверхности сошника./ Капов С.Н. , Адуов М.А., Токабаев К.К., Нукушева С.А.// Вестник науки КАТУ им. С.Сейфуллина.-г. Астана, 2017.-№2 (93) – с. 120-127.
14. Mowrer, Jake; Endale, Dinku M.; Schomberg, Harry H. Liming potential of poultry litter in a long-term tillage comparison study , SOIL & TILLAGE RESEARCH , T: 196; № 104446 - FEB 2020.
15. Riegler-Nurscher, Peter; Moitzi, Gerhard; Prankl, Johann. Machine vision for soil roughness measurement and control of tillage machines during seedbed preparation SOIL & TILLAGE RESEARCH, T: 196; № 104351- FEB 2020.
16. Neilson, Jonathan A. D.; Robertson, Colby J.; Snowdon, Emily W. Impact of Fumigation on Soil Microbial Communities under Potato Cultivation in Southern Alberta AMERICAN JOURNAL OF POTATO RESEARCH. - JAN 2020.
17. Shi, Yifan; Lou, Yunsheng; Wang, Ying. Estimation and mitigation of

greenhouse gases in typical paddy-upland rotation systems in the middle and lower reaches of the Yangtze river, China . - JAN 2020.

18. Schull, Val Z.; Daher, Bassel; Gitau, Margaret W. Analyzing FEW nexus modeling tools for water resources decision-making and management applications , T: 119 : p. 108-124. - JAN 2020.

References

1. Blednykh V.V. Sovershenstvovaniye rabochikh organov pochvo obrabatyvayushchikh mashin na osnove matematicheskogo modelirovaniya tekhnologicheskikh protsessov: Avtoref. dis. ... dokt. tekhn. nauk. – L., 1989. – 40 p.
2. Voynov V.N. Diskatory: obespecheniye kachestvennoy obrabotki pochvy // Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny, 2006, № 7, p. 34-35.
3. Voynov V.N. Issledovaniye ustoychivosti khoda diskatora po glubine // Vestnik CHGAA. T.62. – Chelyabinsk, 2012, p. 19-22.
4. Goryachkin V.P. Ratsional'naya formula dlya sily tyagi plugov konnykh i traktornykh // Sobr. soch. – M.: Kolos, 1965, t.2, p. 59-103.
5. GOST R 52778-2007 «Sel'skokhozyaystvennaya tekhnika. Metody ekspluatatsionno-tekhnologicheskoy otsenki». – M.: Izd-vo standartov, 2007.
6. Zheligovskiy V.A. Elementy teorii pochvoobrabatyvayushchikh mashin i mekhanicheskoy tekhnologii sel'skokhozyaystvennykh materialov. – Tbilisi: Izd-vo Gruz. SKHI, 1960. – 146 p.
7. Kushnarev A.S., Kushnarev S.A. Diskator – novoye tekhnicheskoye resheniye na rynke pochvoobrabatyvayushchey tekhniki // Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii, 2011, № 6, p. 35-37.
8. Blednykh V.V. Vliyaniye chetyrekhryadnykh diskovykh rabochikh organov na kachestvo obrabotki pochvy / Blednykh V.V., Svechnikov P.G., Voynov V.N., Grishin A.N., Galimova R.F.// Vestnik nauki KATU im. S.Seyfullina.-g. Astana, 2018.-№3 (98) – p. 166-178.
9. V. Blednykh, P. Svechnikov. Theoretical Foundations of Tillage, Tillers and Aggregates. – 2014 by Nova Science Publishers, Inc, New York. – P. 174.
10. V. Blednykh, P. Svechnikov. Economic reasons of tillage quality / European science review. - # 7-8, 2014. – p. 103-105.
11. V. Blednykh, P. Svechnikov. Theory of a Tillage Wedge and its Applications. – 2013 Logos Berlin GmbH, Berlin. – p. 94.
12. Sineokov G.N., Panov I.M. Teoriya i raschet sel'skokhozyaystvennykh mashin. – M.: Mashinostroyeniye, 1977. – 328 p.
13. Kapov S.N. Obosnovaniye profilya rabochey poverkhnosti soshnika./ Kapov S.N. , Aduov M.A., Tokabayev K.K., Nukusheva S.A.// Vestnik nauki KATU im. S.Seyfullina.-g. Astana, 2017.-№2 (93) – p. 120-127.
14. Mowrer, Jake; Endale, Dinku M.; Schomberg, Harry H. Liming potential of poultry litter in a long-term tillage comparison study , SOIL & TILLAGE

EARCH, T: 196; № 104446 - FEB 2020.

15. Riegler-Nurscher, Peter; Moitzi, Gerhard; Prankl, Johann. Machine vision for soil roughness measurement and control of tillage machines during seedbed preparation SOIL & TILLAGE RESEARCH, T: 196; № 104351- FEB 2020.

16. Neilson, Jonathan A. D.; Robertson, Colby J.; Snowdon, Emily W. Impact of Fumigation on Soil Microbial Communities under Potato Cultivation in Southern Alberta AMERICAN JOURNAL OF POTATO RESEARCH. - JAN 2020.

17. Shi, Yifan; Lou, Yunsheng; Wang, Ying. Estimation and mitigation of greenhouse gases in typical paddy-upland rotation systems in the middle and lower reaches of the Yangtze river, China . - JAN 2020.

18. Schull, Val Z.; Daher, Bassel; Gitau, Margaret W. Analyzing FEW nexus modeling tools for water resources decision-making and management applications , T: 119 : p. 108-124. - JAN 2020.

DETERMINATION OF TRACTION RESISTANCE OF THE DISC USING FORMULAS V.P. GORYACHKINA

*Blednykh V.V.*¹

*Svechnikov P.G.*¹, *Voinov V.N.*¹ *Grishin A.N.*²,

¹ *South Ural State Agrarian University, Russia, Chelyabinsk, ul. Lenin 75*

² *S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan,*

Summary

The components of the formula of V.P. Goryachkin are theoretically grounded and experimentally confirmed when determining the traction resistance of a four-row disk cultivator (disk cultivator) on pre-sowing tillage.

It is established that the third component of the formula V.P. Goryachkina, taking into account the speed of movement of the soil layer and the shape of the disk working body, is valid for all types of tillage implements, including disk drives.

When carrying out the technological process of soil treatment with a diskator, it is necessary to take into account the area of the segment of the formation processed by each disk of four rows of harrows and the speed of movement of the soil layer. As a result of theoretical studies, we obtained graphs of the dependence of the change in the area of the “mainland” soil layer treated by the disks of the first row of the diskator and their share in the treatment of the soil layer when the angle of attack of the disks is $\alpha=20^{\circ}$, $\alpha=30^{\circ}$.

From the graphs of the change in the traction resistance of the disk and discator PD-BDM6x4 depending on the depth of the soil cultivation and the angle of attack of the disks, the minimum and maximum values of the traction resistance of the discator.

Knowing the traction resistance of one disc of a harrow, you can determine their number for installation on a diskator for aggregation with tractors of class 30 kN and 50 kN.

Key words: processing depth, discs, surface combing, aggregate speed, traction resistance, disk attack angle.

В.П. ГОРЯЧКИНІҢ ФОРМУЛАСЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ДИСКАТОРДЫҢ ТАРТЫМДЫЛЫҚ КЕДЕОГІСІН АНЫҚТАУ

Бледных В.В.¹, Свечников П.Г.¹

Войнов В.Н.¹, Гришин А.Н.²

¹ Орал оңтүстік мемлекеттік аграрлық университеті, Ленина к., 75

Челябинск қ.,

² С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті

Түйін

Топырақты егіс алдында өңдеуде төрт қатарлы дискілі дискатордың тартымдылық кедергісін анықтауда В.П.Горячкин формуласының құраушылары теориялық негізделіп және экспериментальды расталды.

В.П.Горячкин формуласының үшінші құраушысы, топырақ қабатының қозғалыс жылдамдығын және дискілі жұмыс органының нысанын есепке алатын топырақ өңдеу құралдарының барлық түрлері үшін, оның ішінде дискаторлар үшін әділ екендігі анықталды.

Топырақты дискатормен өңдеудің технологиялық процесін орындау кезінде төрт қатарлы тырмалар мен топырқ қабатының қозғалыс жылдамдығы әр дискімен қат сегментінің ауданын ескеру қажет.

Теориялық зерттеулер нәтижесінде дискетердің бірінші қатарының дискілерімен өңделетін топырақтың «аналық» қабатының ауданы өзгересінің тәуелділік графиктері алынды және дискілердің әсер ету бұрыштары $\alpha = 20^{\circ}$, $\alpha = 30^{\circ}$ тең болған кезде топырақ қабатының өңдеудегі олардың үлесі алынды.

Дискінің және дискатордың тартымдылық кедергісінің өзгеру графиктерінен және дискінің әсер ету бұрышына байланысты ПД-БДМ6х4 дискаторының тартымдық кедергісінің ең аз және көп мәнін анықтауға болады. Тырманың бір дискінің тарту кедергісін біле отырып, 30 кН және 50 кН сыныпты тракторлармен агрегаттау үшін дискаторға орнату үшін олардың санын анықтауға болады. **Кілттік сөздер:** өңдеу тереңдігі, дискілер, беткі тарақ, агрегат жылдамдығы, тартылыс кедергісі, дискке шабуыл бұрышы.