

УДК 631.311

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИСКОВОГО ПЛУГА

Семенюга А.М., инженер

Дочернее предприятие "Гуляйпольский механический завод,, "ВАТ Мотор Сечь,,

Тел.: (06145) 43351

Белокопытов А.В., к.т.н.,

Кольцов Н.П., к.с.-х.н.

Таврический государственный агротехнологический университет.

Тел.: (0619) 42-21-32

Волик Б.А., к.т.н.

Днепропетровский государственный аграрный университет.

Тел.: (056) 7135192

Аннотация – в работе предложено аналитическое обоснование компоновки дискового плуга.

Ключевые слова - моделирование, дисковый рабочий орган, тяговое сопротивление, физико–механические свойства, прямолинейная образующая, криволинейная направляющая.

Постановка проблемы. В последнее время почвообрабатывающие машины на основе рабочих органов дискового типа получают в Украине приоритетное распространение. Особое место в этой группе занимают машины, в которых дисковые рабочие органы имеют возможность изменять углы постановки к вертикали и к направлению движения – дискаторы и дисковые плуги. Каждое из этих орудий занимает свою нишу в комплексе почвообрабатывающих машин. Отказаться от дискового плуга в пользу дискатора не представляется возможным, т.к. только плужная компоновка позволяет реализовать преимущества дискового рабочего органа при работе на глубинах, превышающих 18 см. В то же время, особенность компоновки дискового плуга приводит к возникновению значительных поперечных сил, которые дестабилизируют его ход. Проблема усугубляется еще и тем, что при перемене почвенных условий возникает необходимость корректировки углов постановки дисков по направлению движения и к вертикали, что автоматически приводит к изменению величины поперечных сил. Потому, проблема стабилизации хода дискового плуга является актуальной.

Анализ последних исследований. Исследование рабочих органов дискового типа и машин на их основе представляет собой довольно сложную

задачу. Сложность аналитических исследований обуславливается прежде всего многофакторностью описываемых процессов. Анализ известных конструктивных решений показывает, что практически все параметры машин такого типа отрабатывались экспериментально и имеют ограниченную аналитическую основу. Причина лежит в сложности описания перемещения пласта почвы по рабочей поверхности и после схода с нее, а без этого создать полноценную математическую модель не возможно.

Известны работы ряда авторов [1,4,5,6] в которых предприняты попытки аналитически обосновать параметры дискового плуга. Обобщив их опыт, мы предлагаем собственное решение проблемы компоновки плуга.

Цель исследований – аналитическое обоснование схемы расположения дисков на раме и практическая проверка полученных результатов.

Основная часть. В процессе аналитических исследований в качестве критерия оптимизации было принято минимальное соотношение поперечной и продольной составляющих тягового сопротивления. В результате, нами были получены соотношения, определяющие параметры расстановки дисков на раме и угол наклона основной балки к направлению движения (рис.1.)

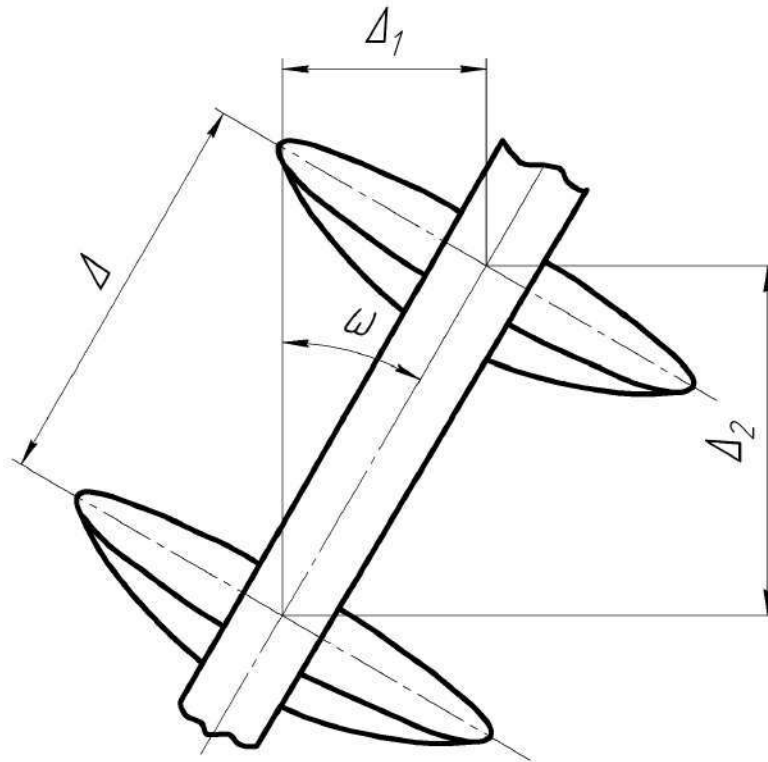


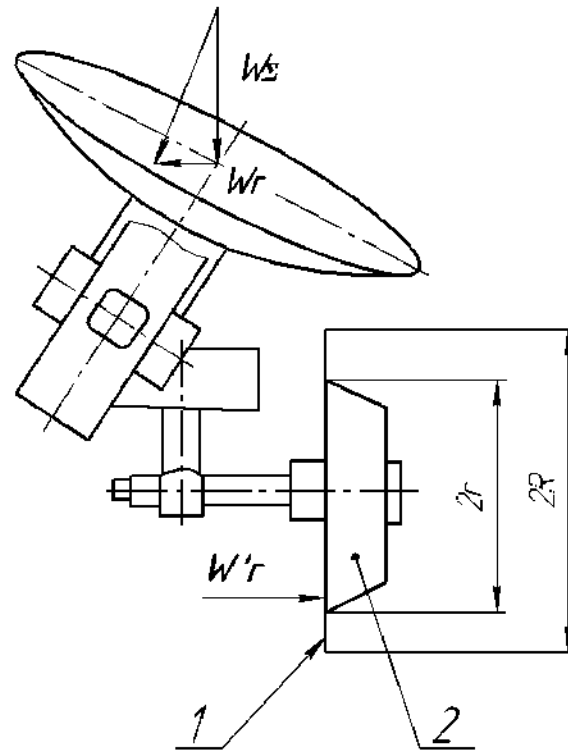
Рис.1. Расчетная схема к определению Δ_1 та Δ_2

Из расчетной схемы

$$\Delta_1 < 2 \cdot R \cdot \cos \left[\arcsin \left(1 - \frac{h}{R \cdot \cos \beta} \right) \right], \quad (1)$$

$$\Delta > 1,88 \cdot R \cdot \cos \alpha, \quad (2)$$

$$\theta = \arcsin \frac{\cos \left[\arcsin \left(1 - \frac{h}{R \cdot \cos \beta} \right) \right]}{0,94 \cdot \cos \alpha}, \quad (3)$$



1 – нож; 2 – колесо опорное

Рис. 2. Расчетная схема бороздного колеса

где h – высота неразрушенных гребней на дне борозды;
 R – радиус диска;
 α – угол постановки диска к направлению движения;
 β – угол постановки диска к вертикали.

Возникающая при этом поперечная составляющая компенсируется бороздным колесом (рис.2.).

Параметры бороздного колеса связаны уравнением

$$\frac{W_r}{q \cdot h} = R^2 \cdot \arccos \frac{r}{R} - r \cdot \sqrt{R^2 - r^2}. \quad (4)$$

где q – коэффициент объемного смятия почвы;
 h – допустимая глубина смятия;
 W_r – поперечная составляющая тягового сопротивления.

Более подробно ход рассуждений представлен нами в работе [3].

В соответствии с приведенной расчетной схемой Гуляйпольским механическим заводом ОАО «Мотор Сич» был изготовлен экспериментальный образец дискового плуга который был исследован на основные показатели надежности и качества крошения почвы.

Конструкция плуга имеет следующие отличия от серийного варианта:

- оригинальный механизм регулирования углов постановки диска в трех плоскостях (рис.3.), что позволяет проводить испытания в аналитически обоснованном диапазоне их изменения;

- смещена на 80 мм относительно серийной конструкции навеска, что отвечает усредненному положению продольной оси тяги;
- рама изготовлена из трубы круглого профиля, что снижает величину крутильных колебаний;
- профиль чистика повторяет профиль сечения диска в месте его установки;
- угол установки основной балки к направлению движения отвечает расчетному ($\theta = 48^{\circ}$);
- положение корпусов отвечает расчетному ($\Delta_1 = 255$ мм; $\Delta = 510$ мм)
- параметры бороздного колеса выбраны в соответствии с расчетными ($R = 250$ мм; $r = 180$ мм).



Рис. 3. Механизм крепления диска к стойке

В процессе работы визуальным наблюдением установлено, что качество обработки почвы соответствует агротехническим требованиям. Поверхность поля ровная и однородная. Агрегат устойчиво выполняет технологический процесс в диапазоне III – V передач трактора МТЗ-82, но работа на IV передаче методом экспертной оценки признана оптимальной. На меньшей скорости не обеспечивается достаточная производительность, а на большей – пласт отбрасывается на величину, которая превышает ширину захвата корпуса.

Путь заглубления – 0,7 м (у серийного – 1,2 м). Полностью отсутствует забивание межстоечного пространства при всех вариантах постановки углов диска, т.е. задача технологической надежности решена.

Тяговые испытания на данном этапе не проводились. Учитывая новые технологические возможности (смена углов постановки диска в трех плоскостях), основной упор был сделан на оценке качества крошения почвы. Качество крошения оценивалось при помощи решетного классификатора и, дополнительно, по методике предложенной А.Н.Панченко [2]. Результаты математической обработки результатов просеивания представлены в табл.1.

Используя полученные графики находим коэффициент (K_p) разнородности структурных агрегатов (табл.2) и на его основе проанализируем качество работы модернизированного плуга.

Таблиця 1 - Процентное содержание комков почвы во взятых пробах после прохода плуга при различных углах постановки диска

Диаметр отверстия решета, мм	Углы постановки диска, град:							
	$\alpha = 31,5$ $\beta = 26$		$\alpha = 31,5$ $\beta = 17$		$\alpha = 31,5$ $\beta = 8,0$		$\alpha = 48,5$ $\beta = 8,0$	
	Условный приведенный диаметр, мм	Процентное содержание фракции, %	Условный приведенный диаметр, мм	Процентное содержание фракции, %	Условный приведенный диаметр, мм	Процентное содержание фракции, %	Условный приведенный диаметр, мм	Процентное содержание фракции, %
150	159	7,12	157	14,53	163	15,76	164	14,33
100	121	7,56	125	11,57	125	16,42	132	20,09
75	81	5,85	82	6,74	86	8,78	84	10,22
50	64	10,04	66	12,19	61	15,00	63	19,58
25	37	12,78	38	15,74	33	13,67	32	10,91
10	16	31,20	17	17,95	18	12,16	14	13,23
< 10	-	25,45	-	21,26	-	18,21	-	11,64
Всего		100		100		100		100

По данным табл.1 строим огиу распределения фракционного состава, рис. 4.

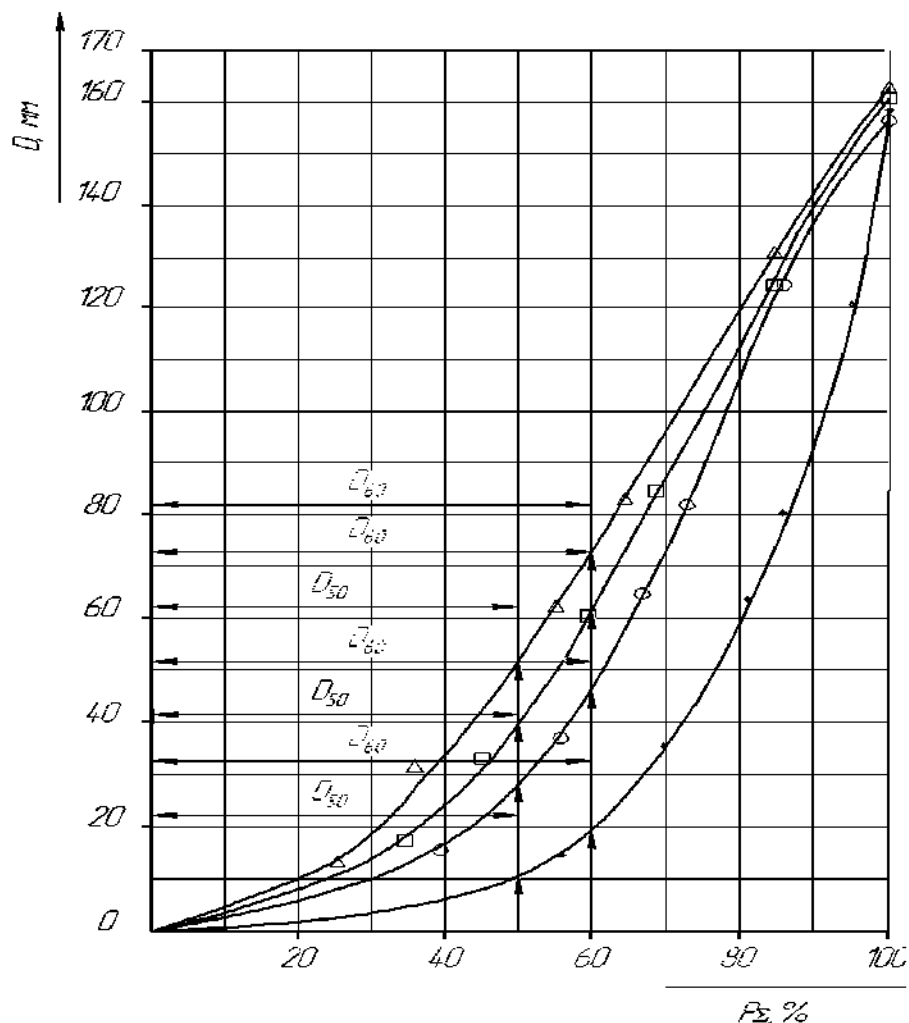
Таблиця 2 - Качественные показатели крошения почвы по А.Н.Панченко [2]

	$\alpha = 48,5^{\circ}$ $\beta = 8,0^{\circ}$	$\alpha = 31,5^{\circ}$ $\beta = 8,0^{\circ}$	$\alpha = 31,5^{\circ}$ $\beta = 26^{\circ}$	$\alpha = 31,5^{\circ}$ $\beta = 17^{\circ}$
D_{60} , мм	20	48	42	74
D_{50} , мм	10	28	40	52
D_{10} , мм	1,0	3	4	5
K_p	20	16	10,5	14,8

В соответствии с методикой [2, стр.15] оптимальным следует считать значение $K_p = 9 - 16$. Таким образом, во всем диапазоне изменения углов α и β этот показатель требованиям удовлетворяет. Исключение составляет первый вариант, в котором значения углов приняты максимальными.

Выводы. Проведенными исследованиями показано, что показатели работы дискового плуга могут быть улучшены путем более рациональной расстановки корпусов и оптимизации угла наклона балки по направлению движения. При выполнении этого условия бороздное колесо полностью справляется с компенсацией поперечной составляющей силы тяги.

Оптимальное положение корпусов - $\Delta_1 = 255$ мм; $\Delta = 510$ мм при угле постановки балки $\theta = 48^{\circ}$.



- - $\alpha = 31,5, \beta = 26$; ○ - $\alpha = 31,5, \beta = 17$; □ - $\alpha = 31,5, \beta = 8,0$;
- ▲ - $\alpha = 48,5, \beta = 8,0$.

Рис. 4. Огиба распределения фракционного состава

Анализ качества крошения почвы показал, что внесенные конструктивные изменения позволяют обеспечивать значение коэффициента разнорзерности структурных агрегатов в допустимом диапазоне.

Литература.

1. Мударисов С.Г. Повышение качества обработки почвы путем совершенствования рабочих органов машин на основе моделирования технологического процесса: автореф. дис... докт. техн. наук: 05.20.01/ С.Г. Мударисов. – Челябинск, 2007. – 40с.
2. Панченко А.Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями / А.Н. Панченко// Днепрпетр. гос. агр. ун-т.- Днепрпетровск, 1999. – 140с.
3. Семенюта А.М. Математична модель дискового плуга/ А.М. Семенюта, О.В. Білокопитов, Б.А. Волик, В.О. Колбасін// Праці Таврійського державного агротехнологічного університету - Вип.10.- Т.8. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. - С.169- 176.

4. *Худоеров А.Н.* Определение скорости движения частиц почвы по рабочей поверхности сферического диска/ А.Н. Худоеров// Техника в сельском хозяйстве. – 2009. - №4. – с.44-45.
5. *Шевченко И.А.* Математическая модель взаимодействия дискового рабочего органа с почвой/ И.А. Шевченко// Праці ТДАТА. – Вип. 1. - Т.10.-Мелітополь: ТДАТА, 1999 – с.124 – 130.
6. *Юнусов Г.С.* Кинематический анализ движения дисковых рабочих органов/ Г.С. Юнусов // Техника в сельском хозяйстве. – 2005. - №2. – с.49 – 50.

АНАЛІТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЗУЛЬТАТИ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИСКОВОГО ПЛУГА

Семенюта А.М., Білокопитов О.В., Волік Б.А., Кольцов М.П.

Анотація

В роботі запропоновано аналітичне обґрунтування компоновки дискового плуга.

DISK PLOUGH PARAMETER AND FIELD TESTING RESULTS ANALITICAL SUBSTANTIATION

A. Semenyuta, O. Belokopytov, B. Volik, M. Koltsov

Summary

Analytical substantiation for disk plough components has been proposed in the article.