

УДК 631.472.7

## Повышение эффективности работы сеялок за счет совершенствования параметров рабочих органов

И.В.Морозов, В.И.Морозов, Э.В.Ольховский, В.В.Синегуб

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко (г. Харьков, Украина)*

На основе исследования параметров сошников определена форма лобовой поверхности, что улучшает качественные и снижает энергетические показатели работы сеялок.

**Ключевые слова:** сеялка, сошники, параметры, лобовая поверхность, скорость

**Вступление.** Качество работы сошников определяется степенью выполнения ими агротехнических требований. При движении сошника в почве формируется определенный профиль бороздки, отбрасывается или заклинивается вглубь почва, уплотняется или нет ложе для семян, создается определенная шероховатость дна бороздки, сошник устойчиво движется или совершает всплывания и заметные колебания в продольно-вертикальной плоскости. На все эти перечисленные операции в основном влияют форма и параметры лобовой поверхности сошника.

Равномерность распределения семян в почве зависит от процесса бороздообразования, который в свою очередь является функцией параметров сошника, описанных выше.

Основоположник земледельческой механики и науки о сельскохозяйственных машинах акад. В.П.Горячкин [1] создал классическую теорию клина, применимую не только к работе плужных корпусов и другим почвообрабатывающим рабочим органам, но и к сошникам.

Наральниковые сошники, с точки зрения взаимодействия их с почвой, с достаточной достоверностью можно рассматривать как двугранный клин.

Особенность сошника заключается в том, что его надо рассматривать не только как деформатор, взаимодействующий с почвой, но и как рабочий орган, взаимодействующий с семенами, которые должны быть равномерно распределены в почве.

Требования к деформатору-сошнику отличны от требований, которые предъявляются к рыхлящим, деформирующим рабочим органам.

**Постановка задачи.** Лобовая поверхность сошника характеризуется формой и поперечным размером. В горизонтально-поперечном сечении лобовая поверхность может быть в виде клина, дуги окружности, параболической, клиновидно-округлой с параллельными и сходящимися боковыми щеками, а также любой из указанных выше поверхностей с вертикально поставленным ножом (рис.1. а, б, в, г).

Лобовая поверхность сошника влияет на его внедрение в почву, отбрасывание ее и на энергетические показатели.

Критерием оптимизации взаимодействия этого элемента сошника является обеспечение надежного внедрения его в почву. Важным является устойчивое его движение по глубине, минимальное отбрасывание почвы и сопротивление движению сошника.

Частные вопросы бороздообразования успешно решены рядом исследователей. Воздействие же клина на почвенные частицы впервые рассмотрено акад. В.А.Желиговским [2]. Подробному изучению закономерностей бороздообразования при работе сошников посвящены работы М.Х.Пигулевского [3] и А.Н.Семенова [4], носящие экспериментальный характер. Эти исследования рассматривают зависимости высоты осыпания почвы от расстояния между щеками сошника и угла их наклона.

Однако процесс осыпания почвы и заделки семян возможен только при наличии возле борозды определенного объема почвы, сформировавшегося в результате отбрасывания и смещения ее. Повышенное отбрасывание почвы сошником оказывает отрицательное влияние не только на ее структуру, но и на качество заделки семян.

Значительное влияние на разрушение почвы оказывает форма и параметры лобовой поверхности сошника.

**Основная часть.** В настоящей работе рассмотрим сошники, которые в поперечном сечении представляют параболу, клиновидно-округлую форму, представляющую собой сочетание клиновидной и округлой поверхностей. Причем в вершине эта поверхность имеет форму клина, грани которого плавно переходят в округлую поверхность. Третья форма – клиновидно-округлая с загнутыми концами щек во внутрь сошника. Четвертая форма отличается от предыдущей тем, что впереди по середине вертикально установлен плоский нож [5-8].

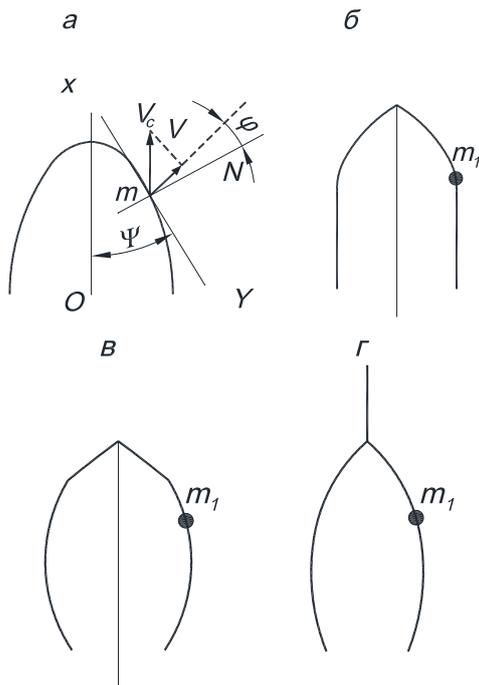


Рис. 1. а, б, в, г Схемы лобовых поверхностей сошника

Для анализа процесса отбрасывания почвы сошником рассмотрим полет частиц. Уравнения движения частиц будут иметь вид:

$$x = V_0 t \cos \alpha, \quad (1)$$

$$y = V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}, \quad (2)$$

где  $V_0$  - начальная скорость движения частицы;  $\alpha$  - угол наклона вектора начальной скорости к горизонту;  $t$  - время движения частицы;  $g$  - ускорение свободного падения.

Из уравнения (1) и находим параметр  $t$ :

$$t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}. \quad (3)$$

Подставив значение  $t$  (3) в формулу (2), находим уравнение траектории в общем, виде:

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - x^2 \frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}. \quad (4)$$

Для нахождения максимальной высоты подъема частицы, определяем экстремальное значение  $y$ .

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{dt} \frac{dt}{dx},$$

но, так как  $\frac{dt}{dx} \neq 0$ , то ограничимся приравниванием к нулю производной:

$$\frac{dy}{dt} = V_0 \sin \alpha - gt = 0. \quad (5)$$

Из равенства (5) определяем значение параметра  $t$ , при котором  $y$  достигает экстремального значения

$$t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}. \quad (6)$$

Подставляя выражение (6) в уравнение (2) получаем

$$h = y_{\max} = \frac{1}{2} \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g}. \quad (7)$$

В последнем уравнении  $V_0$  и  $g$  постоянные величины, следовательно, высота траектории полета частицы зависит от угла  $\alpha$ , что тоже самое от угла наклона щек сошника к горизонту.

При  $\alpha$  приближающемся к  $\frac{\pi}{2}$ ,  $h$  возрастает.

Для нахождения абсциссы  $S$ , при которой частица  $m$  достигает наивысшего положения, значение времени (6), соответствующее этому моменту, подставляем в равенство (1):

$$x = S = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{2g}. \quad (8)$$

Приравнявая нулю уравнение (4) определим дальность полета частицы по горизонтали:

$$x \cdot \operatorname{tg} \alpha - x^2 \frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} = 0;$$

отсюда:

$$x_1 = 0, \quad (9)$$

$$x_2 = l = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}, \quad (10)$$

В нашем случае  $x_1$  соответствует начальному моменту полета,  $x_2$  определяет дальность полета частицы по горизонтали.

Начальная скорость полета частиц является величиной постоянной для конкретной конструкции сошника. С изменением параметров сошника изменяется и скорость полета почвенных частиц.

У сошника на участке с двугранной плоской поверхностью скорость отбрасывания почвенных частиц определяется по выражению:

$$V_0 = V_c \sin(\beta + \varphi), \quad (11)$$

где  $V_c$  - поступательная скорость сошника;  $\beta$  - половина угла раствора лобовых граней;  $\varphi$  - угол внешнего трения почвы по сошнику.

Из выражения (11) следует, что скорость отбрасывания почвенных частиц зависит от поступательной скорости сошника, угла раствора граней сошника и от фрикционных свойств почвы, что характеризуется углом внешнего трения  $\varphi$ . Из этого уравнения следует, что скорость отбрасывания почвенных частиц на всей длине

плоской грани является постоянной. Скорость отбрасывания почвенных частиц достигает максимума при  $\beta + \varphi = \pi/2$ . Это условие соответствует не работающей модели технологического процесса, т.к. почва будет отбрасываться сошником вперед с образованием сплошного вала. Он будет формироваться впереди сошника и окажется не работоспособным.

При моделировании процесса взаимодействия сошников с почвой можно оценить проекцию вектора скорости  $V$  с параболической лобовой поверхностью по выражению:

$$V = V_c \sin(\psi + \varphi), \quad (12)$$

где  $\psi$  – угол между касательной к лобовой поверхности и продольной осью сошника.

В сошнике с комбинированной лобовой поверхностью (второй вид), представляющей сочетание клина и дуги, скорость отбрасывания почвы определяется: на участке плоских граней по выражению (11), а на криволинейном участке скорость определяется по формуле (12).

Подставив (11) и (12) в уравнение (10) получим функциональную зависимость дальности полета почвенных частиц от конструктивных и режимных параметров сошника.

Для сошников на участке с клиновидной поверхностью:

$$l = V_c^2 \sin^2(\beta + \varphi) \sin 2\alpha \cdot g^{-1}. \quad (13)$$

Для сошников на участке с криволинейной лобовой поверхностью:

$$l = V_c^2 \sin^2(\psi + \varphi) \sin 2\alpha \cdot g^{-1}. \quad (14)$$

В сошниках с лобовой поверхностью в поперечном сечении представляющих округлую форму, скорость отбрасывания почвенных частиц определяется равенством (12). Из этого выражения видно, что скорость отбрасывания зависит от поступательной скорости сошника, углов внешнего трения  $\varphi$  и  $\psi$ , т.е. от места контакта почвенной частицы с лобовой поверхностью в направлении оси  $x$ .

Так, при  $\psi = 0$ , скорость  $V_0$  тоже равна нулю, следовательно, и дальность полета частиц, контактирующих в этой точке, равна нулю. В этом случае боковой почвенный холмик будет располагаться в непосредственной близости от бороздки, ближе, чем после прохождения сошника с поперечным сечением в виде клиновидной формы.

Энергетические показатели возрастают с увеличением ширины сошника. Поэтому при выборе сошника необходимо уменьшать его ширину. Нижним пределом размера ширины сошника является проходимость в нем семян.

Перед деформатором, представляющем округлую поверхность, давление в различных точ-

ках зависит от их положения и геометрических размеров рабочего органа.

Анализируя работу этой модели можно заключить, что она обладает положительными и отрицательными характеристиками.

Положительным является то, что на концах участка контакта давление равно нулю, благодаря чему наблюдается минимальное отбрасывание почвы в стороны от осевой линии бороздки, что способствует лучшему ее осыпанию и заделке семян на заданную глубину.

К негативным показателям следует отнести наличие максимального давления в центре деформатора, но без концентрации давления в центре как в предыдущей модели, следовательно, такой деформатор хуже внедряется в почву, больше отбрасывает ее впереди себя. Это сопровождается формированием почвенного валика впереди рабочего органа и увеличением его тягового сопротивления.

Экспериментальные сошники с параболической, клиновидно-округлой лобовой поверхностью представляют собой в поперечном сечении промежуточную форму между двугранной и дугой окружности. Это следует из того, что лобовая параболическая поверхность включает в себя элементы клина в передней части и овальные боковые щеки.

Поэтому и скорость отбрасывания почвенных частиц сошниками с параболической поверхностью в вершине клина и вблизи ее на участках плоских граней определяется по выражению (11), а боковыми щеками – по формуле (12).

Наши исследования показали, что сошники с параболической лобовой поверхностью по качеству бороздообразования превосходят – с двугранной клиновидной и округлой.

Сошники с клиновидно-округлой лобовой поверхностью, которые представляют сочетание плоской грани в вершине клина, плавно переходящую в округлую, имеют следующую характеристику: дальность отбрасывания почвы будет определяться в вершине угла граней лобовой поверхности по формуле (13), а на участке дуги по формуле (14).

Особенностью такого сочетания поверхностей является то, что клин, образованный плоскими гранями сошника лучше внедряется в почву, на меньшее расстояние отбрасывает почву вперед, что снижает энергетические затраты. Дальность отбрасывания почвы, контактирующей с рабочей поверхностью на криволинейном участке не постоянна, она уменьшается по мере удаления точки контакта от осевой линии.

Давление впереди клиновидно-округлого деформатора будет иметь следующую картину. Так как в вершине деформатора установлен клин, грани которого плавно переходят в криво-

линейные участки лобовой поверхности, то в середине будет наблюдаться концентрация давлений, что будет способствовать лучшему внедрению рабочего органа в почву.

Почвенные частицы, контактирующие с рабочей поверхностью (рис. 1, б) начиная от точки  $m_1$  будут частично увлекаться по ходу движения сошника за счет сил трения. Частицы, не контактирующие с рабочей поверхностью в районе точки  $m_1$ , будут находиться в состоянии покоя.

Следовательно, при работе сошника с такой лобовой поверхностью почвенный валик будет укладываться в непосредственной близости от бороздки. Это способствует лучшему осыпанию почвы в бороздку и заделке семян на заданную глубину. Особенность рабочих поверхностей (рис. 1, в, г) заключается в том, что их боковые щеки имеют отрицательные углы  $\psi$ , т. е. они сходятся во внутрь сошника. Такая ориентация щек сошника полностью исключает отбрасывание почвы в стороны сходящимися их частями.

При работе такой модели, начиная от точки  $m_1$ , почва начинает осыпаться в бороздку под действием поперечной составляющей скорости перемещение сошника, этому способствует ускорение движения сошника по ходу сеялки. Такой процесс осыпания почвы способствует более полной заделке семян на заданную глубину и снижает энергетические показатели сошника.

**Выводы.** С точки зрения качественных и энергетических показателей лобовая поверхность должна иметь клиновидно-округлую форму с минимально допустимой шириной (до 20 мм), обеспечивающей свободное прохождение семян и удобрений. Причем у вершины угла для лучшего внедрения в почву поверхность

должна состоять из плоского двугранного клина. При этом грани должны плавно переходить в округлые боковые щеки для минимального отбрасывания почвы. Наличие симметрично поставленного вертикального ножа длиной до 50 мм существенно не влияет на технологический процесс.

#### Литература

1. Горячкин В.П. Собрание сочинений, том 1,2,3. Изд-во "Колос", М., 1965.
2. Желиговский В.А. Экспериментальная теория резания лезвием. Труды МИИЭСХ, Сельхозгиз, М., 1941. – С. 105-116.
3. Пигулевский М.Х. Основы и методы экспериментального изучения почвенных деформаций // Теория, конструкция и производство с. - х. машин. Т. II, М. – Л.: Сельхозиздат, 1936. – С. 421-528.
4. Семенов А.Н. Зерновые сеялки. М. – Киев: Машгиз, 1959. – 381 с.
5. Морозов И.В. Исследования сошников в лабораторных условиях // Сельскохозяйственные машины. Сб. Научн. тр. МИИСП. вып. 1, Ч. II, Том XI, – М., 1974. – С. 37-43.
6. Результаты исследований наральных сошников / Морозов И.В., Власенко В.Г., Олумуйва И.Ф. – Киев, 1998. – 7 с. – Рус. – Деп. В ГНТБ Украины 27.04.98, № 225 – Ук – 98.
7. Морозов, И.В. Новые направления совершенствования процесса бороздообразования. Сб. научн. тр. ХГТУСХ, – Харьков, 1997. – С. 186-187.
8. Морозов И.В. К обоснованию отдельных параметров анкерного сошника / И.В. Морозов, А.В. Солошенко // Сб. научн. тр. МИИСП, – М., 1980. – С. 79-82.

#### Анотація

### Підвищення ефективності роботи сівалок за рахунок удосконалення параметрів робочих органів

І.В.Морозов, В.І.Морозов, Е.В.Ольховський, В.В.Синюгуб

На основі дослідження параметрів сошників визначена форма лобової поверхні, що покращує якісні і знижує енергетичні показники роботи сівалок.

**Ключові слова:** сівалка, сошники, параметри, лобова поверхня, швидкість.

#### Abstract

### The efficiency of the drills at the expense of improvement of parameters of working

I.V.Morozov, V.I.Morozov, E.V.Oikhovsky, V.V.Sinohub

Based on the study parameters openers defined the shape of the frontal surface, which improves quality and reduces energy performance drills.

**Keywords:** drill, share, settings, windshield surface speed.

Представлено: В.И.Пастухов / Presented by: V.I.Pastuhov

Рецензент: В.Н.Бакум / Reviewer: V.N.Bakum

Подано до редакції / Received: 14.11.2014