

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫБРОСА СЕМЕНИ ПРИСОСКОЙ ВЫСЕВАЮЩЕГО БАРАБАНА. СВОБОДНЫЙ ПОЛЁТ

*В.Я.Коваль, кандидат технических наук, доцент*

*А.В.Щеглов, соискатель*

*Луганский национальный аграрный университет*

*Розглянуто процес вибросу насіння барабаном дозатора, ви-  
значено параметри процесу та характер їх зміни*

Совершенствование высевальных аппаратов пропашных сеялок направлено на повышение равномерности распределения и точности размещения семян в рядке, расширение универсальности и снижение повреждения последних. Размещение одиночных семян в рядках на строго заданном расстоянии улучшает освещённость, тепловой, пищевой и водно-воздушный режимы растений, стойкость их к вредителям и болезням, способность противостоять сорнякам и обеспечивает возможность дальнейшего качественного механизированного возделывания [1].

Сеялки точного высева в реальных условиях обеспечивают ограниченный уровень точности на скорости 1,5-2,0 м/с. Сеялки укладывают не более 70 % семян на установленную глубину заделки против 95 % согласно агротехническим требованиям. Вдоль рядка обеспечивается укладка в заданном интервале лишь 16-29 % семян (при требуемых 90 %) отечественными сеялками и 27-77 % зарубежными. Особенно неудовлетворительное распределение семян наблюдается на повышенных скоростях посева 2,5-3,0 м/с, которые наиболее характерны для производственных условий [2].

Вопросы повышения качества высева аппаратами сеялок рассматриваются авторами, в основном, в плоскости захвата одиночных семян диском (барабаном) [3] и его скоростного режима [4].

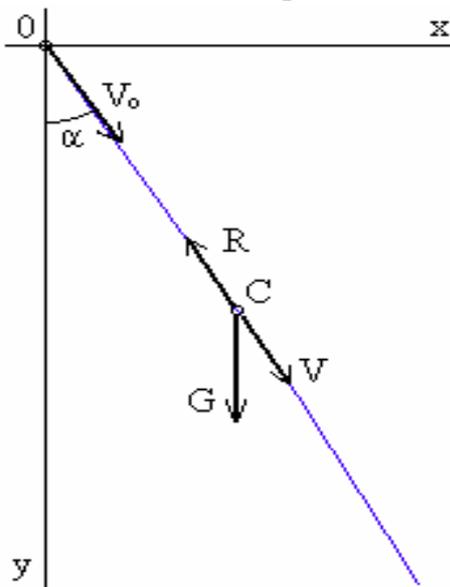
Согласно проведённым исследованиям [5], было установлено, что основное влияние на погрешность операции D размещения семян в борозде оказывает величина горизонтальной составляющей абсолютной скорости  $V_x$  последних в момент удара о дно борозды. Для снижения влияния  $V_x$  предлагаются разные технические решения: создание рыхлого слоя на дне борозды, установка отражающей пластины; смыкание борозды при помощи катков или в результате изменения длины щеки сошника; применение клиновидных сошников с острым углом клина 45-50° или 30°. Наиболее приемлемым конструктивным решением является клиновидный сошник с углом клина до 60°. Однако клиновидный сошник не может существенно снизить дисперсию D. Так при  $V_x = 1,5-2,0$  м/с D составляет более 7,8 см<sup>2</sup>. Но если скорость  $V_x \rightarrow 0$ , то  $D \rightarrow 0,5$  см<sup>2</sup> [5].

Таким образом, повышение качества высева семян можно достичь путём снижения величины горизонтальной составляющей абсолютной скорости  $V_x$  во время выброса семени присоской барабана.

Процесс выброса семян из присоски профессор Будагов А.А. [6] предложил условно разбить на два участка: принудительного разгона семени и свободного полёта.

Рассмотрение принудительного разгона семени позволило выявить зависимость его скорости и перемещения от давления выброса в присоске и угла наклона струи к вертикали [7]. Дальнейшее движение семени по второму участку для упрощения будем представлять как отдельный процесс.

Свободный полёт семени рассматриваем с допущением, что семя движется в виде материальной точки.



**Рис. 1. Схема к расчёту параметров свободного движения семени**

Силы, действующие на семя (рис. 1):

$$G = mg; \quad R = -k_n m v^2,$$

где  $G$  – сила тяжести;

$R$  – сила воздействия воздушного потока;

$m$  – масса семени;

$g$  – ускорение свободного падения;

$k_n$  – коэффициент парусности;

$v$  – скорость семени.

Начальные условия движения:

$$t = 0; \quad x = 0; \quad y = 0; \quad x' = v_0 \sin \alpha; \quad y' = -v_0 \cos \alpha.$$

Дифференциальные уравнения движения семени в проекции на оси  $x$  и  $y$  будут иметь вид:

$$x'' = -k_n (x')^2; \quad (1)$$

$$y'' = g - k_n (y')^2. \quad (2)$$

Скорость семени в проекции на ось  $x$

$$x' = \frac{1}{k_n t + (v_0 \sin \alpha)^{-1}}.$$

Перемещение семени в проекции на ось  $x$

$$x = k_n^{-1} \ln(k_n t v_0 \sin \alpha + 1).$$

Интегрируя дифференциальное уравнение (2), получим выражение

$$t = \frac{0,5}{\sqrt{g k_n}} \ln \left| \frac{\sqrt{g} + \sqrt{k_n} y'}{\sqrt{g} - \sqrt{k_n} y'} \right| - C_3.$$

При начальных условиях постоянная  $C_3$  определится

$$C_3 = \frac{0,5}{\sqrt{gk_n}} \ln \left| \frac{\sqrt{g} + \sqrt{k_n} v_o \cos \alpha}{\sqrt{g} - \sqrt{k_n} v_o \cos \alpha} \right|.$$

Скорость семени в проекции на ось  $y$

$$y' = \sqrt{\frac{g}{k_n}} \cdot \frac{e^{2\sqrt{gk_n}(t+C_3)} - 1}{e^{2\sqrt{gk_n}(t+C_3)} + 1}.$$

Преобразуем уравнение (2) в виде

$$y' dy' / (g - k_n (y')^2) = dy.$$

Проинтегрировав, получим

$$y = -\frac{0,5}{k_n} \ln |g - k_n (y')^2| - C_4.$$

Постоянная  $C_4$  при начальных условиях определится

$$C_4 = -\frac{0,5}{k_n} \ln |g - k_n (v_o \cos \alpha)^2|.$$

Перемещение семени в проекции на ось  $y$

$$y = \frac{0,5}{k_n} \ln \left| \frac{g - k_n (v_o \cos \alpha)^2}{g - k_n (y')^2} \right|.$$

При равномерном движении сеялки по полю дальность полёта семени  $x_n$  в абсолютном перемещении от высевающего барабана с шаговым приводом на дно борозды (рис. 2, б) определяется выражением

$$X_n = S - (X_{1y} + X_{2y}),$$

где  $S$ ,  $X_{1y}$ ,  $X_{2y}$  – соответственно перемещение сеялки, относительное перемещение семени на первом (принудительного разгона) и втором (свободного полёта) участке.

Если высевающий барабан имеет аналоговый привод и семя отделяется от присоски путём экранирования вакуума (рис. 2, а), то дальность полёта семени определяется по формуле

$$X_n = S - X_{2y}.$$

По выполненным расчётам построены траектории относительного и абсолютного перемещения семени (рис. 3) при скорости сеялки 2 м/с. Минимальное значение горизонтальной составляющей абсолютной скорости семени  $V_{ax} = 0,2$  м/с достигается при давлении  $P = 8$  кПа и угле принудительного выброса  $\alpha = 40^\circ$  (см. таблицу) для барабана с шаговым приводом. Наибольшее значение горизонтальной составляющей абсолютной скорости составляет 1,8 м/с при угле свободного схода  $\alpha = 80^\circ$  и скорости подачи  $V$

= 0,206 м/с семени высевающим барабаном с аналоговым приводом (размеры и производительность одинакові).

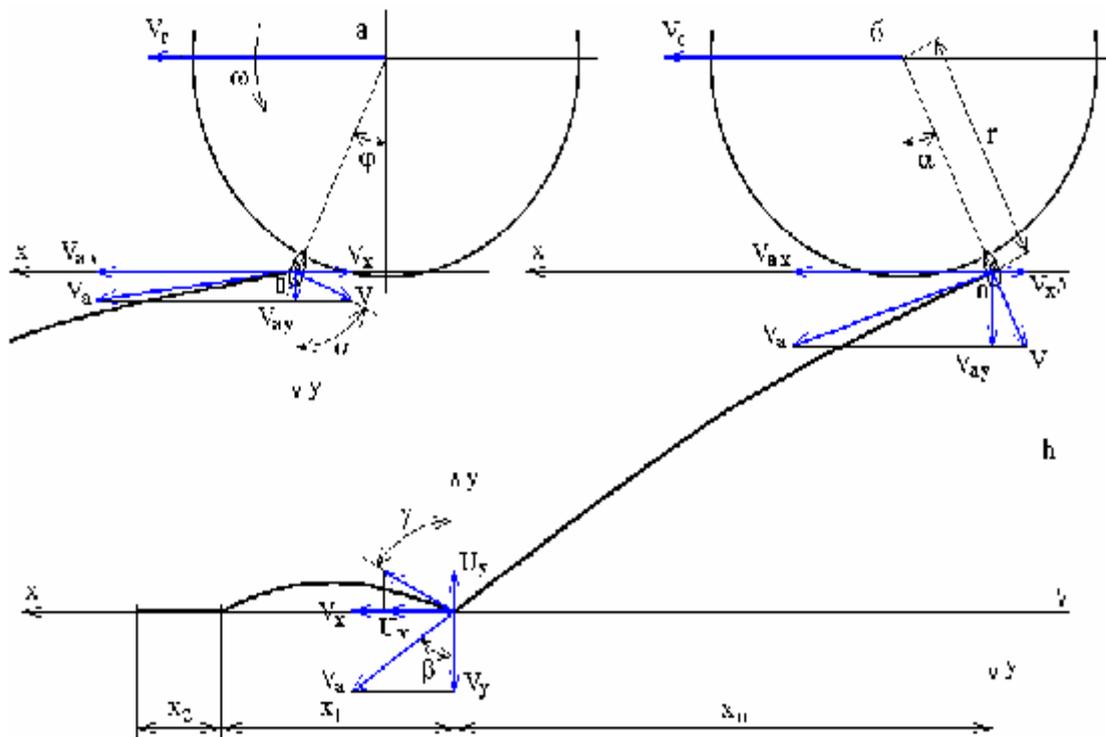


Рис. 2. Схема абсолютного перемещения семени от барабана с аналоговым (а) и шаговым (б) приводом

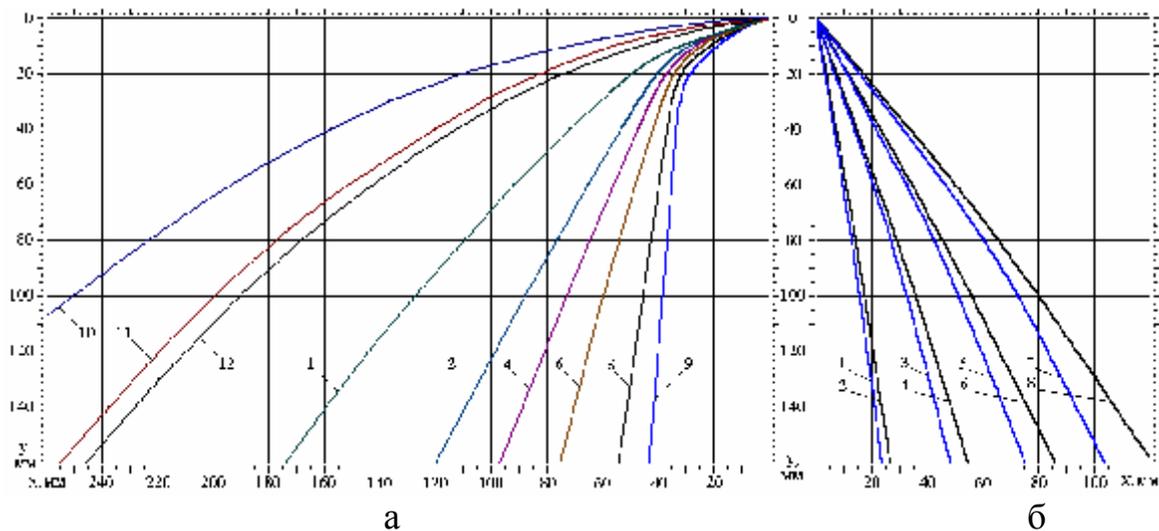


Рис. 3. Траектория абсолютного (а) и относительного (б) перемещения семени:

1 -  $p=3$  кПа,  $\alpha=10^\circ$ ,  $\omega=0$ ; 2 -  $p=7$  кПа,  $\alpha=10^\circ$ ,  $\omega=0$ ; 3 -  $p=3$  кПа,  $\alpha=20^\circ$ ,  $\omega=0$ ; 4 -  $p=7$  кПа,  $\alpha=20^\circ$ ,  $\omega=0$ ; 5 -  $p=3$  кПа,  $\alpha=30^\circ$ ,  $\omega=0$ ; 6 -  $p=7$  кПа,  $\alpha=30^\circ$ ,  $\omega=0$ ; 7 -  $p=3$  кПа,  $\alpha=40^\circ$ ,  $\omega=0$ ; 8 -  $p=7$  кПа,  $\alpha=40^\circ$ ,  $\omega=0$ ; 9 -  $p=8$  кПа,  $\alpha=40^\circ$ ,  $\omega=0$ ; 10 -  $p=0$  кПа,  $\alpha=80^\circ$ ,  $\omega=2,62$  с<sup>-1</sup>; 11 -  $p=0$  кПа,  $\alpha=80^\circ$ ,  $\omega=6,67$  с<sup>-1</sup>; 12 -  $p=0$  кПа,  $\alpha=70^\circ$ ,  $\omega=6,67$  с<sup>-1</sup>.

Таким образом, при принудительном выбросе можно достичь минимальной величины горизонтальной составляющей абсолютной скорости семян, которая вызывает их вторичное перераспределение вдоль борозды. Это приведёт к снижению дисперсии D и повысит качество высева.

Таблица

*Параметры абсолютного перемещения семени*

N п/п	P, кПа	$\alpha$ , °	Время t, с	Скорость, м/с			Перемещение, м	
				V <sub>ax</sub>	V <sub>ay</sub>	V <sub>a</sub>	X <sub>a</sub>	Y <sub>a</sub>
1	3	10	0,06	1,715	1,909	2,566	0,1071	0,0774
2			0,07	1,715	2,006	2,639	0,1243	0,0970
3			0,08	1,715	2,103	2,714	0,1414	0,1175
4			0,09	1,715	2,200	2,789	0,1586	0,1390
5			0,10	1,715	2,297	2,867	0,1757	0,1615
6	8	40	0,04	0,201	2,242	2,251	0,0346	0,0546
7			0,05	0,202	2,339	2,348	0,0366	0,0775
8			0,06	0,202	2,436	2,444	0,0387	0,1013
9			0,07	0,203	2,532	2,540	0,0407	0,1262
10			0,08	0,204	2,629	2,637	0,0427	0,1520

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ломакин С.Г., Ревякин Е.Л. Тенденции развития конструкций посевных машин в СССР и за рубежом. – М.: ЦНИИТЭИ, 1975. – 120 с.
2. Астахов В.С. Посевная техника: анализ и перспективы развития // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1999. - №1. – С. 6-8.
3. Сисолін П., Свірень М., Федорчак В. Подальше вдосконалення конструкції пневмомеханічного висівного апарата просапних сівалок // Техніка АПК. – 2005. - №2. – С. 12-13.
4. Лобачевский П.Я. закономерности подачи семян аппаратами сеялок точного высева // Техника в сельском хозяйстве. – 2003. -№6. – С. 8-10.
5. Машины точного посева пропашных культур: конструирование и расчёт / В.С. Басин, В.В. Брей, Л.В. Погорелый и др.; Под ред. Л.В. Погорелого. – К.: Техніка, 1987. – 150 с.
6. Будагов А. А. Точный посев на высоких скоростях. - Краснодар: Краснодарское книжное из-во, 1971. - 140 с.
7. Щеглов А.В. Исследование процесса выброса семени присоской высевающего барабана. Разгонный участок // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету / Технічні науки.- Луганськ: Вид-ство ЛНАУ. - №65(88), 2006. - С. 209-215.