

УДК 631.862.1

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ БОРОЗДКИ ДЛЯ УКЛАДКИ СЕМЯН

**А.В. Мачкарин к.т.н., доцент, А.В. Рыжков к.т.н., доцент,  
К.В. Казаков к.т.н., доцент**  
(ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия)

*В статье идет речь о теоретическом определении параметров бороздки для укладки семян.*

В процессе обработки почвы дисковыми рабочими органами происходит разбрасывание и частичное смещение почвы, вследствие чего дно борозды оголяется и образуется гребень [1].

Общая ширина бороздки (рисунок 1), нарезаемой диском прималом угле атаки:

$$a = 2a_1 + \Delta a_2 + 2\Delta a, \quad (1)$$

где  $a_1, a_2$  - ширина бороздки, образуемая вогнутой и выпуклой частями сферического диска;  $\Delta a_2 = a_2 - a_1$  - ширина, образуемая вдавливанием диска в стенку бороздки;  $2\Delta a$  - увеличение ширины бороздки из-за осыпания ее стенок при угле  $\varphi'$  естественного откоса почвы [2].

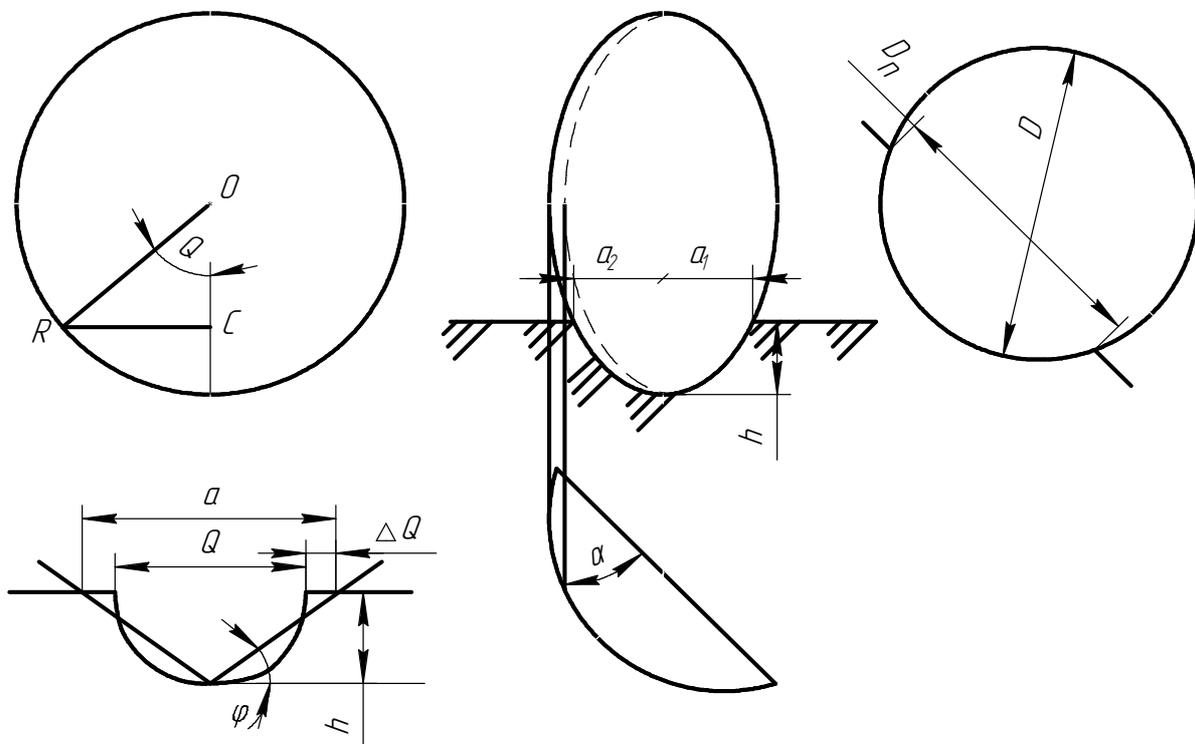


Рисунок 1 - К определению ширины бороздки, нарезаемой сферическим диском при малом угле атаки

Для упрощення толщиной диска пренебрегаем (рисунок 1)

$$a_1 = \frac{Dh}{2} \sin \alpha = \sqrt{h(D-h)} \sin \alpha, \quad (2)$$

где  $D$  - диаметр диска, мм;  $h$  - глубина бороздки, мм;  $\alpha$  - угол атаки, °.

$$a_2 = R_h - R_h \cos \theta_h. \quad (3)$$

где  $R_h$  - радиус сечения диска горизонтальной плоскостью на уровне его заглубления;  $\theta = \arctg \left( \frac{\sqrt{h(D-h)}}{R-L_1} \right)$  - угол при вершине сектора сечения диска

горизонтальной плоскостью на уровне его заглубления;  $L_1 = R - \sqrt{R^2 - \frac{D^2}{4}}$  (рисунок 2).

При  $\alpha = \theta$  давление выпуклой части диска на стенку бороздки прекращается. Следовательно, с увеличением  $\alpha$  величина  $\Delta a_2$  уменьшается и при  $\alpha = \theta$   $\Delta a_2 = 0$  [2].

Тогда при  $0 \leq \alpha \leq \theta$

$$\Delta a_2 = R_h [1 - \cos(\theta - \alpha)]. \quad (4)$$

Расширение бороздки из-за осыпания почвы при угле  $\varphi'$  естественного откоса определим так (см. рисунок 1).

$$\Delta a = h - a_1 \frac{\operatorname{tg} \varphi'}{\operatorname{tg} \varphi'}. \quad (5)$$

С учетом полученных выражений ширина бороздки:

$$a = \sin \alpha \sqrt{h(D-h)} + R [1 - \cos(\theta - \alpha)] + \frac{2(h - a_1 \operatorname{tg} \varphi')}{\operatorname{tg} \varphi'}. \quad (6)$$

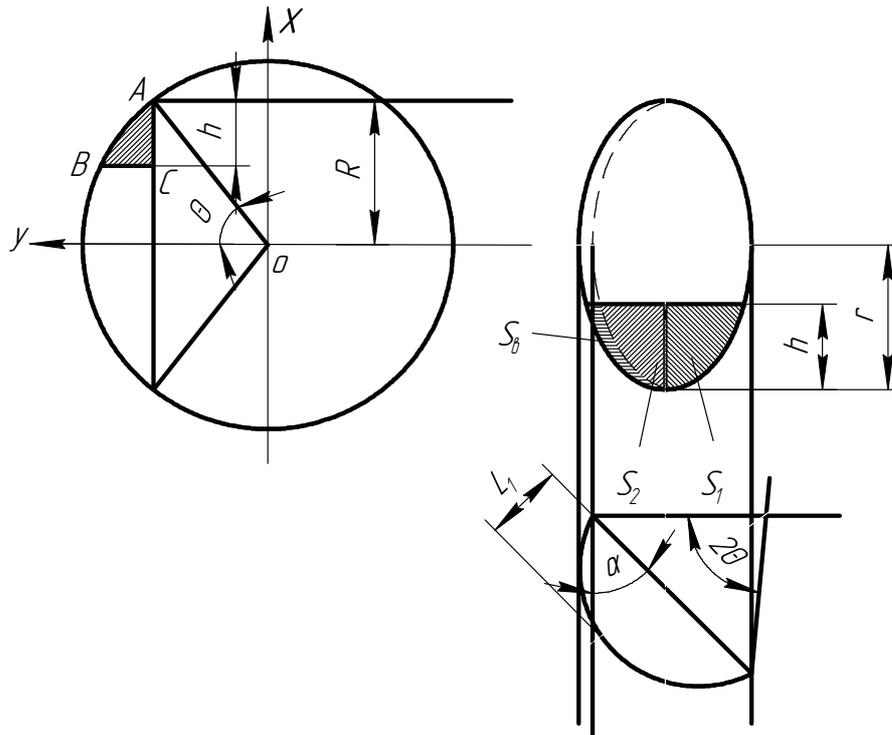


Рисунок 2 - К определению площади поперечного сечения бороздки, нарезаемой сферическим диском при малом угле атаки

Анализ формулы (6) показывает, что ширина бороздки растет с увеличением диаметра и угла атаки, глубины погружения диска в почву и с уменьшением угла естественного откоса.

Полная площадь поперечного сечения бороздки при малых углах атаки будет состоять из двух площадей (рисунок 2):

$$S_0 = S_1 + S_2, \quad (7)$$

где  $S_1, S_2$  - площади поперечного сечения бороздки со стороны вогнутой и выпуклой части диска.

Площадь  $S_1$  как часть эллипса можно описать уравнением:

$$\frac{x^2}{r^2} + \frac{y^2}{r^2 \sin^2 \alpha} = 1 \quad (8)$$

или

$$S_1 = \int_{r-h}^r y dx. \quad (9)$$

Интегрируя уравнения (9) по частям и учитывая, что  $y = \sin \alpha \sqrt{r^2 - x^2}$ , получим:

$$S_1 = \frac{r^2 \sin \alpha}{2} \left[ \frac{\pi}{2} - \arcsin \Omega - \Omega \sqrt{1 - \Omega^2} \right]. \quad (10)$$

где  $\Omega = 1 - \frac{h}{r}$ ;  $r$  - радиус диска.

Площадь, образованная выпуклой частью диска, можно представить равенством:

$$S_2 = S_1 + S_6, \quad (11)$$

где  $S_6$  - приращение площади из-за вдавливания диска в стенку борозды.

Заметим, что при  $\alpha = 0$  площадь бороздки от выпуклой части диска максимальна и равна площади сегмента с радиусом кривизны  $R$  на глубине  $h$ . Давление выпуклой части диска на стенку бороздки прекратится при  $\alpha \leq \theta$  [3].

Примем, что при  $\alpha = 0$  площадь выдавливаемой части бороздки максимальна. Для упрощения расчетов будем считать, что изменение этой части площади с изменением угла атаки  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq \theta$ ) происходит по линейному закону, т. е.

$$S_6 = c_1 \alpha + c_2, \quad (11)$$

Из граничных условий при  $\alpha = 0$   $S_{6\max} = c_2$  и при  $\alpha = \theta$  следует что  $c_1 = -\frac{S_{6\max}}{\theta}$

Тогда:

$$S_6 = S_{6\max} \left(1 - \frac{\alpha}{\theta}\right), \quad (12)$$

где из рисунка 2  $S_{6\max} = S_{ABC} = \int_C^A \sqrt{R^2 - x^2} dx$ ;  $A = R \sin \theta$ ;  $C = R \sin \theta - h$

Проведя соответствующие преобразования и обозначив  $\sin \theta = -\frac{h}{R} = \Omega_1$ , получим

$$S_6 = \frac{R^2}{2} \left( \frac{\sin 2\theta}{2} + \theta - \Omega_1 \sqrt{1 - \Omega_1^2} - \arcsin \Omega_1 \right) \quad (13)$$

Если учесть уравнения (10) и (13), полная площадь бороздки:

$$S_0 = r^2 \sin \alpha \left( \frac{\pi}{2} - \Omega \sqrt{1 - \Omega^2} - \arcsin \Omega \right) + \frac{R^2}{2} \left( 1 - \frac{\alpha}{\theta} \right) \left( \frac{\sin 2\theta}{2} + \theta - \Omega_1 \sqrt{1 - \Omega_1^2} - \arcsin \Omega_1 \right) \quad (14)$$

## Вывод

Формулы (7) и (14) позволяют определить ширину и площадь поперечного сечения бороздки с учетом её расширения выпуклой частью диска.

## Список литературы

1. Булавин С.А., Рыжков А.В., Мачкарин А.В. Сеялка для прямого посева [Текст] // Сельский механизатор. - 2007. - №6. С. 16.
2. Мачкарин А.В. Повышение эффективности выращивания зерновых с разработкой и обоснованием оптимальных параметров сеялки прямого посева

[Текст]: дисс.... канд.техн. наук. Мич. гос. аграрный университет, Мичуринск – Научоград РФ, 2009.

3. Булавин С.А., Мачкарин А.В., Рыжков А.В. Результаты испытаний сеялки прямого посева [Текст] // Вестник мичуринского государственного аграрного университета научно-производственный журнал. - 2015. - № 1 С. 119-126.

## **Abstract**

### **Defining the parameters of the grooves for laying the seeds**

A. Machkarin, A.Ryzhkov, K.V. Kazakov

*This article deals with the theoretical definition of the groove parameters for seed placement.*

## **Анотація**

### **Визначення параметрів борозенки для укладання насіння**

А. В. Мачкарин, А. В. Рижков, К. В. Козаков

*В статті йдеться про теоретичне визначення параметрів борозенки для укладання насіння.*