

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 φ' естественного откоса почвы [2].

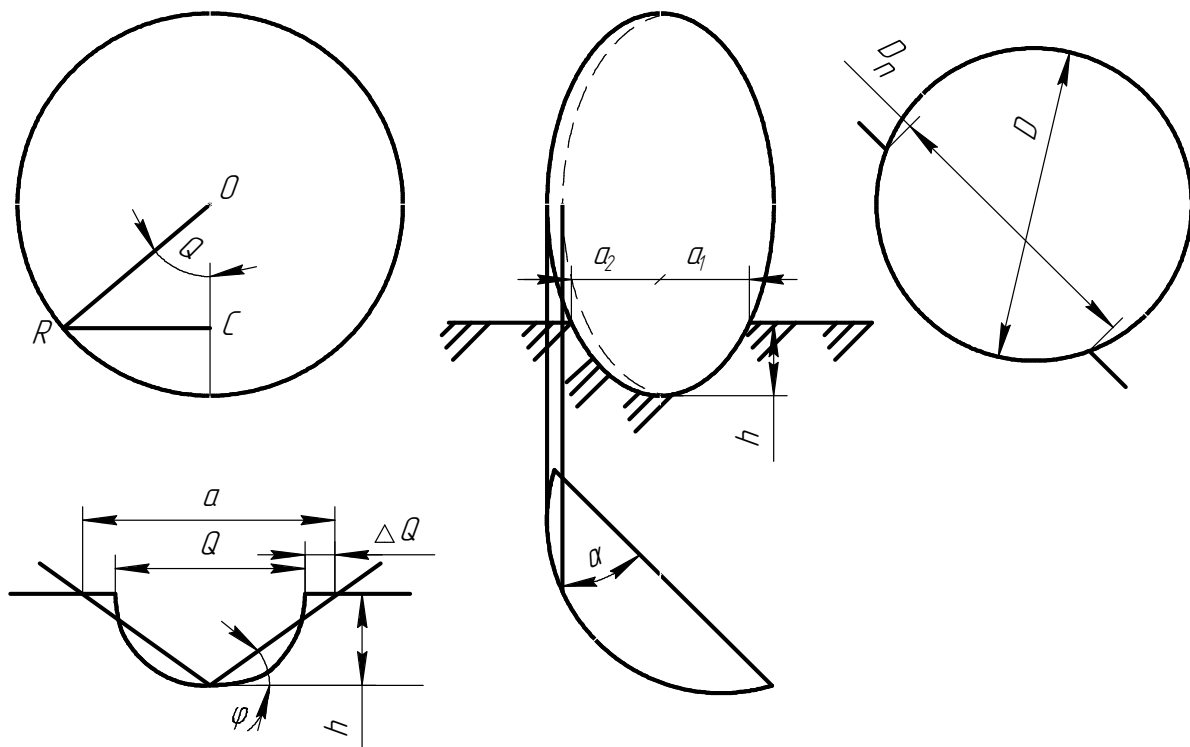


Рисунок 1 - К определению ширины бороздки, нарезаемой сферическим диском при малом угле атаки

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; α - 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 α величина Δa_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 φ' 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:

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

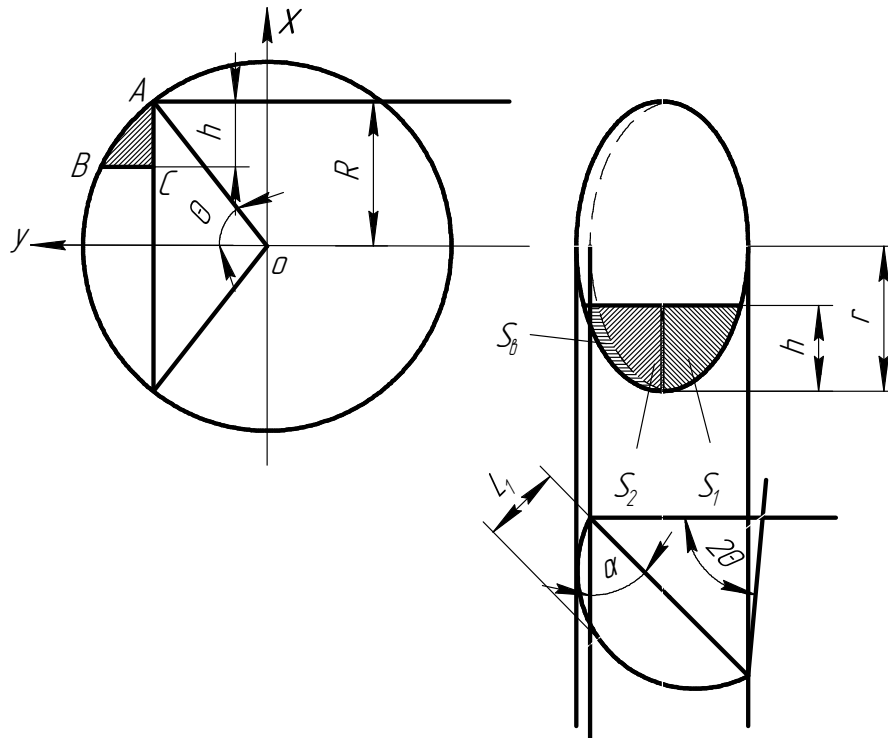


Рисунок 2 - К определению площади поперечного сечения бороздки, нарезаемой сферическим диском при малом угле атаки

Анализ формулы (6) показывает, что ширина бороздки растёт 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 α ($0 \leq \alpha \leq \theta$) 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 – Наукоград 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.