

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДИСКА ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА СЕЯЛКИ ДЛЯ ГНЕЗДОВОГО ПОСЕВА СЕМЯН СОИ

А.Н. Зазуля<sup>1</sup>, доктор технических наук,  
А.В. Балашов<sup>1</sup>, С.П. Стрыгин<sup>1</sup>, А.А. Синельников<sup>1</sup>, кандидаты технических наук,  
С.Г. Хайруллина, <sup>2</sup> аспирант

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, 392022, Тамбовская область, г. Тамбов, Ново-рубешный переулок, 28

<sup>2</sup> Тамбовский государственный технический университет, 392000, Тамбовская область, г. Тамбов, ул. Советская, 106  
E-mail: viitin-adm@mail.ru

*Для обеспечения заданной нормы высева семян сои гнездовым способом представлены конструктивные параметры высевающего диска: количество ячеек и расстояние между ними в зависимости от диаметра диска и линейных размеров ячейки. Получена аналитическая зависимость для определения расстояния между семенами в гнезде и между гнездами с учетом центральных углов между центрами ячеек в группе и группами ячеек на боковой поверхности высевающего диска. Выявлены необходимое количество ячеек на высеваемом диске и его критическая линейная скорость с учетом скорости посевного агрегата, при которых происходит гарантированное заполнение ячеек. В результате эксперимента получены следующие данные: при диаметре высевающего диска 0,21 м, диаметре и глубине ячеек соответственно 0,008 и 0,005 м их суммарное количество на боковой поверхности диска составляет 120 шт. Центральный угол между центрами ячеек в группе равен 2°, а между группами ячеек – 5°. При данных значениях конструктивных параметров высевающего диска и заданной норме высева сои от 9 до 27 шт./м расстояние между семенами в гнезде варьирует от 0,025 до 0,074 м, а между гнездами – от 0,062 до 0,185 м. Данный диск спроектирован и изготовлен для лабораторных исследований высевающего аппарата при гнездовом посеве семян сои.*

## THEORETICAL PARAMETERS SEEDER FOR THE NEST METHOD OF SOWING SOYBEAN SEEDS

Zazulya A.N.<sup>1</sup>, Balashov A.V.<sup>1</sup>,  
Strygin S.P.<sup>1</sup>, Sinelnikov A.A.<sup>1</sup>, Khairullina S.G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut ispol'zovaniya tekhniki i nefteproduktov v sel'skom hozyajstve, 392022, Tambovskaya oblast', g. Tambov, Novo-rubezhnyj pereulok, 28

<sup>2</sup>Tambovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 392000, Tambovskaya oblast', g. Tambov, ul. Sovetskaya, 106  
E-mail: viitin-adm@mail.ru

*To ensure a given rate of seed soybean seeding, a substantiation of the design parameters of the sowing disk is provided by the nesting method: the number of cells and the distance between the cells, depending on the diameter of the disc and the linear dimensions of the cell. An analytical relationship were obtained to determine the distance between the seeds in the nest and between the nests, depending on the central angles between the centers of the cells in the group and the groups of cells on the lateral surface on the sowing disk, taking into account the seeding rate and the number of cells. The necessary number of cells on the sowing disk its critical linear speed is justified taking into account the seeding machine speed at which the cells are guaranteed to be filled. As a result of the numerical experiment, the following data were obtained: for a given diameter of the sowing disk 0.21m with a cell diameter of 0.008 m and a cell depth of 0.005 m, the total number of cells on the side surface of the disk is 120 pieces, the central angle between the cells in the group is 2°, and the central angle between groups of cells is 5°. At these values of the design parameters of the sowing disk and the specified soybean seeding rate from 9 to 27 pieces/m., the distance between the seeds in the nest varies from 0.025 to 0.074 m, and between the nests from 0.062 to 0.185 m. A seeding disc was designed and manufactured for laboratory testing of a sowing device for nesting soybean seeds.*

**Ключевые слова:** семена сои, гнездовой посев, высевающий диск, конструктивные параметры, сеялка

**Key words:** soybean seeds, nesting, sowing disk, design parameters, seeder

Посев является одной из важных технологических операций при возделывании сои. Способ посева зависит от сорта, влагообеспеченности, засоренности поля, технической оснащенности хозяйства, наличия средств защиты. Высевают сою несколькими способами: ширококрядным, ленточным, пунктирным, узкорядным [1-4]. Разновидность ширококрядного способа – гнездовой посев, при котором семена располагаются в рядке пунктирно-прерывистым способом, то есть гнездами по несколько семян в

каждом на равных расстояниях друг от друга [5]. При данном способе экономнее расходуются семена, быстрее появляются всходы, возможен уход механизированным способом, на растениях увеличивается количество ветвей, бобов и семян в них, что способствует повышению урожайности культуры [6, 7].

Цель работы – обоснование конструктивно-режимных параметров высевающего аппарата сеялки для гнездового посева семян сои.

**Методика.** Решение задачи осуществляли с использованием математических методов исследования, позволяющих обосновать количество и конструктивные параметры ячеек высевашего диска в зависимости от его диаметра и размеров семян с учетом нормы высева. Также была поставлена задача определить расстояния между семенами в гнезде и между гнездами.

**Результаты и обсуждение.** Суммарное количество ячеек ( $N_n$ ) на высевашем диске определяется их количеством в группе ( $k$ ) и количеством групп ( $n$ ). Центральный угол между центрами ячеек в группе ( $\alpha$ ) измеряли по формуле [8]:

$$\gamma = \alpha + \beta, \quad (1)$$

где  $\beta$  – центральный угол между ячейками соседних групп,  $\gamma$  – суммарное значение этих углов.

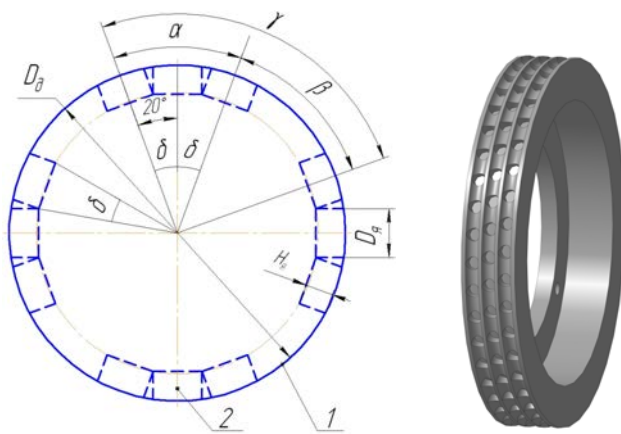


Рис. 1. Схема высевашего диска с ячейками: 1 – высеваший диск, 2 – ячейка.

Центральный угол между ячейками в группе ( $\alpha$ ) высчитывали по формуле:

$$\alpha = \delta(k - 1), \quad (2)$$

где  $\delta$  – центральный угол между ячейками в группе;  $k$  – количество ячеек в группе.

Количество групп ячеек ( $n$ ) определяли отношением суммарного количества ячеек на боковой поверхности диска ( $N_n$ ) к их количеству в группе ( $k$ ):

$$n = \frac{N_n}{k}. \quad (3)$$

Число групп ячеек, расположенных на боковой поверхности высевашего диска, можно представить в виде:

$$n \gamma = 2\pi. \quad (4)$$

После подстановки выражений (1), (2), (3) в формулу (4) и преобразований получим уравнение для определения количества ячеек на высевашем диске:

$$N_n = \frac{2\pi k}{\delta(k - 1) + \beta}. \quad (5)$$

При этом предельное количество ячеек на высевашем диске (рис.1), исходя из его целостности, определяли по выражению [9]:

$$N_{n\max} = \frac{\pi}{\arcsin \frac{D_n}{D_0 - 2H_n}}, \quad (6)$$

где  $D_0$  – диаметр высевашего диска, м;  $D_n$  – диаметр ячейки высевашего диска, м;  $H_n$  – глубина ячейки, м.

При определении предельного количества ячеек на высевашем диске введем ограничения на следующие параметры: диаметр диска, количество рядов ячеек на его боковой поверхности, размеры ячейки, количество ячеек в группе.

При гнездовом способе посева расстояния между семенами и между гнездами задают исходя из нормы высева и количества ячеек на высевашем диске. При этом необходимо учитывать линейную скорость высевашего диска для четкого поштучного западания семян в ячейки определенной формы, диаметра и глубины, которая должна быть ниже критического значения [10].

Норма высева варьирует в широком диапазоне от 200 до 600 тыс. семян сои на одном гектаре или 9-27 шт./м при широкорядном посеве с междурядьями 0,45 м, и по формуле (1) ее можно представить в виде:

$$q = \frac{N_n i}{\pi D_n} = \frac{N_n V_0}{\pi V_c D_0}, \quad (7)$$

где  $q$  – норма высева семян, шт/м;  $i$  – передаточное отношение от опорно-приводного колеса к высевашему диску;  $D_n$  – диаметр опорно-приводного колеса сеялки, м;  $V_0$  – линейная скорость высевашего диска, м/с;  $V_c$  – скорость посевного агрегата, м/с [11, 12].

С учетом агротехнических требований к качеству посева скорость агрегата не должна превышать 2,5 м/с [13], а по результатам наших исследований критическая линейная скорость диска высевашего аппарата должна быть не более 0,3 м/с. По результатам численного эксперимента с использованием формулы (7) определили суммарное количество ячеек на высевашем диске, которое составило 120 шт. [14, 15].

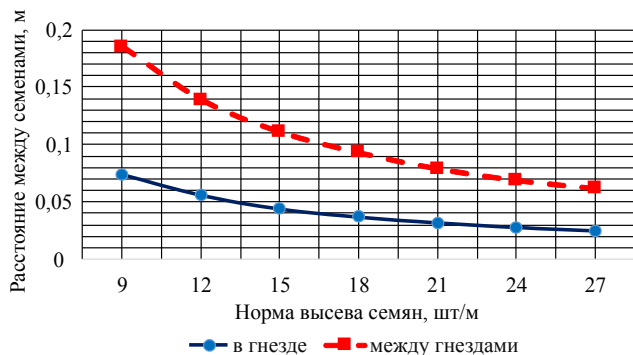
Центральные углы между ячейками на высевашем диске, вычисленные по формуле (5), равны  $\delta = 2^\circ$  (0,035 рад), а центральный угол между ячейками соседних групп –  $\beta = 5^\circ$  (0,0873 рад). Эти значения получены при диаметре ячейки  $D_n = 8$ , ее глубине  $H_n = 5$  мм и количестве ячеек в группе  $k = 3$ .

С учетом нормы высева семян сои определены расстояния между семенами в гнезде ( $l_\delta$ ) и между гнездами ( $l_\beta$ ) по выражениям:

$$l_\delta = \delta \frac{N_n}{2 \pi q}, \quad (8)$$

$$l_\beta = \beta \frac{N_n}{2 \pi q}. \quad (9)$$

В результате численного эксперимента по выражениям (8) и (9) рассчитаны расстояния между семенами в гнезде и между гнездами (рис. 2).



**Рис. 2. Расстояние между семенами в рядке в зависимости от нормы высева.**

Из графиков следует, что при заданных нормах высева семян расстояние между семенами в гнезде варьирует от 0,025 до 0,074 м, а между гнездами – от 0,062 до 0,185 м. Для обеспечения необходимой нормы высева семян сои определены конструктивно-режимные параметры высевающего диска.

Результаты экспериментальной работы были использованы нами при проектировании и изготовлении экспериментального высевающего аппарата сеялки для гнездового посева семян сои [16].

#### Литература.

1. Перспективная ресурсосберегающая технология производства сои: Методические рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 56 с.
2. Баранов В.Ф., Ефимов А.Г., Унр Т.К. О возможности и эффективности рядового сева сои // Земледелие. – 2004. – №4. – С. 30–31.
3. Поляков А.И., Полякова И.А. Урожайность сои в зависимости от способов посева // Земледелие. – 1997. – № 6. – С. 21.
4. Илюхина Т.А. Совершенствование процесса высева сои катушечным высевающим аппаратом: дис. ... канд. техн. наук 05.20.01. – Благовещенск, 2014. – 157 с.
5. Рыбалкина Н.Н. Влияние норм высева и способов

- посева на урожайность сои // Земледелие. – 2000. – № 1. – С. 23.
6. Липин В.Д., Шишилов С.А. Патент 2127032 Российской Федерация, МПК А01С7/04. Способ высева семян и устройство для его осуществления. – Приморская государственная сельскохозяйственная академия. – № 97100615/13; заявл. 16.01.1997, опубл. 10.03.1999, Бюл. №5. – 7 с. : ил.
7. Шишилов С.А. Совершенствование конструкции высевающего аппарата и способа посева для сои // Наука в центральной России. – 2013. – №1. – С. 20–24.
8. Балаишов А.В., Стрыгин С.П., Синельников А.А., Хайруллина С.Г. Теоретическое обоснование конструктивно-режимных параметров сеялки для гнездового посева семян сои // Наука в центральной России. – 2018. – №4. – С. 4–12.
9. Тырнов Ю.А., Балаишов А.В., Белогорский В.П., Стрыгин С.П. Конструктивные параметры высевающего диска сеялки для посева капсулированных семян // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – №1. – С. 5–6.
10. Горячкин В.П. Собрание сочинений в 3-х томах – М.: Колос, т.2 – 459 с.
11. Басин В.С. К теории заполнения семенами ячеистых аппаратов точного высева // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1966. – № 8. – С. 18–20.
12. Крючин Н.П. Посевные машины. Особенности конструкции и тенденции развития: Учебное пособие / Кинель: Самарская ГСХА. – 2003. – 117 с.
13. Полонецкий С.Д., Слугинов В.М. Что дает увеличение окружной скорости высевающего диска // Техника в сельском хозяйстве. – 1971. – №6. – С. 70–78.
14. Бузенков Г.М., Ма С.А. Машины для посева сельскохозяйственных культур – М.: Машиностроение, 1976. – 272 с.
15. Чичкин В.П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты. Теория, конструкция, расчет. – Кишинев. – 1984. – 392 с.
16. Балаишов А.В., Стрыгин С.П., Синельников А.А., Пустоваров Н.Ю., Хайруллина С.Г. Исследование контролируемого гнездового посева семян сои // Наука в центральной России. – 2017. – №6. – С. 6–17.

Поступила в редакцию 17.09.18.  
После доработки 14.01.19  
Принята к публикации 06.02.19