

УДК 631.331.02.01

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДИСКОВОГО ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА

В.В.ГОЛУБЕВ¹,
канд. техн. наук,

А.С.ФИРСОВ¹,
аспирант,

Д.М.РУЛА²,
канд. техн. наук

¹Тверская государственная сельскохозяйственная академия, e-mail: slavasddg@mail.ru,

²Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства, e-mail: Denisrula83@mail.ru.,
г. Тверь, Российская Федерация.

Технологичность и качественные характеристики пневматических высевальных аппаратов выше, чем у серийно выпускаемых катушечно-желобковых, по ряду причин, обусловленных снижением количества двойников, повышением равномерности распределения семян в рядке. Выбрали основные исследуемые факторы и определили уровни их варьирования. Создали лабораторную установку для оптимизации основных технологических и конструктивных характеристик высевальных аппаратов. Разработали конструкцию дискового пневматического высевального аппарата (ДПВА) для мелкосеменных культур с применением блочно-модульного принципа проектирования. Определили оптимальные значения параметров и режимов работы ДПВА: равномерность семян вдоль рядка – 1,14-1,16 мм, частота вращения высевного диска – 75-80 об/мин, диаметр ячеек в высеваемом диске – 2,31-2,32 мм, давление воздушного потока – 2,5-2,6 кПа. Выявили более качественное распределение семян вдоль рядка в сравнении с серийным катушечным желобковым высевальным аппаратом при посеве мелкосеменных культур. Рекомендовали предложенную конструкцию с оптимизированными параметрами и режимами работы для посева льна и внесения твердых гранулированных минеральных удобрений в зависимости от условий возделывания и функционирования посевной секции.

Ключевые слова: посев, дисковый пневматический высевальный аппарат, мелкосеменные культуры, лен.

Стратегией развития сельскохозяйственной техники предусмотрена разработка качественно работающих высевальных аппаратов [1-4].

Анализ технологических процессов и конструктивных особенностей применяемых высевальных аппаратов показал, что их характеристики не полностью соответствуют предъявляемым агротехническим требованиям на посев мелкосеменных культур.

Цель исследования – определение оптимальных параметров и режимов работы дискового пневматического высевального аппарата (ДПВА) с учетом условий его функционирования.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели в Тверской ГСХА совместно с ВНИИМЛ разработана лабораторная установка [5].

Принцип ее работы следующий (рис. 1). Лабораторная установка, работающая от электродви-

гателя через ременную передачу, снабжена бункером для семян. Пневматический высевальный аппарат расположен непосредственно под днищем бункера, дозируя проходящий через него самотеком посевной материал. Бункер и высевальный аппарат неподвижно закреплены на сварном равнополочном уголке над транспортерной лентой. Через семяпроводы посевной материал с помощью воздушного потока, создаваемого вентилятором, поступает к поверхности ленточного транспортера, движущегося с заданной линейной скоростью. Семена распределяются на поверхности движущейся ленты, фиксируясь на ней с помощью консистентного материала.

Конструкция высевального аппарата включает ряд элементов [6].

Работа аппарата осуществляется следующим образом (рис. 2). При вращении высевного диска вы-

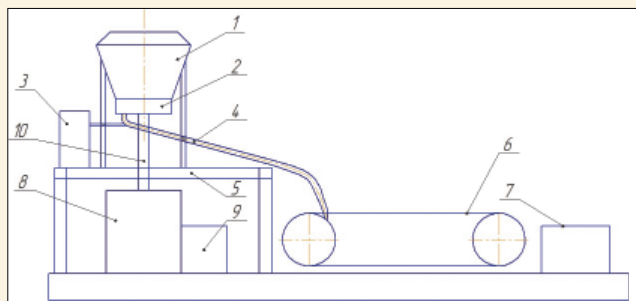


Рис. 1. Лабораторная установка для оптимизации параметров и режимов работы ДПВА:

1 – бункер, 2 – высевной аппарат, 3 – пневматическая система, 4 – семяпроводы, 5 – корпус установки, 6 – ленточный транспортер, 7, 9 – электродвигатели, 8 – редуктор, 10 – привод высевного аппарата

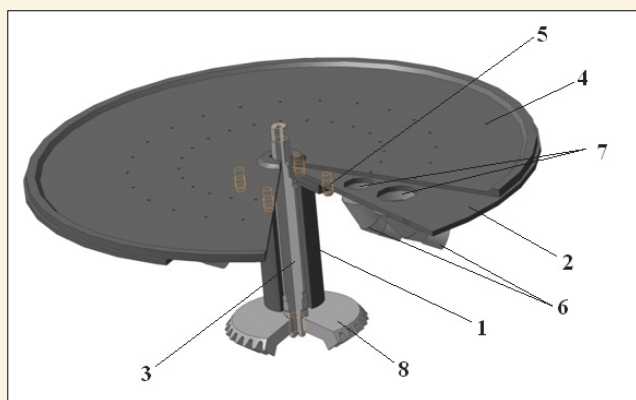


Рис. 2. Устройство дискового высевного аппарата:

1 – корпус аппарата; 2 – дно бункера; 3 – вал высевного аппарата; 4 – высевной диск; 5 – заслонка; 6 – семяпроводы, 7 – высевные окна; 8 – коническая шестерня

севаемый материал перемещается и западает в его ячейки. Когда ячейки высевного диска совпадают с высевными окнами в нижней части ДПВА, происходит выпадение семян в семяпроводы под действием собственной силы тяжести. Далее в семяпроводе семена подхватываются воздушным потоком, создаваемым пневматической системой, и перемещаются по семяпроводу до сошниковой группы.

Для проведения лабораторных опытов разработан план-матрица полнофакторного эксперимента (табл. 1). На качество посева мелкосеменных культур влияют частота вращения диска и линейная скорость транспортера, имитирующего полевые условия. Рекогносцировочные опыты показали, что результаты эксперимента не зависят от уровня заполнения бункера, поэтому данный фактор в дальнейших исследованиях не учитывали. Приняли три уровня варьирования исследуемых факторов с интервалами (для частоты вращения – 20 об/мин и скорости транспортера – 0,2 м/с). Основным откликом проведения лабораторных исследований стала равномерность распределения мелкосемен-

ных культур вдоль рядка.

Для измерения расстояния между семенами использовали штангенциркуль марки ШЦ-1-125 0.02 ТМ, с точностью измерения до 0,01 мм. Давление воздушного потока, создаваемое пневматической системой, измеряли микроманометром марки ПМКМ-1 с точностью измерения 0,01 Па и трубки Пито-Прандтля по известным методикам. Давление воздушного потока, создаваемое пневматической системой, изменяли с помощью заслонки в трубопроводе. Частоту вращения дискового высевного аппарата измеряли тахометром часового типа марки ТЧ10-Р.

Всего было проведено 9 экспериментов, а с уче-

Таблица 1

План-матрица проведения эксперимента

Факторы	Уровни варьирования			Интервал варьирования	Кодовые значения	Отклик (повторности)		
	-1	0	+1			1	2	3
А – частота вращения диска, об/мин	40	60	80	20	X ₁			
В – линейная скорость транспортера, м/с	2,3	2,5	2,7	0,2	X ₂			

том повторности – 27. Результаты проведения лабораторного опыта и расчетные значения для дальнейшего анализа приведены в таблице 2.

Таблица 2

ЗАВИСИМОСТЬ РАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕМЯН ВДОЛЬ РЯДКА ОТ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДИСКА И ЛИНЕЙНОЙ СКОРОСТИ ТРАНСПОРТЕРА

№ опыта	Факторы		Отклик (повторности)			Среднее значение	Коэффициент вариации, %	Дисперсия
	А	В	1	2	3			
1	-1	-1	11	11	11	11,00	0	0
2	0	-1	18	17	17	17,33	3	0,33
3	1	-1	8	6	3	5,66	44	6,33
4	-1	0	2	2	3	2,33	25	0,33
5	0	0	4	5	8	5,66	37	4,33
6	1	0	6	7	8	7,00	14	1
7	-1	1	12	11	12	11,66	5	0,33
8	0	1	13	13	13	13,00	0	0
9	1	1	18	18	17	17,66	3	0,33

Для получения уравнения регрессии запишем общее уравнение регрессии по методике [7]:

$$y = b + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{11}^2x_1^2 + b_{22}^2x_2^2 + b_{12}x_1x_2, \quad (1)$$

где b – среднее значение отклика, мм; x_1 – значение фактора А, об/мин; x_2 – значение фактора В, м/с.

После обработки данных получено регрессионное уравнение второго порядка зависимости равномерности распределения семян льна-долгунца вдоль ряда от частоты вращения высевного диска и линейной скорости транспортера:

$$y = 10,15 + 0,59x_1 + 0,93x_2 + 6,15x_1^2 + 8,48x_2^2 + 1,26x_1x_2. \quad (2)$$

Значение исследуемого отклика сравнивали с установленным по агротехническим требованиям.

На основании составленного регрессионного уравнения (2), проверенного по критериям Кохрена и Стьюдента, построена трехмерная графическая зависимость измеренных значений откликов от установленных параметров и режимов работы ДПВА. При построении трехмерных графиков использовали программу *Mathcad* (рис. 3).

Результаты и обсуждение. В результате анализа полученной поверхности отклика в зависимости от исследуемых параметров определена оптимальная область значений частоты вращения и линейной скорости. На основании выполненного анализа с использованием двумерных сечений пространственной кривой установлено, что оптимальное значение равномерности, составляющее 1,14-1,16 мм, наблюдается при следующих значениях исследуемых факторов: частоте вращения диска высевного – 75-

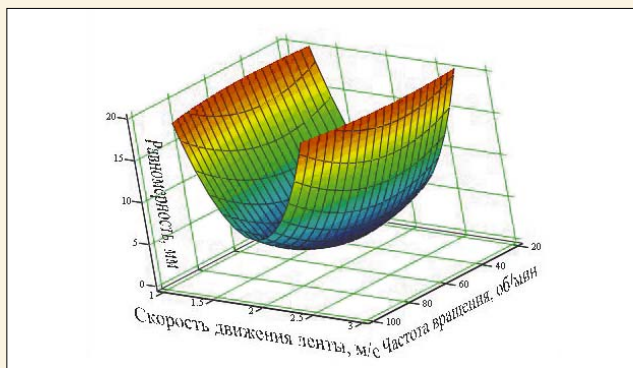


Рис. 3. Зависимость отклика от рассматриваемых факторов

80 об/мин; диаметре его ячеек – 2,31-2,32 мм и при давлении воздушного потока 2,5-2,6 кПа.

По предложенной методике обработаны графические зависимости по остальным критериям оптимизации.

Выводы. В результате установлено, что наибольшее влияние на равномерность распределения семян вдоль ряда имеет частота вращения высевного диска. На высев двоядных семян влияют как давление воздушного потока, так и диаметр ячеек в высеваемом диске.

Следующим этапом исследования станет определение влияния параметров и режимов работы предложенной конструкции ДПВА с заданными оптимальными значениями на полевую всхожесть мелкосеменных культур в лабораторно-полевых условиях.

Литература

1. Фирсов А.С., Голубев В.В. Анализ конструкций высевальных аппаратов для возделывания сельскохозяйственных культур // Вестник Оренбургского ГАУ. – 2013. – № 4. – С. 85-88.

2. Шайхов М.К., Габдуллин Г.Г., Пугачев П.М. и др. Модернизация универсальных рабочих органов сеялки для полосного посева зерновых и мелкосеменных культур // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 6. – С. 24-26.

3. Ахалая Б.Х., Пехальский И.А., Сулейманов М.М. Оптимизация работы однозернового пневматического высевального аппарата для совмещенного посева различных культур // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий: Сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф. – М., 2014. – С. 126-130.

4. Ахалая Б.Х., Сизов О.А., Текушев А.Х., Сулейманов М.И. Анализ конструкций пневматических высевальных аппаратов // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий: Сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф. – М., 2014. – С. 130-136.

5. Фирсов А.С., Марков А.К., Голубев В.В. Методика лабораторных исследований высевальных аппаратов для возделывания мелкосеменных культур // Агротехника и энергообеспечение. – 2014. – № 1. – С. 73-77.

6. Фирсов А.С., Голубев В.В., Рула Д.М. Рядовой туковывсевающий аппарат // Патент РФ №110589. – 2011.

7. Хайлис Г.А., Ковалев М.М. Исследования сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных / Учебное пособие. – М.: Колос, 1994. – 169 с.

References

1. Firsov A.S., Golubev V.V. Analiz konstruktсий vysevalyushchikh apparatov dlya vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [The analysis of

designs of the sowing devices for crops cultivation]. Vestnik Orenburgskogo GAU. 2013. No 4. pp. 85-88 (Russian).

2. Shaykhov M.K., Gabdullin G.G., Pugachev P.M.

доносить др. авторов *Modernizatsiya universal'nykh rabochikh organov seyalki dlya polosnogo poseva zernovykh i melkosemennyykh kul'tur* [Modernization of universal working elements of a seeder for strip sowing of grain and smallseeded crops]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2010. No 6. pp. 24-26 (Russian).

3. Akhalaya B.Kh., Pekhal'skiy I.A., Suleymanov M.M. *Optimizatsiya raboty odnozernovogo pnevmaticheskogo vysewayushchego apparata dlya sovmeshchennogo poseva razlichnykh kul'tur* [Optimization of the one-grain pneumatic sowing device operation for the combined seeding of various crops]. *Innovatsionnoe razvitie APK Rossii na baze intellektual'nykh mashinnykh tekhnologii*: Sb. dokl. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. M., 2014. pp. 126-130 (Russian).

4. Akhalaya B.Kh., Sizov O.A., Tekushev A.Kh., Suleymanov M.I. *Analiz konstruksiy pnevmaticheskikh*

vysewayushchikh apparatov [Analysis of designs of the pneumatic sowing devices]. *Innovatsionnoe razvitie APK Rossii na baze intellektual'nykh mashinnykh tekhnologii*: Sb. dokl. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. M., 2014. pp. 130-136 (Russian).

5. Firsov A.S., Markov A.K., Golubev V.V. *Metodika laboratornykh issledovaniy vysewayushchikh apparatov dlya vozdeleyvaniya melkosemennyykh kul'tur* [Technique of laboratory researches of the sowing devices for smallseeded crops cultivation]. *Agrotekhnika i energoobespechenie*. 2014. No 1. pp. 73-77 (Russian).

6. Firsov A.S., Golubev V.V., Rula D.M. *Ryadkovyy tukovysewayushchiy apparat* [Row fertilizer apparatus]. Patent RF №110589. 2011.

7. Khaylis G.A., Kovalev M.M. *Issledovaniya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki i obrabotka opytnykh dannykh* [Researches of agricultural machinery and processing of experimental data]. *Uchebnoe posobie*. M.: Kolos, 1994. 169 p. (Russian).

RESULTS OF OPTIMIZATION OF PARAMETERS AND OPERATING MODES OF THE DISK PNEUMATIC SOWING DEVICE

Golubev V.V., Cand.Sc.(Eng.), **Firsov A.S.**, Tver State Agricultural Academy, e-mail: slavasddg@mail.ru, **Rula D.M.**, All-Russian Research Institute of Mechanization for Flax Production, e-mail: Denisrula83@mail.ru, Tver, Russian Federation

Technological effectiveness and qualitative characteristics of pneumatic sowing devices are higher than ones of lots produced rollers for a number of reasons, caused by decrease in number of doubles, increased evenness of seeds in a row. The major studied factors were selected and levels of their variation were established. A laboratory installation for optimization of the main technical and constructive characteristics on applied sowing devices was created. A disk pneumatic sowing device (DPSD) design with application block and modular principle of design for crops the smallseeded crops was working out. Optimum value of studied parameters and DPSD operating modes were established. Optimum value of evenness of seeds along the row, making 1.14-1.16 mm with a frequency of rotation of a sowing disk 75- 80 rpm, diameter of seed cells in a sowing disk 2.31-2.32 mm and pressure of an air stream 2.5-2.6 kPa were defined. The better distribution of seeds along a row in comparison with the production roller seeding mechanism when smallseeded crops sowing. It was recommended the offered design with the optimized parameters and operating modes for flax sowing and firm granulated mineral fertilizers application depending on cultivation conditions and functioning of sowing section.

Keywords: Disk sowing device; Smallseeded crops; Flax.

