ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА, КАТУШКА КОТОРОГО ВЫПОЛНЕНА ЧЕТЫРЕХСЕКЦИОННОЙ, С ЖЕЛОБКАМИ В ФОРМЕ ЧАСТИ ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ ТОРА

Н.П. Ларюшин, доктор техн. наук, профессор; А.В. Шуков канд. техн. наук, доцент;

А.Н. Калабушев канд. техн. наук, старший преподаватель;

Т.А. Кирюхина канд. техн. наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Россия, тел. (8412) 628517, e-mail: larushinnp@mail.ru

В статье рассматривается вопрос повышения качественного показателя посева семян зерновых культур, такого как неустойчивость общего высева и результаты лабораторных исследований экспериментального высевающего аппарата, катушка которого выполнена четырехсекционной, с желобками в форме части поверхности вращения тора. При помощи использования лабораторной установки проведены лабораторные исследования экспериментального высевающего аппарата для нахождения рациональных значений его конструктивных и режимных параметров, необходимых для качественной работы. Получены графические зависимости неустойчивости общего высева от частоты вращения катушки, выполненной четырехсекционной, радиуса образующей части поверхности вращения тора и длины желобка одной секции четырехсекционной катушки. В работе представлены двумерные сечения графической зависимости, характеризующие неустойчивость общего высева от его конструктивных и режимных параметров экспериментального высевающего аппарата, катушка которого выполнена четырехсекционной, с желобками в форме части поверхности вращения тора, частота вращения катушки, выполненной четырехсекционной, радиус образующей части поверхности вращения тора и длина желобка одной секции четырехсекционной катушки, которые обеспечивают наименьшую неустойчивость общего высева [1, 2].

Ключевые слова: высевающий аппарат, четырехсекционная катушка, лабораторная установка, тор, семена, неустойчивость общего высева.

Введение

Проанализировав современные конструкции высевающих аппаратов, можно сделать вывод, что наименьшую неустойчивость общего высева обеспечивают высевающие аппараты, которые имеют катушки секционного типа, однако, и они не совсем отвечают агротехническим требованиям по качественным показателям посева семян. Для улучшения этих требований с учетом физико-механических свойств посевного материала рабочую часть катушки с желобками прямого типа желательно разделить на четыре секции, повернутыми по ходу её вращения на равный угол относительно соседних секций [3-5].

Следовательно, разработка катушечного высевающего аппарата, катушка которого выполнена четырехсекционной, с желобками в форме части поверхности вращения тора, обеспечивающего снижение неустойчивости общего высева зерновой сеялки, является перспективной задачей для АПК РФ.

В результате изучения данной проблематики коллективом авторов Пензенского

ГАУ была разработана, изготовлена и исследована конструкция высевающего аппарата, катушка которого выполнена четырехсекционной, с желобками в форме части поверхности вращения тора (получен патент на изобретение № 2681491).

Методы и материалы

При проведении данных исследований на базе ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ с применением экспериментальной лабораторной установки, установленной на канале с почвой (рис. 1), применялась методика многофакторного эксперимента [6].

Лабораторная установка (рис. 1), установленная на канале с почвой 2, включает в себя тележку 18, на которую крепится семенной ящик 11, исследуемая конструкция высевающего аппарата 24, катушка которого выполнена четырехсекционной, с желобками в форме части поверхности вращения тора, и механизм регулировки по высоте двухдискового сошника 14, состоящего из пружины сжатия 12 и поводка 22, семяпровод 13, мотор-редуктора 8, цепного привода 7 исследуемого высевающего аппарата, катушка которого выполнена четырехсекционной,

желобки которой выполнены в форме части поверхности вращения тора (рис. 2),

бесступенчатого вариатора 9, приводных цепей 10, 23.

Рис. 1. Схема установки на канале с почвой, для исследования конструкции экспериментального высевающего аппарата, катушка которого выполнена четырехсекционной, с желобками в форме части поверхности вращения тора: 1, 20 – система блоков; 2 – канал с почвой; 3 – редуктор; 4, 10, 23 – приводные цепи; 5, 8 – электродвигатели; 6 – трос; 7 – цепной привод; 9 – бесступенчатый вариатор; 11 – семенной ящик; 12 – пружина сжатия; 13 – семяпровод; 14 – двухдисковый сошник; 15 – посевной материал; 16 – пульт управления установкой; 17 – направляющая тележки; 18 – тележка; 19 – шкив; 21 – противень; 22 – крепление двухдискового сошника; 24 – экспериментальный высевающий аппарат, катушка которого выполнена четырехсекционной, с желобками в форме части поверхности вращения тора

Тележка приводится в движение с помощью пульта. Под сошником 14 расположен противень 21 для сбора посевного материала размером 1,0×0,5 м.

Рис. 2. Конструкция высевающего аппарата, катушка которого выполнена четырехсекционной, с желобками в форме части поверхности вращения тора

Результаты

Проанализировав данные эксперимента получили зависимость неустойчивости общего высева от длины желобка одной секции четырехсекционной катушки, радиуса образующей части поверхности вращения тора и частоты вращения катушки, выполненной четырехсекционной $y = f(L, R, n)$ в закодированном виде [10]:

$$y = 2,233 + 0,774x_1 - 0,549x_2 - 0,098x_3 + 0,997x_1^2 + 0,755x_2^2 + 1,324x_3^2 + 0,782x_1x_2 - 0,755x_1x_3 - 0,650x_2x_3. \quad (1)$$

После преобразования полученного уравнения построили двумерные сечения графических зависимостей исследуемых факторов (рис. 3, 4, 5) [9-11, 14].

Рассмотрев двумерное сечение графической зависимости (рис. 3), нашли интервалы исследуемых величин [15, 16]: $L = 9,05 \dots 9,20$ мм, $n = 27,8 \dots 29,40$ мин⁻¹, с параметром оптимизации, неустойчивость общего высева равным 2,25 %.

Рассмотрев двухмерное сечение графической зависимости нашли интервалы исследуемых величин $R = 12,38 \dots 12,53$ мм, $n = 26,00 \dots 30,00$ мин⁻¹ (рис. 4), $R =$

$12,42 \dots 12,56$ мм, $L = 8,95 \dots 9,35$ мм (рис. 5), с параметром оптимизации, неустойчивость общего высева равным 2,25 %.

Рис. 3. Двухмерное сечение графической зависимости неустойчивости общего высева от длины желобка одной секции четырехсекционной катушки (L) и частоты вращения катушки, выполненной четырехсекционной (n)

Рис. 4. Двухмерное сечение графической зависимости неустойчивости общего высева от частоты вращения катушки, выполненной четырехсекционной (n), и радиуса образующей части поверхности вращения тора (R)

Рис. 5. Двухмерное сечение графической зависимости неустойчивости общего высева от радиуса образующей части поверхности вращения тора (R) и длины желобка одной секции четырехсекционной катушки (L)

С целью более легкого использования уравнения (1) представим его в раскодированном виде:

$$y = 4766,59 + 1,29n - 18,12L - 752,86R + 0,07n^2 + 4,71L^2 + 33,62R^2 + 0,54nL - 0,85nR - 6,78LR. \quad (2)$$

Заключение

Проведя лабораторные исследования определили факторы, оказывающие

существенное влияние на неустойчивость общего высева: длина желобка одной секции четырехсекционной катушки ($L = 8,95 \dots 9,35$ мм); радиус образующей части поверхности вращения тора ($R = 12,42 \dots 12,56$ мм); частота вращения катушки, выполненной четырехсекционной ($n = 26 \dots 30$ мин⁻¹), с параметром оптимизации, неустойчивость общего высева равным 2,25 %.

Литература

1. Ларюшин Н.П., Мачнев А.В., Шумаев В.В. [и др.]. Посевные машины: теория, конструкция, расчёт. Москва: Росинформагротех, 2010, 292 с.
2. Ларюшин Н.П., Шуков А.В., Кирюхина Т.А. [и др.]. Конструкция катушечного высевающего аппарата сеялки для посева зерновых культур. Нива Поволжья, 2019, № 1, с. 109-114.
3. ОСТ 10 5.1-2000. Испытание сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей. Введ. 15.06.2000. Москва: Росинформагротех, 2000, 72 с.
4. Ларюшин Н.П., Шуков А.В., Абакумов А.В. Лабораторные исследования высевающего аппарата, желобки катушки которого выполнены в форме тора. Аграрный научный журнал, 2019, № 4, с. 82-84.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е издание, дополненное и переработанное. Москва: Агропромиздат, 1985, 351 с.
6. Завалишин Ф.С., Мацнев М.Г. Методы исследования по механизации сельскохозяйственного производства. Москва: Колос, 1982, 231 с.
7. Петухов Д.А., Сердюк В.В. Современные посевные машины. Техника и оборудования для села, 2012, № 1, с. 18-21.
8. Ларюшин Н.П., Шуков А.В., Абакумов А.В. Лабораторные исследования высевающего аппарата, желобки катушки которого выполнены в форме тора. Аграрный научный журнал, 2019, № 4, с. 82-84.
9. ГОСТ Р 52778-2007. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки. Москва: Изд-во стандартов, 2007, 28 с.

10. Соловейчик А.А., Рогоза А.А. Аппроксимация оценки корреляционной функции случайных воздействий в среде MathCad. Тракторы и сельхозмашины, 2011, № 7, с. 22.
11. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учебное пособие для магистров. Москва: ЮРАЙТ, 2012, 399 с.
12. Стукач О.В. Программный комплекс Statistica в решении задач управления качеством: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011, 163 с.
13. Шуков А.В., Антонов А.В. Обоснование выбора конструкции высевающего аппарата сеялки подпочвенно-разбросного посева. Научный потенциал студенчества – агропромышленному комплексу России: сборник материалов научной студенческой конференции 13-14 марта 2008 г. Пенза: РИО ПГСХА, 2008, 204 с.
14. Нуруллин Э. Г., Исламов И. З., Салахов И. М. Анализ и оценка дозирующих устройств современных посевных комплексов. Вестник Казанского ГАУ, 2009, № 2 (12), с. 53-55.
15. Pelletier L. Semoirs pneumatiques in progression. France agricole, 1987, № 4, p. 55.
16. Dieckmann U. Gedanken zum Zuckerrubenbau heute. Landtechnik, 1972, № 3, p. 37-43.

UDC 631.33.022.6

DOI 10.36461/NP.2020.57.4.014

LABORATORY TESTS OF A FOUR-SECTION SEED WHEEL WITH GROOVES IN THE SHAPE OF A PART OF THE ROTATION SURFACE OF A TORUS

N.P. Laryushin, Doctor of Technical Sciences, professor; A.V. Shukov, Candidate of Technical Sciences, assistant-professor; A.N. Kalabushev, Candidate of Technical Sciences, senior lecturer, T.A. Kiryukhina, Candidate of Technical Sciences, assistant-professor

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Penza State Agrarian University", Penza, Russia, tel. (8412) 628517, e-mail: larushinnp@mail.ru

The article deals with the issue of improving the quality indicator of sowing cereal seeds, such as instability of total sowing and the results of laboratory research of experimental sowing machine, the reel of which is made four-sectional, with grooves in the form of a part of the torus surface rotation. Laboratory researches of experimental sowing machine to find rational values of its design and operating parameters necessary for quality work were carried out using a laboratory set-up. The graphical dependences of instability of total seeding on frequency of rotation of the four-sectional coil, the radius of the forming part of the torus rotation surface and the groove length of one section of the four-sectional wheel were obtained. The paper presents two-dimensional cross-sections of the graphic dependence that characterize the instability of total seeding on its design and operating parameters of the experimental seeding unit, the wheel of which is made four-sectional, with grooves in the form of a part of the torus rotation surface, the rotation frequency of the four-sectional wheel, the radius of the forming part of the torus rotation surface and the groove length of one section of the four-sectional wheel, which provide the lowest instability of the total seeding [1, 2].

Keywords: sowing unit, four-sectional seed-wheel, laboratory set-up, torus, seeds, instability of total sowing.

References

1. Laryushin N.P., Machnev A.V., Shumaev V.V. [et al.] Sowing machines: theory, design, calculation. Moscow: Rosinformagrotech, 2010, 292 p.
2. Laryushin N.P., Shukov A.V., Kiryukhina T.A. [et al]. Design of a reel seeding unit of a seeder for sowing grain crops. Niva Povolzhya, 2019, № 1, pp. 109-114.
3. OST 10 5.1-2000. Testing of agricultural machinery. Sowing machines. Methods of evaluation of functional indicators. Introduction. 15.06.2000. Moscow: Rosinformagrotech, 2000, 72 p.
4. Laryushin N.P., Shukov A.V., Abakumov A.V. Laboratory research of a sowing machine, grooves of which are made in the form of a torus. Agrarian Scientific Journal, 2019, № 4, pp. 82-84.
5. Dospekhov B.A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). 5th edition, supplemented and revised. Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.
6. Zavalishin F.S., Matsnev M.G. Research Methods for Mechanisation of Agricultural Production. Moscow: Kolos, 1982, 231 p.
7. Petukhov D.A., Serdyuk V.V. Modern sowing machines. Machinery and Equipment for Rural Area, 2012, № 1, pp. 18-21.

8. Laryushin N.P., Shukov A.V., Abakumov A.V. Laboratory research of a sowing machine with grooves of the coil made in the form of a torus. *Agrarian Scientific Journal*, 2019, № 4, pp. 82-84.
9. GOST P 52778-2007. Testing of agricultural machinery. Methods of operational and technological evaluation. Moscow: Izdatel'stvo standardov, 2007, 28 p.
10. Soloveychik A.A., Rogoza A.A. Approximation of correlation function estimation of random influences in MathCad environment. *Tractors and Agricultural Machinery*, 2011, № 7, p. 22.
11. Sidnyaev N.I. Theory of experiment planning and statistical data analysis: Textbook for Masters. Moscow: YURAIT, 2012, 399 p.
12. Stukach O.V. Statistica software package in solving quality management problems: textbook. Tomsk: Publishing house of Tomsk Polytechnic University, 2011, 163 p.
13. Shukov A.V., Antonov A.V. Substantiation of the selection of the design of the seeding unit of the subsurface-sowing seeder. Collection of Materials of Scientific Student Conference on March 13-14, 2008. Penza: RIO PSAA, 2008, 204 p.
14. Nurullin E. G., Islamov I. Z., Salakhov I. M. Analysis and evaluation of metering devices of modern seeding complexes. *Bulletin of Kazan SAU*, 2009, № 2 (12), p. 53-55.
15. Pelletier L. Pneumatic seed drills in advance. *Agricultural France*, 1987, № 4, p. 55.
16. Dieckmann U. Thoughts on sugar beet cultivation today. *Agricultural Technology*, 1972, № 3, p. 37-43.