ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем

УДК 631.331.53

DOI 10.36461/NP.2020.56.3.001

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ КАТУШЕЧНОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА СО СПЛОШНЫМ ПОКРЫТИЕМ КЛАПАНА ИЗ РЕЗИНЫ С ШИПАМИ

*Н. П. Ларюшин, доктор техн. наук, профессор; А. В. Шуков, канд. техн. наук, доцент;
А. С. Родин, аспирант; Т. А. Кирюхина, канд. техн. наук, доцент;
В. В. Шумаев, канд. техн. наук, доцент*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Пензенский государственный аграрный университет»
г. Пенза, Россия, тел. (8412) 628 517, e-mail: larushinnp@mail.ru

Создать равномерный и непрерывный поток семян, обеспечить устойчивый высев установленной нормы, снизить дробление – все это является главными задачами высевающего аппарата. Высевающие аппараты должны иметь надежную и удобную регулировку нормы высева на различные культуры, быть универсальными и простыми в устройстве. Работа, посвященная повышению качественных показателей посева зерновых культур за счет усовершенствования технологического процесса работы катушечного высевающего аппарата со сплошным покрытием клапана из резины с шипами, является актуальной и имеет важное экономическое и хозяйственное значение для АПК России. В статье представлены результаты лабораторных исследований катушечного высевающего аппарата со сплошным покрытием клапана из резины с шипами, приведены результаты полевых исследований экспериментальной сеялки с такими высевающими аппаратами, а также получена зависимость неравномерности распределения семян по длине рядка от скорости движения агрегата. Применение экспериментальной сеялки с катушечными высевающими аппаратами со сплошным покрытием клапанов из резины с шипами показало целесообразность применения сеялки с такими экспериментальными высевающими аппаратами для посева семян зерновых культур в диапазоне 7,8...9,7 км/ч. Прибавка урожая семян яровой пшеницы сорта «Тризо» при посеве экспериментальной сеялкой составила 12 %.

Ключевые слова: сеялка, клапан, катушечный высевающий аппарат, неустойчивость общего высева, дробления, семена.

Введение

Изучением проблем высококачественного посева семян сельскохозяйственных культур, вопросами разработки и внедрением новых рабочих органов сеялок занимались многие ученые. Наибольшее применение в посевных машинах и комплексах в настоящее время нашли катушечные высевающие аппараты, которые не всегда соответствуют агротехническим требованиям при высеве семян сельскохозяйственных культур. При работе этих высевающих

аппаратов высев осуществляется за счет семян, подаваемых желобками катушек, и семян, проходящих через активный слой. Объем семян в желобках катушек при работе высевающего аппарата практически не меняется. Семена, проходящие в активном слое, получают движение, которое вызвано силами внутреннего трения от ребер катушек и передается от семени к семени. По мере углубления слоя семян движение уменьшается и за активным слоем затухает. Величина активного слоя для разных

культур при работе высевашего аппарата меняется, из-за этого высеv становится пульсующе-порционнм, что приводит к снижению равномерности распределения семян, увеличению неустойчивости общего высева и дроблению. Все это оказывает плохое влияние на качественные показатели посева семян сельскохозяйственных культур, что, в свою очередь, ведет к снижению урожайности и увеличению затрат на посев.

Для решения данной проблемы на базе Пензенского ГАУ разработан, изготовлен и испытан катушечный высеваший аппарат со сплошным покрытием из резины с шипами на клапане, получен патент РФ № 2688837.

Материалы и методы

Для обеспечения качественных показателей посева зерновых культур

разработан катушечный высеваший аппарат, изображенный на рисунке 1.

Катушечный высеваший аппарат содержит семенную коробку 1 (рис. 1) катушку 2 с размещенном под ней клапаном 3. Клапан 3 выполнен гладким, имеет переднюю и заднюю рабочие части. Форма гладкой рабочей поверхности задней части клапана 3 выполнена в виде части поверхности цилиндра. На конце клапана 3 имеется кромка сброса 4.

При работе катушечного высевашего аппарата катушка 2 заполняет желобки семенами из верхней части семенной коробки 1 и направляет их к клапану 3, заполняя его переднюю поверхность, а также поверхность сплошного покрытия 5 из резины с шипами 6. Семена с клапана 3 направляются в семяпровод (на рисунке не показан).

Рис. 1. Схема катушечного высевашего аппарата со сплошным покрытием клапана из резины с шипами: 1 – семенная коробка; 2 – катушка; 3 – клапан из резины с шипами; 4 – кромка сброса семян; 5 – покрытие из резины; 6 – шипы; 7 – покрытие из пластмассы

Для проведения исследований необходимо провести анализ, включающий следующее:

- лабораторные исследования: изготовление экспериментального высевашего аппарата с покрытием из резины с шипами на клапане; определение конструктивных и режимных параметров этого высевашего аппарата.

- лабораторно-полевые исследования: испытание экспериментальных высеваших аппаратов с покрытием из резины с шипами на клапанах, установленных на серийной сеялке СЗ-5,4-06.

Результаты

После анализа многофакторного эксперимента получили адекватную математическую модель второго порядка, которая описывает зависимость $y = (h, d, n)$ в закодированном виде:

$$y = 22,13 - 0,35x_1 - 0,55x_2 + 0,94x_3 + 1,66x_1^2 + 1,49x_2^2 + 1,89x_3^2 - 0,53x_1x_2 - 0,74x_1x_3 + 0,79x_2x_3. (1)$$

Строим двумерное сечение, показывающее зависимость неравномерности распределения семян по длине рядка от высоты шипа (h) и частоты вращения катушки

(n). Изучив изображение (рис. 2), можно сказать, что оптимальные значения исследуемых величин находятся в интервалах: $h = 2,39...2,58$ мм, $n = 26,20...31,81$ мин⁻¹, при этом неравномерность распределения семян будет составлять 23 %.

Рис. 2 Двухмерное сечение, показывающее зависимость неравномерности распределения семян по длине рядка от высоты шипов (h) и частоты вращения катушки (n)

Рис. 3 Двухмерное сечение, показывающее зависимость неравномерности распределения семян по длине рядка, от высоты шипов (h) и диаметра шипов (d)

Рис. 4 Двумерное сечение, показывающее зависимость неравномерности распределения семян по длине рядка от диаметра шипов (d) и частоты вращения катушки (n)

Анализируя изображение двумерного сечения (рис. 3), можно сказать, что оптимальные значения исследуемых величин находятся в пределах $h = 2,38...2,61$ мм, $d =$

$3,48...3,78$ мм, при этом неравномерность распределения семян будет составлять 23 %.

Рис. 5 Графики зависимости неравномерности распределения семян по длине рядка (v) от скорости движения посевного агрегата (u)

Анализируя изображение двумерного сечения поверхности отклика (рис. 4), можно сказать, что оптимальные значения исследуемых величин находятся в пределах $d = 3,53...3,75$ мм, $n = 27,2...31,2$ мин⁻¹, при этом неравномерность распределения семян будет составлять 23 %.

Представим уравнения (1) в раскодированном виде.

$$Y = 880,35 - 159,65h - 280,37d - 10,2n + 44,78h^2 + 37,37d^2 + 0,14n^2 - 10,01hd - 0,92hn + 1,11dn. \quad (2)$$

Для определения зависимости неравномерности распределения семян по длине рядка от скорости движения посевного агрегата высота шипов h , диаметр шипов d и частота вращения катушки n

оставались постоянными: 2,5 мм, 3,6 мм и 30 мин⁻¹ соответственно.

Связь между неравномерностью распределения семян по длине рядка (v) и скоростью движения посевного агрегата (u) выражается уравнением:

$$v(u) = 0,2177x^2 - 4,0452x + 41,667. \quad (3)$$

По полученным результатам можно сделать заключение о целесообразности применения экспериментальной сеялки с исследуемыми катушечными высевальными аппаратами со сплошным покрытием клапанов из резины с шипами для посева семян в диапазоне 7,8...9,7 км/ч, так как скорость посевного агрегата в этом интервале не значительно влияет на неравномерность распределения семян зерновых культур по длине рядка.

Заключение

В результате проведения лабораторных исследований определены величины, оказывающие наибольшее влияние на неравномерность распределения семян по

длине рядка: высота шипа ($h = 2,38...2,6$ мм); диаметр шипа ($d = 3,48...3,78$ мм); частота вращения катушки ($n = 27,2...31,20$ мин⁻¹), при которых неравномерность распределения семян по длине рядка составила 23 %.

В рамках лабораторно-полевых исследований проведен посев яровой пшеницы сорта «Тризо» сеялкой СЗ-5,4-06 с серийными высевальными аппаратами и экспериментальной сеялкой СЗ-5,4-06, оборудованной катушечными высевальными аппаратами со сплошным покрытием клапанов из резины с шипами. Прибавка урожая семян яровой пшеницы сорта «Тризо» при посеве экспериментальной сеялкой составила 12 %.

Благодарность

Выражаем признательность инженерно-техническому персоналу ООО «Завод СельМашДеталь» г. Каменка Пензенской области за оказание помощи в изготовлении разработанного катушечного высевального аппарата со сплошным покрытием клапана из резины с шипами.

Литература

1. Ларюшин Н.П., Мачнев А.В., Шумаев В.В. [и др.]. Посевные машины. Теория, конструкция, расчёт. Москва: Росинформагротех, 2010, 292 с.
2. Крючин Н.П. Особенности конструкций и основные направления совершенствования посевных машин. Самара, 2002, 295 с.
3. Ларюшин Н.П., Шуков А.В., Абакумов А.В. Полевые исследования сеялки с катушечным высевальным аппаратом с желобками катушки выполненными в форме тора. Нива Поволжья, 2019, № 1 (50), с. 139-145.
4. Ларюшин Н.П., Шуков А.В., Абакумов А.В. Лабораторные исследования высевального аппарата, желобки катушки которого выполнены в форме тора. Аграрный научный журнал, 2019, № 4, с. 82-84.
5. ГОСТ 10 5.1-2000. Испытание сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей. Введен 15.06.2000. Москва: Росинформагротех, 2000, 72 с.
6. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных: учебник. Москва: ООО Бином-Пресс, 2007, 512 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985, 351 с.
8. Завалишин Ф.С., Мацнев М.Г. Методы исследования по механизации сельскохозяйственного производства. Москва: Колос, 1982, 231 с.
9. Петухов Д.А., Сердюк В.В. Современные посевные машины. Техника и оборудования для села, 2012, № 1, с. 18-21
10. Кувайцев В.Н., Ларюшин Н.П., Шумаев В.В., Шуков А.В., Девликамов Р. Р., Бучма А.В. Результаты полевых исследований экспериментальной сеялки ССВ-3,5. Техника и оборудование для села, 2014, № 9 (207), с. 14-17.
11. ГОСТ Р 52778-2007. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки. Москва: Издательство стандартов, 2007, 28 с.
12. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследованиях технологических процессов. Москва: Машиностроение, 1981, 184 с.
13. Радченко Г.Е. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий протекания процесса. Горки: Белорусская СХА, 1978, 69 с.
14. Кузнецов Б.Ф. Основные направления развития конструкций посевных машин. Тракторы и автомобили, 1980, № 9, с. 13-14.

15. 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

16. Овчинников В.А. Влияние угла установки отражателя семян на степень заполнения ячеек дискового высевяющего аппарата. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, 2014, № 4 (28), с. 166-169.

17. Dieckmann U. Gedanken zum Zuckerrubenbau heute U.Dieckmann. Landtechnik, 1972, № 3, p. 37-43.

UDC 631.331.53

DOI 10.36461/NP.2020.56.3.001

RESULTS OF RESEARCH OF A COIL SEEDING MACHINE WITH A CONTINUOUS COATING OF A VALVE MADE OF RUBBER WITH SPIKES

N. P. Laryushin, Doctor of Technical Sciences, Professor; A. V. Shukov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; A. S. Rodin, Postgraduate; T. A. Kiryukhina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; V. V. Shumaev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Penza State Agrarian University», Penza, tel. (8412) 628 517, e-mail: larushinnp@mail.ru

To create a uniform and continuous flow of seeds, to ensure stable seeding of the established norm, to reduce crushing – all these are the main tasks of the seeding machine. Seeding machines must have a reliable and convenient adjustment of the seeding rate for various crops, be universal and easy to use. The work, devoted to improving the quality indicators of grain crops by advancing the technological process of the coil seeding machine with a continuous coating of a valve made of rubber with spikes, is relevant and has an important economic and business significance for the Russian agroindustrial complex. The article presents the results of laboratory studies of the coil seeding device with a continuous coating of a valve made of rubber with spikes, the results of field studies of an experimental seed drill with such seeding devices, and the dependence of the uneven distribution of seeds along the length of the row on the speed of the device unit is obtained. The use of an experimental seeder with coil seeding devices with the continuous coating of valves of rubber with spikes showed the feasibility of using a seeder with such experimental seeding devices for sowing grain seeds in the range of 7.8...9.7 km/h. The increase in the yield of spring wheat of the "Trizo" variety, when sown with the experimental seeder, counted 12 %.

Keywords: seeder, valve, coil seeding machine, instability of general seeding, crushing, seeds.

References

1. Laryushin N.P., Machnev A.V., Shumaev V.V. [et al.]. Seeding machines. Theory, construction, calculation. Moscow: Rosinformagrotekh, 2010, 292 p.
2. Kryuchin N.P. Features of designs and main directions of improvement of sowing machines. Samara, 2002, 295 p.
3. Laryushin N.P., Shukov A.V., Abakumov A.V. Field tests of the seeder with coil sowing unit with grooves of the coil made in the shape of a torus. Volga Region Farmland, 2019, no. 1 (50), pp. 139-145.
3. Laryushin N.P., Shukov A.V., Abakumov A.V. Laboratory studies of the seeding device, the grooves of the coil of which are made in the form of a torus. Agrarnyy nauchnyy zhurnal, 2019, no. 4, pp. 82-84.
5. GOST 10 5.1-2000. Testing of agricultural machinery. Seeding machines. Methods for evaluating functional indicators. Entered on 15.06.2000. Moscow: Rosinformagrotekh, 2000, 72 p.
6. Khalafyan A.A. STATISTICA 6. Statistical data analysis: textbook. Moscow: OOO Binom-Press, 2007, 512 p.
7. Dospekhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.
8. Zavalishin F.S., Matsnev M.G. Research methods for the mechanization of agricultural production. Moscow: Kolos, 1982, 231 p.
9. Petukhov D.A., Serdyuk V.V. Modern seeding machines. Tekhnika i oborudovaniya dlya sela, 2012, no. 1, p. 18-21

10. Kuvaytsev V.N., Laryushin N.P., Shumaev V.V., Shukov A.V., Devlikamov R.R., Buchma A.V. Results of field research of the experimental seeder SSV-3,5 [CCB-3,5]. *Tekhnika i oborudovaniya dlya sela*, 2014, no. 9 (207), pp. 14-17.
11. GOST R 52778-2007. Testing of agricultural machinery. Methods of operational and technological assessment. Moscow: Izdatelstvo standartov, 2007, 28 p.
12. Spiridonov A.A. Planning an experiment for research of technological processes. Moscow: Mashinostroenie, 1981, 184 p.
13. Radchenko G.E. Planning an experiment when searching for optimal conditions for the process. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy, 1978, 69 p.
14. Kuznetsov B.F. The main directions of development of seeding machine designs. *Traktory i avtomobili*, 1980, no. 9, pp. 13-14.
15. Nurullin E. G., Islamov I.Z., Salakhov I. M. Analysis and evaluation of dosing devices of modern sowing complexes. *Vestnik Of Kazan State agrarian University*, 2009, № 2 (12), pp. 53-55
16. Ovchinnikov V.A. Influence of the angle of installation of the seed reflector on the degree of filling of the cells of the disk seeding machine. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*, 2014, no. 4 (28), pp. 166-169.
17. Dieckmann U. Gedanken zum Zuckerrubenbau heute U.Dieckmann. *Landtechnik*, 1972, № 3, p. 37-43.