

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

DOI 10.12737/
УДК 631.33.022.66

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДИСКОВО-ШТИФТОВОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА НА РАВНОМЕРНОСТЬ ДОЗИРОВАНИЯ СЕМЯН

Крючин Николай Павлович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Механика и инженерная графика», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: miignik@mail.ru

Крючин Александр Николаевич, канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры «Механика и инженерная графика», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: kryuchin@inbox.ru

Ключевые слова: дозирование, семена, дисково-штифтовый, высевающий, ячеистая, аппарат, активатор.

Цель исследований – повышение равномерности дозирования семян дисково-штифтовым высевающим аппаратом за счет обоснования конструктивно-технологических параметров активатора истечения семенного материала из бункера. В селекционном производстве, где работа ведется с дорогостоящим, а порой и уникальным посевным материалом, особая значимость придается обеспечению при посеве высокой равномерности размещения семян. В настоящее время не достаточно полно решена проблема получения высокого качества посева при возделывании злаковых трав, семена которых относятся к трудносыпучим. Для дозирования семян мятлика лугового и кормовых травосмесей, в состав которых они входят, был разработан дисково-штифтовый высевающий аппарат, в котором для повышения качества дозирования семян применен активатор истечения семенного материала из бункера. Новизна конструкции дисково-штифтового высевающего аппарата с активатором подтверждена патентом РФ на полезную модель. С целью определения оптимальных конструктивно-технологических параметров дисково-штифтового высевающего аппарата с активатором истечения была разработана методика оценки качества равномерности продольного распределения трудносыпучих семян злаковых трав и лабораторная установка с подвижной горизонтальной ячеистой платформой. Применение данной методики проведения экспериментальных исследований значительно сокращает время и затраты труда на проведение опытов, а также исключает потери дорогостоящего посевного материала. Для комплексной оценки влияния конструктивно-технологических параметров высевающего аппарата на равномерность высева были проведены экспериментальные исследования с применением теории многофакторного планирования. В результате была получена математическая модель, позволяющая установить оптимальные

значения параметров активатора, состоящего из двух ступеней высотой 7,0...7,1 мм с величиной вылета штифтов 6,4 мм, при которых достигается лучшее качество распределения семян мятлика лугового вдоль рядка.

Равномерное размещение семенного материала по площади посева обеспечивает создание предпосылок для улучшения условий прорастания и развития растений, и как следствие, повышения урожайности [1]. При посеве в селекционном производстве, где работа ведется с дорогостоящим, а порой и уникальным посевным материалом, особая значимость придается обеспечению высокой равномерности размещения семян как в рядках, так и между рядами. В настоящее время не достаточно полно решена проблема получения высокого качества посева при возделывании трудносыпучих семян трав, к которым относят мятлик луговой.

Цель исследований – повышение равномерности дозирования семян дисково-штифтовым высевальным аппаратом за счет обоснования конструктивно-технологических параметров активатора истечения семенного материала из бункера.

Задача исследований – определить оптимальные значения конструктивно-технологических параметров активатора истечения, обеспечивающие высокую равномерность дозирования трудносыпучих семян.

Для дозирования семян злаковых трав: мятлика лугового и кормовых травосмесей, в состав которых они входят, был разработан дисково-штифтовый высевальный аппарат, в котором для повышения качества дозирования семян применен активатор истечения семенного материала из бункера. Новизна конструкции дисково-штифтового высевального аппарата с активатором истечения подтверждена патентом РФ на полезную модель [2]. Основными элементами активатора истечения служат подпружиненные подвижные штифты, установленные на диске, которые, опираясь в процессе вращения диска на поверхность ступенчатой направляющей шайбы, поднимаются выше уровня козырька, разделяющего высевальный диск и бункер, внедряются верхними концами в семенной ворох, находящийся в бункере, и обрушивают его на поверхность диска. За счет этого активируется процесс истечения трудносыпучего семенного материала из бункера, что способствует более равномерному заполнению пространства на высевальном диске, увеличению производительности, повышению равномерности и устойчивости посева [3]. Для оптимизации конструкции разработанного высевального аппарата необходимо провести исследования качественных показателей его работы.

Методы исследований. В лаборатории посевных машин ФГБОУ ВО Самарской ГСХА для исследования влияния конструктивно-технологических параметров дисково-штифтового высевального аппарата на продольную равномерность распределения семян была разработана методика посева трудносыпучих семян на движущуюся горизонтально-ячеистую платформу и лабораторная установка, позволяющая оценить качество его работы [4].

Платформа с горизонтальными ячейками располагается под выпускной воронкой высевального аппарата. Платформа приводится в движение от вала, кинематически связанного с электродвигателем лабораторной установки. Общая длина платформы составляла 3 м, а ее учетная часть – 2 м. Аппарат дозирует семена, заполняя ячейки (сектора) бегущей платформы. Все сектора имеют одинаковую длину и ширину (1 см), высота разделяющих стенок исключает перемешивание семян из разных ячеек.

После выключения лабораторной установки производится сбор семян через специальный вырез, выполненный в направляющей подвижной платформы. Из всех ячеек учетной длины платформы семена поочередно собираются в специальную тарированную емкость и взвешиваются с точностью до 0,01 грамма.

Разработанная технология оценки качества продольной равномерности посева по сравнению традиционным посевом на «бесконечную» липкую ленту [5] позволяет исключить порчу дорогостоящего семенного материала вследствие контакта семян со смазкой, покрывающей поверхность ленты. При этом в десятки раз сокращается расход посевного материала на проведение лабораторных исследований. Также значительно снижаются затраты труда и время на подсчет результатов каждого опыта.

Результаты исследований. В ходе предварительно проведенных расчетов и экспериментов были обоснованы постоянные параметры дисково-штифтового высевающего аппарата: высота подковырькового пространства – 10 мм; количество штифтов в ряду – 3 шт.; число рядов штифтов на дозирующем диске – 10 шт.; частота вращения диска – 15 мин⁻¹; высота вылета штифтов над диском – 8 мм. Для проведения лабораторных исследований применяли трудносыпучие семена мятлика лугового. Каждый опыт включал в себя 3 повторности. В качестве изменяемых факторов были приняты следующие параметры направляющей шайбы:

- количество ступеней активатора (k) 1, 2 и 3 шт.;
- высота ступенчатого сектора активатора (h) 2, 4, 6 и 8 мм.

При обработке результатов опыта подсчитывали среднее квадратическое отклонение, а затем – коэффициент вариации ν [6] массы семян в односантиметровых ячейках платформы:

$$\nu = \frac{S}{m_{cp}} \cdot 100$$

где S – среднее квадратическое отклонение; m_{cp} – среднее арифметическое значение по выборке.

Результаты обработки опытов по исследованию зависимости качества продольного распределения семян от высоты активатора и количества его ступеней представлены на рисунке 1.

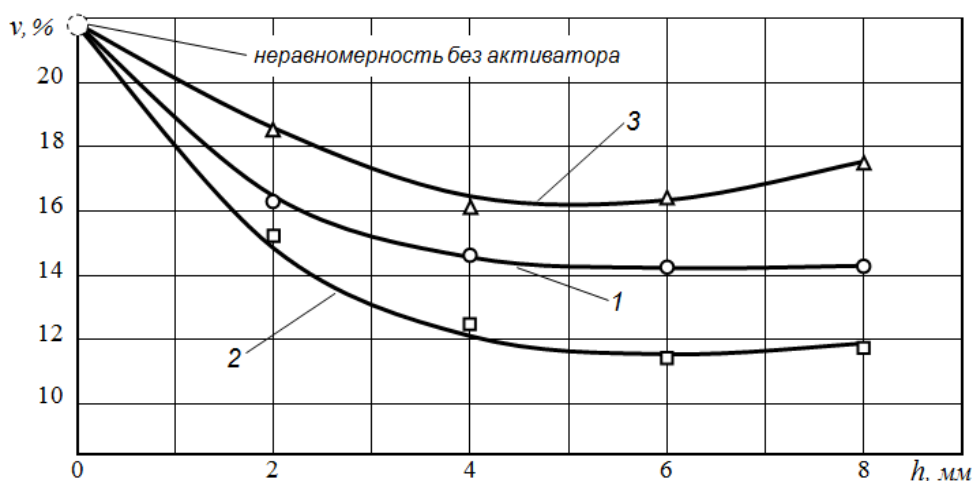


Рис. 1. Влияние высоты активатора на равномерность распределения семян:

1 – активатор с одной ступенью; 2 – активатор с двумя ступенями; 3 – активатор с тремя ступенями

По итогам проведения вышеописанного эксперимента и обработки полученных данных установлено, что наилучшее продольное распределение семян ($\nu = 11,4\%$) было получено при работе высевающего аппарата, оборудованного активатором истечения с двумя восходящими ступенями, высота которых составляла 6 мм. Экспериментально было доказано, что изменение в большую сторону числа ступеней в области загрузочного отверстия до трех не снижает коэффициент вариации. Также было отмечено, что равномерность продольного распределения семян при $h = 8$ мм во всех трех исполнениях ступенчатого активатора была хуже, чем при высоте ступеней 6 мм. Данный результат подтвердил предпосылку о возможном отрицательном влиянии излишне поднятых рабочих органов в виде подвижных штифтов в области выпуска семенного материала из бункера сеялки на продольную неравномерность распределения семян.

С целью определения оптимальных конструктивно-технологических параметров дисково-штифтового высевающего аппарата были проведены экспериментальные исследования с применением теории многофакторного планирования [7].

При подготовке к эксперименту в качестве критерия оптимизации был принят коэффициент вариации массы семян в односантиметровых ячейках ν (%), характеризующий качество продольного распределения семян мятлика лугового вдоль прохода сеялки. На качество дозирования трудносыпучих семян трав дисково-штифтовым высевающим аппаратом с активатором оказывают влияние

следующие параметры: частота вращения дозирующего диска; расстояние между высевальным диском и козырьком аппарата; число рядов и количество штифтов в ряду на диске; высота подъема рабочих органов (штифтов) над диском; форма и угол наклона линии, по которой располагаются штифты; количество ступеней на направляющей шайбе и место их расположения; высота ступеней. На основании проведенных лабораторных экспериментов и анализа процесса высева семян разработанным высевальным аппаратом было установлено, что наибольшее влияние на равномерность дозирования оказывают влияние: вылет штифтов l (от 4 мм до 8 мм); число ступеней активатора k (от 1 до 3); высота ступеней h (от 4 мм до 8 мм). Эти факторы были приняты в качестве варьируемых, остальные факторы были зафиксированы с постоянными значениями.

По результатам проведения полного факторного эксперимента, опытов в звездных точках и центре плана были определены коэффициенты регрессии и составлено уравнение второго порядка в кодированных переменных для значимых факторов:

$$Y = 12,12 - 0,756X_1 - 0,782X_2 + 0,425X_1X_2 + 0,667X_1^2 - 0,036X_2^2,$$

где Y – коэффициент вариации массы семян в односантиметровых ячейках; X_1 – вылет штифтов; X_2 – высота ступеней активатора.

В данное уравнение подставили переменные в натуральном виде. В результате математических преобразований уравнение регрессии второго порядка для коэффициента вариации приняло вид:

$$v = 37,668 - 5,952l - 1,882h + 0,2125lh + 0,3335l^2 + 0,018h^2.$$

По полученному уравнению была построена графическая зависимость равномерности распределения семян от вылета штифтов и высоты ступеней активатора в заданных интервалах варьирования (рис. 2).

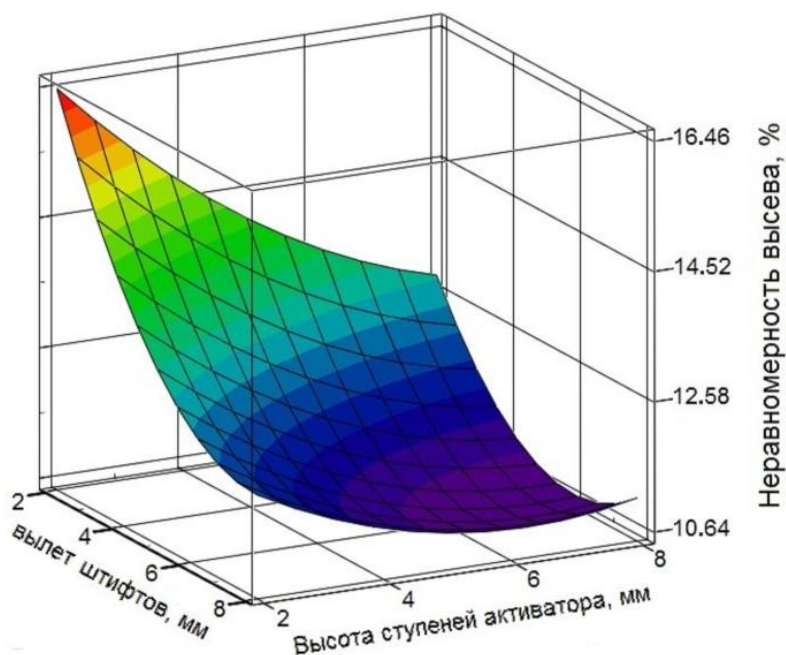


Рис. 2. Зависимость неравномерности высева от вылета штифтов и высоты ступеней активатора

С целью определения оптимальных параметров дисково-штифтового высевального аппарата было выполнено двухмерное сечение поверхности отклика, характеризующей равномерность продольного распределения семян мятлика лугового в зависимости от высоты ступеней активатора и вылета штифтов (рис. 3).

На основе анализа результатов проведенных исследований установлено, что наименьшая неравномерность высева семян вдоль рядка достигается при установке ступенчатого активатора

с двумя ступенями высотой 7,0...7,1 мм и вылете подвижных штифтов над диском 6,4 мм. Коэффициент вариации количества семян в односантиметровых ячейках при этом составляет 10,6 %.

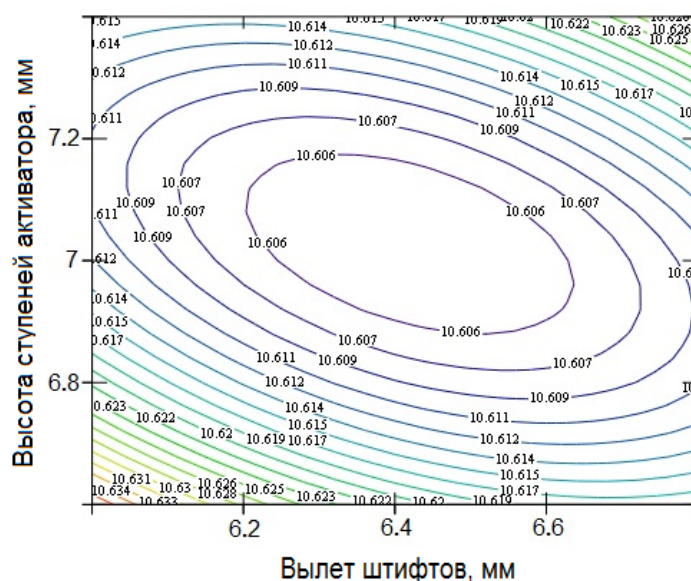


Рис. 3. Двухмерное сечение поверхности отклика

На основе анализа результатов проведенных исследований установлено, что наименьшая неравномерность высева семян вдоль ряда достигается при установке ступенчатого активатора с двумя ступенями высотой 7,0...7,1 мм и вылете подвижных штифтов над диском 6,4 мм. Коэффициент вариации количества семян в односантиметровых ячейках при этом составляет 10,6 %.

Заключение. Результаты экспериментальных исследований по оценке качества продольного распределения семян дисково-штифтовым высевальным аппаратом, выполненных с применением теории многофакторного планирования, показали, что за счет обоснования конструктивно-технологических параметров ступенчатого активатора истечения семенного материала из бункера равномерность распределения семян мятлика лугового вдоль ряда повышается по сравнению с дисково-штифтовым высевальным аппаратом без активатора.

Библиографический список

1. Гармаев, Ц. И. Совершенствование технологического процесса распределения семян при бороздочно-ленточном посеве зерновых культур : дис. ... канд. тех. наук : 05.20.01 / Гармаев Цыден Ирдынеевич. – Новосибирск, 2007. – 123 с.
2. Пат. 133677 Российская Федерация. МПК А01С 7/00. Высевальный аппарат / Савельев Ю. А., Крючин Н. П., Котов Д. Н., Крючин А. Н. – №2013121148/13 ; заявл. 07.05.2013 ; опубл. 27.10.2013, Бюл. № 30.
3. Савельев, Ю. А. Оценка влияния активатора истечения на производительность дисково-штифтового высевального аппарата / Ю. А. Савельев, Н. П. Крючин, А. Н. Крючин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – Вып. 3. – С. 3-6.
4. Савельев, Ю. А. Лабораторная установка для изучения процесса работы дисково-штифтового высевального аппарата / Ю. А. Савельев, А. Н. Крючин // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Часть I. Технологии и средства механизации производства и переработки продукции сельского хозяйства : мат. VI Международной науч.-практ. конф. – Ульяновск : ГСХА им. П. А. Столыпина, 2015. – С. 100-102.
5. Красильщиков, Е. В. Обоснование параметров пневмомеханической высевальной системы, обеспечивающей равномерное распределение семян зерновых культур : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Красильщиков Евгений Владимирович. – Омск, 2009. – 156 с.
6. ГОСТ 31345-2007 Сеялки тракторные. Методы испытаний. – Введ. 2009-01-01. – М., 2008. – 54 с.
7. Попов, А. А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем : монография / А. А. Попов. — Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. – 296 с.