

УДК 631.331.022

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ВЫСЕВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ СЕЯЛКИ С ТУРБУЛИЗИРУЮЩЕЙ ВСТАВКОЙ

В.П. Чеботарёв,*зав. каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, докт. техн. наук, профессор***Д.В. Зубенко,***директор Марьиногорского государственного аграрно-технического колледжа им. В.Е. Лобанка, канд. техн. наук***Ю.Л. Салапура,***ученый секретарь РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», канд. техн. наук, доцент***А.В. Зубенко,***зав. отделением ТОПСХП Марьиногорского государственного аграрно-технического колледжа им. В.Е. Лобанка*

В статье приводятся результаты исследования качества работы пневматической высевающей системы централизованного дозирования посевного материала зерновых сеялок. Результатом данных исследований стала разработка вертикального распределительного устройства, применение которого при посеве зерновых и зернобобовых культур позволяет производить качественный сев и распределять посевной материал по площади поля согласно агротехническим требованиям, с неравномерностью распределения 3,8–6 %.

Ключевые слова: пневматическая система, распределитель, неравномерность распределения, турбулизирующая вставка, зерновая сеялка.

Research results of quality of work of the pneumatic sowing system of the centralized dispensing of sowing material of grain seeders are given in the article. The result of this research was the development of the vertical distributing device used for grain and leguminous crops that allows high-quality sowing and distribution of sowing material on the area of the field according to agrotechnical requirements, with unevenness of distribution of 3,8-6%.

Keywords: pneumatic system, distributor, unevenness of distribution, turbuliziruyushchy insert, grain seeder.

Введение

Растениеводческая отрасль сельского хозяйства Республики Беларусь в своей основе опирается на ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур, реализация которых невозможна без применения высокопроизводительной посевной техники. В связи с этим сеялки и почвообрабатывающе-посевные агрегаты с пневматическими высевающими системами находят все более широкое применение в технологиях возделывания различных сельскохозяйственных культур. Увеличение урожайности зерновых культур должно происходить за счет применения интенсивных сортов, требуемых доз удобрений, средств защиты растений, а главное, качественной подготовки почвы и посева. Важную роль при этом занимает посев, во время проведения которого закладывается основа будущего урожая. Важным аспектом при посеве является обеспечение необходимой площади питания культурных растений, так как от нее напрямую зависит рост и дальнейшее их развитие [1]. В связи с этим к машинам для посева предъявляются высокие требования по обеспечению равномерности распределения семян по площади по-

ля, без чего невозможно реализовать генетическую продуктивность современных сортов сельскохозяйственных культур.

Анализ отечественных и зарубежных литературных источников [2-4], а также производственного опыта передовых сельскохозяйственных предприятий страны показал, что одним из перспективных направлений в развитии посевных машин является разработка широкозахватных высокопроизводительных сеялок с пневматической системой высева, усовершенствование которых ведется по пути увеличения производительности, снижения энерго-, материалоемкости и улучшения качественных показателей работы системы высева.

Целью работы является расчет параметров, разработка и испытание высевающей системы для широкозахватной сеялки С-9.

Основная часть

Объектом исследования являлся процесс движения и распределения посевного материала в распределителе вертикального типа пневматической системы высева. Методика исследований базировалась на теоретических и экспериментальных исследованиях,

в процессе которых проводилась сравнительная оценка качественных показателей работы высеваящих систем опытного образца зерновой сеялки отечественного производства и ее зарубежного аналога.

Современная сеялка с пневматической системой высева, как правило, имеет раздельно-агрегатную компоновку [5], при которой машина состоит из отдельных блоков (модулей). Это позволяет разнести в пространстве бункер и рабочие органы. Пневматическая высевая система и раздельно-агрегатная компоновка рабочих органов таких сеялок позволяют реализовать секционный принцип построения рамы посевного блока, при котором ее складывание происходит в вертикальной плоскости. Данное решение позволяет значительно ускорить процесс перевода сеялки из рабочего положения в транспортное и обратно, а следовательно, снизить общие непроизводительные затраты времени.

В настоящее время при производстве зерновых сеялок, где в качестве транспортирующей среды используется воздушный поток, можно выделить три типа высеваящих систем: централизованного, группового и индивидуального дозирования посевного материала.

Наибольшее распространение в мировой практике получили системы высева с централизованным дозированием семян одним или двумя дозаторами и последующим делением общих потоков на отдельные по сошникам с помощью распределительных устройств различной конструкции [6].

Централизованный бункер сеялки позволяет снизить количество и продолжительность технологических остановок на заправку семенами и удобрениями. Применение автономной системы загрузки на широкозахватных сеялках с пневматической системой высева позволяет дополнительно сократить время и трудоемкость загрузки. Кроме того, система обеспечивает простую установку нормы высева, она более универсальна по диапазону высеваемых семян, так как дозирование происходит большими порциями. Производством и широким применением сеялок с

пневматической системой высева занимаются многочисленные фирмы США и Европы.

Основными элементами системы высева с пневматическим транспортированием посевного материала в сошники являются: бункер, вентилятор, дозатор, устройство для ввода посевного материала в воздушный поток (питатель), пневмоматериалопровод и распределительное устройство (рис. 1).

Одним из основных агротехнических требований для высеваящей системы посевных машин является равномерность распределения материала по сошникам (поперечная неравномерность). Анализ преимуществ и недостатков отдельных элементов пневматической высеваящей системы, оказывающих влияние на технологический процесс, позволяет сделать вывод о том, что одной из наиболее важных частей системы, обеспечивающей поперечную неравномерность высева, являются распределительные устройства посевного материала. Снижение равномерности распределения семян приводит к образованию участков с высокой и низкой плотностью размещения растений по площади поля. На участках с высокой густотой стеблестоя их развитие затрудняется, на изреженных продуктивность отдельных растений может увеличиваться, но она не компенсирует недостаток общей продуктивности с единицы площади поля. Поэтому повышение поперечной равномерности распределения семян оказывает положительное влияние на развитие растений, одновременное их созревание и, в итоге, на конечный урожай. Некоторыми исследованиями установлено, что при неравномерности распределения между сошниками выше 10 % наблюдается устойчивое снижение урожайности в среднем на 1...2 ц/га [7].

Одним из наиболее распространенных способов повышения равномерности распределения посевного материала между сошниками на практике является дополнительная турбулизация поступающей к распределительной головке материало-воздушной смеси.

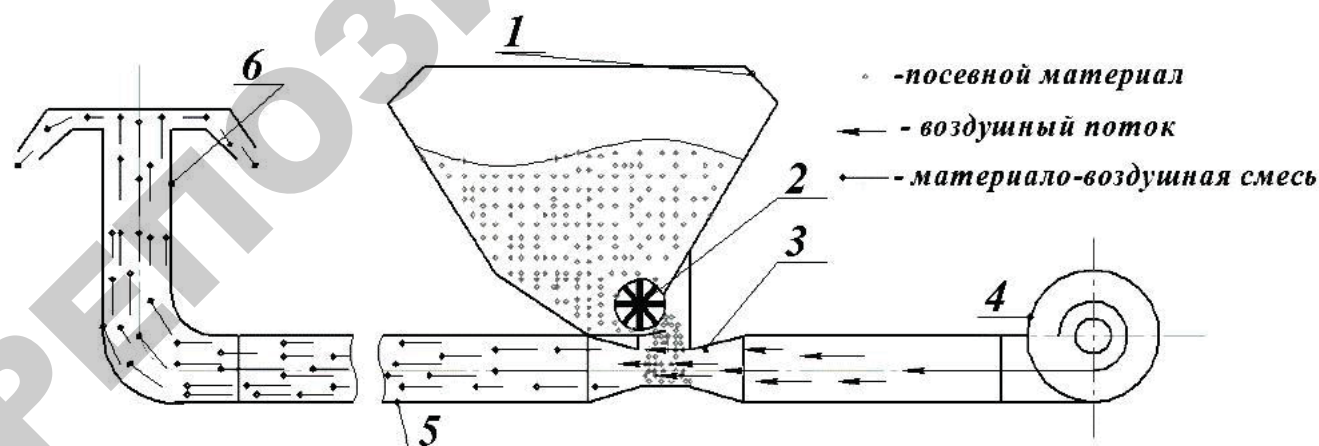


Рисунок 1. Конструктивно-технологическая схема пневматической высеваящей системы: 1 – бункер; 2 – дозатор; 3 – питатель; 4 – вентилятор; 5 – пневмоматериалопровод; 6 – распределитель

Большинство мировых производителей посевной техники с пневматическими системами высева применяют комплексно несколько рабочих элементов для снижения неравномерности распределения посевного материала по сошникам.

В связи с этим особую актуальность приобретает разработка комбинированного распределительного устройства, обеспечивающего выравнивание посевного материала по поперечному сечению вертикальной части распределителя при минимальном аэродинамическом сопротивлении, а также применение направителя в распределительной головке для исключения травмирования посевного материала за счет снижения интенсивности и количества лобовых ударов семян (рис. 2).

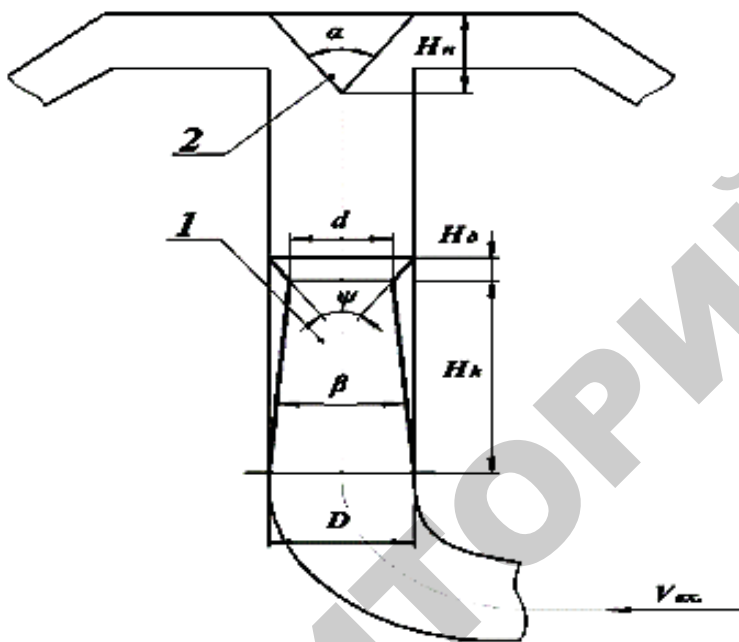


Рисунок 2. Схема экспериментального вертикального распределителя: 1 – турбулизирующая вставка; 2 – направитель

Турбулизирующая вставка выполнена из конфузора с углом сужения β и высотой H_k и диффузора с углом расширения ψ и высотой H_d соединенных верхними основаниями с диаметром d , причем конфузор расположен во впускной части вставки, имеющей диаметр D . Данная конструкция обеспечивает равномерное распределение транспортируемого материала по сечению вертикальной колонны без снижения скорости его транспортирования и, следовательно, не требует дополнительных энергозатрат на поддержание параметров воздушного потока.

В турбулизирующей вставке в ее впускной части конфузора происходит поперечное «сжатие» материало-воздушного потока и приближение его к центру. При этом аэродинамическое сопротивление и механическое сопротивление трения транспортируемого материала о поверхность увеличиваются незначи-

тельно вследствие его плавного сужения [8]. Соответственно, скорости периферийных слоев потока возрастают и выравниваются по всей площади поперечного сечения конфузора. На выходе из конфузора образуется внезапное расширение диффузором турбулизирующей вставки, которое вызывает образование вихревых потоков транспортирующего воздуха по всему поперечному сечению входного трубопровода [9]. Все это вызывает интенсивное перемешивание транспортируемого материала с воздухом и формирование однородной материало-воздушной смеси.

Для сохранения высокой равномерности распределения посевного материала по поперечному сечению в распределительной головке и далее в семяпроводе необходимо, чтобы каждая частица с наименьшими потерями энергии и за кратчайшее время после касания с внутренней поверхностью распределительной головки переместилась к отводящему патрубку. В качестве направителя использовался остроконечный конус, имеющий угол у вершины α и высоту H_n , который при условии равномерной подачи посевного материала в распределительную головку повышает равномерность распределения посредством создания направленных в сторону отводящих патрубков вееров отраженных частиц и уменьшает интенсивность лобовых соударений частиц посевного материала.

Объектом исследования выступала пневматическая система высева централизованного дозирования зерновой сеялки С-9 с установленным, описанным выше, вертикальным распределителем. Целью проведения испытаний являлось определение коэффициента вариации, как основного критерия, по которому оценивается качество работы распределителя, характеризующего неравномерность распределения частиц посевного материала по сошникам. Сеялка С-9 была оснащена экспериментальным распределителем с турбулизирующей вставкой следующих параметров: входной диаметр $D = 140$ мм; угол сужения конфузора $\beta = 14^\circ$; выходной диаметр конфузора $d = 90$ мм; высота конфузора $H_k = 205$ мм; угол расширения диффузора $\psi = 90^\circ$; высота диффузора вставки $H_d = 25$ мм; направитель имел угол при вершине $\alpha = 46^\circ$ и высоту $H_n = 165$ мм. Для контроля и сравнения результатов аналогичные опыты проводились для сеялки СПШ-9, на которой были установлены серийные распределители. Основные показатели результатов качества выполнения технологического процесса системы высева по результатам испытаний сеялки С-9 в сравнении с сеялкой СПШ-9 представлены в таблице 1.

Таблица 1. Функциональные показатели работы системы высева сеялки С-9

Наименование показателя	по ТКП 078-2007	Значение показателя по результатам испытаний					
		Высев семян пшеницы		Высев семян ячменя		Высев семян гороха	
		С-9	СПШ-9	С-9	СПШ-9	С-9	СПШ-9
Качество высева при норме высева семян, кг/га – заданной; – фактической;		228 237	210 222,6	222 232	222 238,3	251 262	251 267,2
Отклонение фактической нормы высева от заданной, %		4	6	4,5	7,3	4,4	6,5
Неравномерность высева между сошниками, % – зерновых; – зернобобовых;	не более 5 не более 6	3,9	14	3,8	9,6	6,0	15,5
Дробление семян, % – зерновых; – зернобобовых;	не более 0,5 не более 1	0,21	0,66	0,2	0,1	0,5	0,6

Одним из основных оцениваемых показателей, который определяет качество работы системы высева и в определенной мере оказывает положительное влияние на развитие растений, является неравномерность распределения посевного материала между сошниками. Значения данного показателя сеялки СПШ-9 с серийным распределителем значительно превышают значения, полученные при испытании сеялки С-9 с разработанным вертикальным распределителем и установленные агротехническими требованиями [10].

Помимо определения коэффициента вариации, проводилась статистическая оценка значимости различия неравномерности высева между сошниками сеялкой СПШ-9 и сеялкой С-9 с экспериментальным распределителем. При сравнении средних величин двух сопряженных выборок проводилась оценка существенности разности по t -критерию. Порядок оценки существенности средней разности осуществляется по известной методике [11].

При этом если фактическое значение $t_{ф.} > t_{0,05;214}$, то тогда подтверждалась гипотеза значимости разли-

чия полученной разности средних значений распределения проб масс посевного материала экспериментальным и серийным распределителями.

В результате проведения оценки существенности средней разности по t -критерию, сопоставляя фактические значения критерия $t_{ф.}$ с теоретическими t_m (табличными), был сделан вывод: так как при высева семян пшеницы $t_{ф.} = 3,06 > t_m = 1,96$, ячменя – $t_{ф.} = 4,37 > t_m = 1,96$, гороха – $t_{ф.} = 2,2 > t_m = 1,96$, то для всех исследуемых культур разность существенна при 5 %-м уровне значимости, и вследствие того, что во всех случаях она ниже у экспериментального распределителя, то он более качественно распределяет посевной материал между сошниками. Для наглядного подтверждения выводов построена диаграмма распределения семян пшеницы по семяпроводам (рис. 3).

Таким образом, экспериментальный распределитель с оптимальными конструктивными параметрами позволил получить значения неравномерности распределения посевного материала для зерновых и зернобобовых культур в диапазоне от 3,8 %

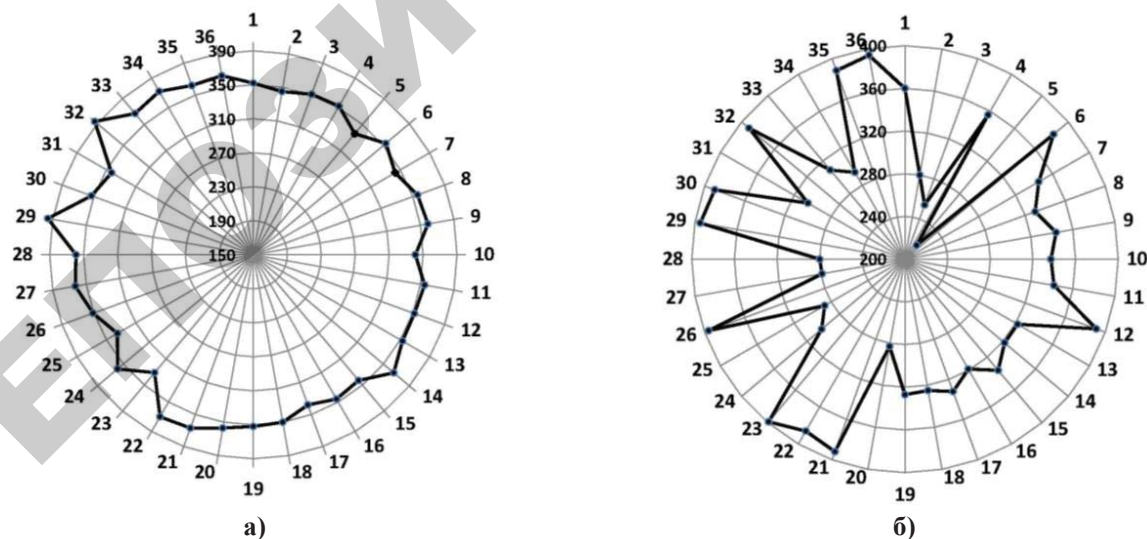


Рисунок 3. Эюра распределения семян пшеницы: а) экспериментальным; б) серийным распределителем между сошниками в зависимости от их массы;

150, 190...390 – шкала массы проб; 1, 2, 3...32 – номер отводящего патрубка

до 6,0 % [12]. На сеялке с серийными распределителями данный показатель находился в диапазоне от 9,6 % до 15,5 % [13] при агротехнически допустимом диапазоне от 5 % до 6 %. Ожидаемый приведенный годовой экономический эффект от использования сеялки С-9 составил 204,5 тыс. руб. в сравнении с сеялкой СПШ-9. Применение разработанной сеялки С-9 по сравнению с базовой СПШ-9 позволило снизить прямые эксплуатационные затраты на 20,2 %, капитальные вложения на 21,8 % и приведенные затраты на 20,9 %.

Заключение

Результаты проведенных исследований показали, что применение пневматической высевальной системы централизованного дозирования посевного материала с разработанным вертикальным распределительным устройством на зерновых сеялках при посеве зерновых и зернобобовых культур позволяет производить качественный сев и распределять посевной материал по площади поля для зерновых и зернобобовых культур согласно агротехническим требованиям, с неравномерностью 3,8 %... 6,0 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Майсуриян, Н.А. Предисловие / Н.А. Майсуриян // Прогрессивные способы посева зерновых культур. – М., 1959. – С. 3-9.
2. Астахов, В.С. Механико-технологические основы посева сельскохозяйственных культур сеялками с пневматическими системами группового дозирования: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / В.С. Астахов; БГСХА. – СПб., 2007. – 40 с.
3. Лачуга, Ю.Ф. Новые технологии и техника для сельского хозяйства России / Ю.Ф. Лачуга // Техника в сельском хозяйстве. – 2004. – № 6. – С. 5-9.
4. Сариев, Ж.А. Применение посевного комплекса «Flexi coil ST-820» в опытно-производственных

условиях / Ж.А. Сариев, В.В. Вьюрков, А.Е. Сарсенов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 2. – С. 33-35.

5. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И.В. Горбачёв. – М.: Колосс, 2004. – 624 с.

6. Чеботарёв, В.П. Анализ посевной части зерновых сеялок и почвообрабатывающе-посевных агрегатов / В.П. Чеботарев, Д.В. Зубенко, Ю.Л. Салапура, А.В. Новиков, Т.А. Непарко // Современные проблемы земледельческой механики: матер. XIV Междунар. науч.-практич. конф., посвященной 113-й годовщине со дня рождения академика Петра Мефодиевича Василенко. – Глеваха, 2013. – С. 150-163.

7. Бахмутов, В.А. Влияние равномерности размещения растений по площади на урожайность / В.А. Бахмутов, В.А. Любич // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М., 1981. – № 5. – С. 9-11.

8. Ивженко, С.А. Механико-технологические основы совершенствования пневматического посева: дис.... д-ра техн. наук: 05.20.01 / С.А. Ивженко. – Саратов, 1992. – 506 с.

9. Любушко, Н.И., Применение высевальной системы с централизованным дозированием / Н.И. Любушко, В.А. Юзбашев, В.Е. Хоруженко // Тракторы и сельхозмашины. – 1984. – № 6. – С. 15-17.

10. Машины посевные и посадочные. Правила установления показателей назначения: ТКП 078-2007. – Введ. 06.08.2007. – Минск: Беларус. научн. ин-т внедрения новых форм хозяйствования в АПК, 2007. – 40 с.

11. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 347 с.

12. Протокол от 27.12.2012 № 038 (176) Б 1/3-2012, приемочных испытаний сеялки пневматической С-9. – Пос. Привольный. – 96 с.

13. Протокол № 247 Б 1/3-2010, от 22.12.2010 приемочных испытаний сеялки пневматической СПШ-9. – Пос. Привольный. – 68 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 24.09.2020

Счетчик газа ультразвуковой СГУ001 типоразмеров G16-G25

Предназначены для измерения объемного расхода горючего газа по ГОСТ 5542-87 или паров сжиженного углеводородного газа по ГОСТ 20448-90 с приведением измеренного объема газа к нормальным условиям, т.е. к температуре газа 20 °С и плотности 0,72 кг/м³ с отображением информации об объеме израсходованного газа на табло счетчика с возможностью передачи информации в централизованную систему учета.



Основные технические данные

Рабочий диапазон температур, °С	от - 30 до + 50
Рабочий диапазон расхода газа, м ³ /час	от 0,16 до 40
Основная относительная погрешность, не более, %	± 3
Порог чувствительности, не более, м ³ /час	0,05
Наибольшее избыточное рабочее давление газа, кПа	100
Число разрядов индикаторного табло счетчика	8
Дополнительная относительная погрешность при изменении температуры окружающей среды от - 30 до +50 °С, не более	0,01% на 1 °С