

4. Справочник по прядению льна / Б. Н. Фридман [и др.]; под общ. ред. С. В. Тарасова. – М.: Легкая индустрия, 1979. – 375 с.
5. Инновационные технологии и технические средства нового поколения для производства и глубокой переработки лубяных культур: учеб. пособие / В. Г. Черников [и др.]. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2011. – 150 с.
6. Ипатов, А. М. Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур: учеб. пособие для вузов / А. М. Ипатов. – М.: Легпромиздат, 1989. – 144 с.
7. Дьячков, В. А. Теоретические основы технологии производства лубяных волокон: монография / В. А. Дьячков. – Кострома: Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2009. – 271 с.

УДК 631.331.022

Поступила в редакцию 31.07.2017
Received 31.07.2017

Д. В. Зубенко

*УО «Марьиногорский государственный ордена «Знак Почета» аграрно-технический колледж
имени В. Е. Лобанка»
п. Марьино, Республика Беларусь
zub89417@mail.ru*

ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ВЫСЕВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ДОЗИРОВАНИЯ ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА

В статье приводятся исследования качества работы пневматической высевающей системы централизованного дозирования посевного материала зерновых сеялок. Результатом данных исследований была 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.

D. V. Zubenko

*Educational establishment «Maryinogorsk state awards «Honour Sign» agrarian and technical college of V.E. Lobanok»
s. Maryino, Republic of Belarus
zub89417@mail.ru*

RESEARCHES OF QUALITY OF WORK THE PNEUMATIC SOWING SYSTEM THE CENTRALIZED DISPENSING OF SOWING MATERIAL

Researches of quality of work of the pneumatic sowing system of the centralized dispensing of sowing material of grain seeders are given in article. Result of these researches was development of the vertical distributing device which use at crops of grain and leguminous crops allows to make high-quality sowing and to distribute 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, turbulizing insert, grain seeder.

Введение

Увеличение урожайности зерновых культур должно происходить за счет применения интенсивных сортов, требуемых доз внесения удобрений, средств защиты растений, качественного посева и почвообработки.

Немаловажную роль в 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 поля, 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- и материалоемкости и улучшения качественных показателей работы системы высева.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является 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 высевающих систем зерновой сеялки С-9 и ее аналога СПШ-9.

Результаты исследований

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 высевающая 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.

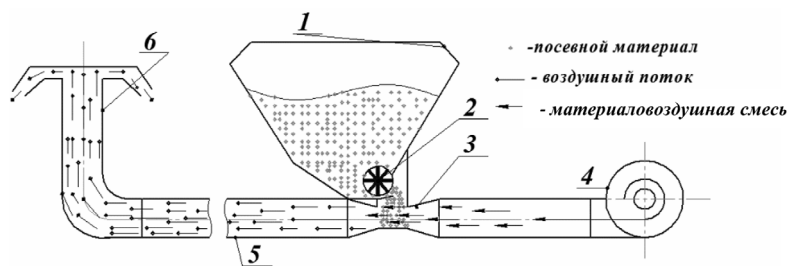
В настоящее время при производстве зерновых сеялок, когда в качестве транспортирующей среды используется воздушный поток, можно выделить три типа высевающих систем: централизованного, группового и индивидуального дозирования посевного материала.

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. Производят и широко применяют сеялки с пневматической системой высева 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 (рисунок 1).

Одним из основных агротехнических требований для высевающей системы посевных машин является равномерность распределения материала по сошникам (поперечная неравномерность). Анализ преимуществ и недостатков отдельных элементов пневматической высевающей системы, оказывающих влияние на технологический процесс, позволяет сделать вывод, что одной из наиболее важных частей системы, обеспечивающих поперечную неравномерность высева, являются распределительные устройства посевного материала. Снижение равномерности распределения семян приводит к образованию участков с высокой и низкой плотностью разме-



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

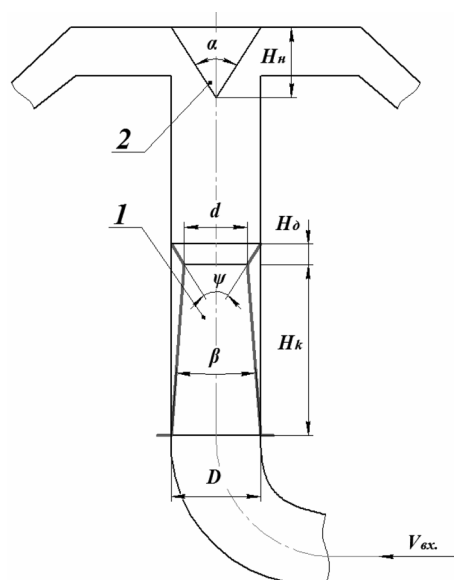
щения растений по площади поля. На участках с высокой плотностью стеблестоя их развитие затрудняется, на изреженных продуктивность отдельных растений может увеличиваться, но она не компенсирует недостаток общей продуктивности с единицы площади поля. Поэтому повышение поперечной равномерности распределения 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 материаловоздушной смеси. Большинство мировых производителей посевной техники с пневматическими системами посева 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 (рисунок 2).

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 во впускной части конфузора происходит поперечное сжатие материаловоздушного потока и приближение его к центру. При этом аэродинамическое сопротивление и механическое сопротивление трения транспортируемого материала о поверхность незначительны 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 сече-



1 – турбулизирующая вставка;
2 – направитель

Рисунок 2. – Схема экспериментального вертикального распределителя

нию входного трубопровода [9]. Все это вызывает интенсивное перемешивание транспортируемого материала с воздухом и формирование однородной материаловоздушной смеси.

Для сохранения высокой равномерности распределения посевного материала по поперечному сечению в распределительной головке и далее в семяпроводах 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 описанным выше установленным 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 | Значение показателя | | | | | | |
|--|---------------------|--------------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|
| | по ТКП 078–2007 | 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 хозяйственной норме высева семян, $кг/га$ – заданная – фактическая | | | | | | | |
| | | 228 237,1 | 210 212,6 | 222 232,2 | 222 218,3 | 251 262,4 | 251 267,2 |
| Отклонение фактической нормы высева от заданной, % | | 4 | 3 | 4,6 | 4 | 4,5 | 6,4 |
| Неравномерность высева между сошниками, % – зерновых – зернобобовых | 5,0, не более | | | | | | |
| | 6,0, не более | 3,9 | 14 | 3,8 | 9,6 | 6,0 | 15,5 |
| Дробление семян, % – зерновых – зернобобовых | 0,5, не более | | | | | | |
| | 1,0, не более | 0,21 | 0,66 | 0,2 | 0,1 | 0,5 | 0,6 |

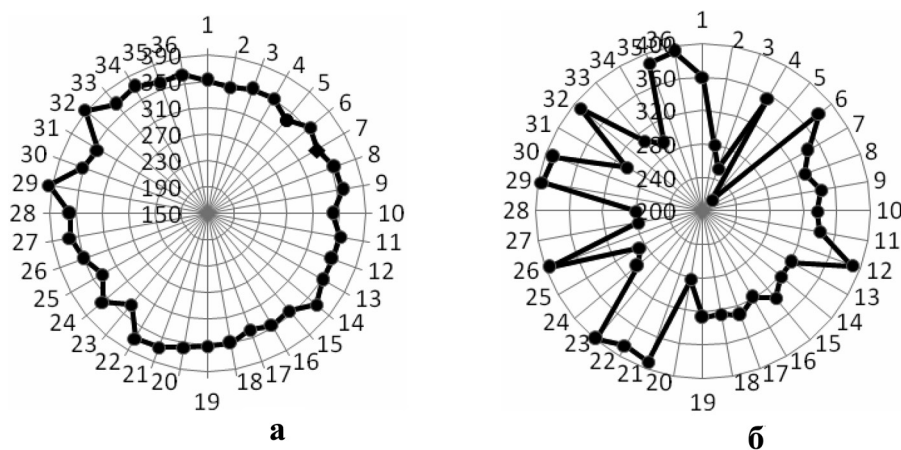
Одним из основных показателей данной таблицы, который определяет качество работы системы высева и оказывает положительное влияние на развитие растений, является неравномерность распределения посевного материала между сошниками. Значения данного показателя сеялки СПШ-9 с серийным распределителем значительно 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 сеялки СПШ-9 и сеялки С-9 с экспери-

ментальным 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 $t_{\phi} > t_{0,05;214}$, то тогда подтверждалась гипотеза значимости различия полученной разности средних значений распределения проб масс посевого материала экспериментальным и серийным распределителями.

В результате проведения оценки существенности средней разности по t -критерию, сопоставляя фактические значения критерия t_{ϕ} с теоретическими $t_{0,05}$ (табличными), приходим к выводу, что при высеве семян пшеницы $t_{\phi} = 3,06 > t_m = 1,96$, ячменя – $t_{\phi} = 4,37 > t_m = 1,96$, гороха – $t_{\phi} = 2,2 > t_m = 1,96$. А это значит, что для всех исследуемых культур разность существенна при 5 %-ном уровне значимости, а так как во всех случаях она ниже у экспериментального распределителя, то он более качественно распределяет посевной материал между сошниками. Для наглядного подтверждения выводов построили диаграмму распределения семян пшеницы по семяпроводам (рисунок 3).



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

Рисунок 3. – Эпюра распределения семян пшеницы (а) экспериментальным и (б) серийным распределителем между сошниками в зависимости от их массы

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 % 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 годовой приведенный экономический эффект от использования сеялки С-9 составил 793,1 млн 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 исследований показывают, 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 согласно агротехническим требованиям.

Литература

1. Майсурия, Н. А. Предисловие / Н. А. Майсурия // 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 «Flexicoil 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. Горбачев. – М.: КолосС, 2004. – 624 с.
6. Чеботарев, 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: XIV Междунар. науч.-практ. конф., посвященная 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 № 038 (176) Б 1/3-2012 от 27.12.2012 приемочных испытаний сеялки пневматической С-9 / ИЦ ГУ «Белорусская МИС». – Привольный, 2012. – 96 с.
13. Протокол № 247 Б 1/3-2010 от 22.12.2010 приемочных испытаний сеялки пневматической СПШ-9 / ИЦ ГУ «Белорусская МИС». – Привольный, 2010. – 68 с.

УДК 631.31/356(633.49:635–153)

Поступила в редакцию 02.08.2017

Received 02.08.2017

В. В. Голдыбан, И. А. Барановский

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: labpotato@mail.ru*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ УБОРКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ИЗ КАГАТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В статье описывается ситуация в свекловичной отрасли с технической оснащённостью уборки сахарной свеклы из кагатов, указываются перспективы ее дальнейшего развития.

Ключевые слова: погрузчик, сахарная свекла, технология, средства механизации, уборка, производительность механизированных работ.

V. V. Goldyban, I. A. Baranovsky

*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: labpotato@mail.ru*

PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF MECHANIZATION FOR HARVESTING SUGAR BEET FROM THE CLAMPS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

The article describes the situation of technical equipment beet industry the sugar beet from the clamps indicates the prospects of its further development.

Keywords: loader, sugar beet, technology, means of mechanization, cleaning, the performance of the mechanized works.