

КОНСТРУКТИВНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ВЫСЕВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Б.Х. Ахалая¹, кандидат технических наук, Ю.Х. Шогенов², академик РАН,
С.И. Старовойтов¹, доктор технических наук, С.А. Квас¹

¹Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ
109428, Москва, 1-й Институтский пр., 5, стр. 1
E-mail: badri53@yandex.ru

²Российская академия наук
119991, Москва, Ленинский просп., 32
E-mail: yh1961s@yandex.ru

Исследование проводили с целью конструктивной модернизации пневматического высевающего аппарата, повышающего производительность работы посевного агрегата при сохранении качества и точности посева семян. Представленное высевающее устройство работает на избыточном давлении воздушного потока, что позволяет проводить посев семян нескольких зерновых культур с использованием одного дозатора. Дозатор содержит три части в виде ячеек дисков, размещенных на одной оси, ячейки на всех дисках выполнены в виде конусовидных отверстий, соответствующих размерам посевного материала культуры. Высевающие диски связаны между собой с возможностью вращения вокруг горизонтальной оси. Посев семян с каждого диска происходит через комбинированный патрубок, разделенный на три сопла отдельно для каждого диска. Заделка семян каждой культуры осуществляется трехуровневым полозовидным сошником. Использование разработанной конструкции дает возможность высевать семена трех культур по различной схеме и размещать их на разную глубину. Конструктивно высевающий диск и полозовидный сошник выполнены в комбинированном виде. Связь составных частей высевающего диска обеспечивает прижимная втулка. Конструктивные элементы полозовидного сошника скреплены болтами. Детали высевающего диска и сошника равны геометрически по ширине и могут фиксировано смещаться одна относительно другой. Семена воздушным потоком от основного патрубка направляются с высоты 10...12 см от высевающего диска вниз на горизонтальную поверхность почвы. Для устранения отскока от земли зерновка подхватывается компенсирующей скоростью движения сеялки воздушным потоком из дополнительного патрубка, установленного под углом 30° относительно горизонтальной поверхности под высевающим диском. Это дает возможность увеличить скорость в рабочем режиме и способствует росту производительности на 5...7% при сохранении точности и качества посева, снижению повреждаемости семян на 0,2%.

CONSTRUCTIVE MODERNIZATION OF PNEUMATIC SEEDING DEVICES

Akhalaya B.Kh.¹, Shogenov Yu.Kh.², Starovoitov S.I.¹, Kvas S.A.¹

¹Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
109428, Moskva, 1-i Institutskii pr., 5, str.1
E-mail: badri53@yandex.ru

²Russian Academy of Sciences,
119991, Moskva, Leninskii prosp., 32
E-mail: yh1961s@yandex.ru

The study was carried out with the aim of constructive modernization of the pneumatic seeding machine, which increases the productivity of the unit while maintaining the quality and accuracy of seeding. The presented seeding device operates at excessive air flow pressure, which allows seeding of seeds of several grain crops using a single dispenser. The dispenser contains three parts in the form of cellular disks placed on one axis, the cells on all disks are made in the form of cone-shaped holes corresponding to the size of the culture seed. The seeding discs are interconnected with the possibility of rotation around a horizontal axis. The seeds are sown from each disc through a combined nozzle divided into three nozzles separately for each disc. The sealing of the seeds of each crop is carried out by a three-level polozovidny coulter. The application of the developed design of the seeding device makes it possible to sow seeds of three crops according to a different scheme and place them at different depths. Structurally, the sowing disc and the polozovidny coulter are made in a combined form. The connection of the components of the sowing disc is provided by a clamping sleeve. The structural elements of the polozovidny coulter are bolted together. The details of the sowing disc and the coulter are geometrically equal in width and can be fixed relative to each other. Seeds are directed by the air flow from the main branch pipe from a height of 10... 12 cm from the sowing disc down to the horizontal surface of the soil. To eliminate the bounce from the ground, the seedling is picked up by the air flow compensating the speed of the drill from an additional nozzle installed at an angle of 30° relative to the horizontal surface under the sowing disc. This makes it possible for the seeder to move at a higher speed in operating mode and contributes to an increase in its productivity by 5... 7% while maintaining the accuracy and quality of sowing, reducing seed damage by 0.2%.

Ключевые слова: бункер для семян, высевающее устройство, дозатор, сопло, трехуровневый сошник.

Key words: seed hopper, seeding device, dispenser, nozzle, three-level coulter.

Совмещение посевов различных культур способствуют повышению продуктивности сельскохозяйственных угодий, благодаря улучшению эффективности фотосинтеза, повышению плодородия почвы и устойчивости растений к стрессам, культур. Такой способ посева, в основном, предназначенный для силосных культур и

востребован как крупными сельскохозяйственными предприятиями, так и небольшими фермерскими хозяйствами.

Важную роль в формировании урожая в таких посевах играет способ посева и норма посева семян [1, 2, 3]. Для этого используют различного рода высевающие

аппараты, работающие с наибольшей эффективностью и минимальным повреждением семян.

К косвенным преимуществам совмещенных посевов можно отнести меньшее уплотнение почвы, экономии горюче-смазочных материалов и сокращение посевных площадей [4-6].

Цель исследования – разработка модернизированного пневматического высевачевого аппарата, повышающего производительность работы агрегата и качество высева семян.

Методика. В статье рассматривается два разных пневматических высевачевого аппарата, один из которых работает на избыточном воздушном потоке, другой – на вакууме. Анализ существующих конструкций высевачевого аппарата показал, что техническое устройство, реализующее совмещенный посев, должно иметь две дозирующие системы, функционирующие в определенной последовательности, и общий сошник, обеспечивающий заделку семян на различной глубине. Исходя из этого, была создана система высева, работающая на избыточном давлении воздушного потока, с использованием которой можно проводить одновременный посев двух-трех культур с размещением семян в почве на глубину, необходимую для каждого вида растений. Такая конструкция была реализована в пневматической сеялке, которую можно использовать для однозернового, совмещенного и гнездового посева семян пропашных, бобовых и кормовых культур. Кроме того, была модернизирована конструкция высевачевого аппарата однозернового пунктирного высева семян под воздействием вакуума.

Основные способы посева кукурузы и ряда других пропашных культур – пунктирный, совмещенный и гнездовой. Исходя из этого необходима разработка высокоэффективной посевной техники, технические требования к которой могут быть сформулированы следующим образом: сеялка должна обеспечивать посев заданного количества семян кукурузы на 1 га в пределах от 20...30 тыс. шт. в засушливых районах до 40...50 тыс. шт. в районах с более обильными осадками и 60...70 тыс. шт. на орошаемых участках; ширина междурядья должна составлять 70...80 см, а в засушливых районах 90...100 см. Она должна обеспечивать высева не только семян кукурузы, но и ряда других возделываемых культур, а также одновременный высева нескольких видов семян при уплотненных посевах (кукурузы с фасолью, кукурузы с кабачками, кукурузы с соей) и внесение минеральных удобрений.

Результаты и обсуждение. Для посева семян различных сельскохозяйственных культур пунктирным, совмещенным и гнездовым способами с соблюдением агротехнических требований была разработана конструкция сеялки с пневматическими высевачевыми аппаратами, действующими на основе избыточного давления воздушного потока (рис. 1).

Высевачевоый аппарат (рис. 2) для совмещенного высева семян состоит из бункера для семян 1, вала 2, дозатора, содержащего три элемента, выполненных в виде высевачевоых дисков 3 с соединительной втулкой 4, и ячеек 5, размещенных на торцевой поверхности.

Пневмовысевачевоый аппарат состоит из патрубков 6 и 7, один из них содержит три сопла, установленных над отверстием диска, второй – подведен к высевачевоому диску с нижней стороны и установлен под углом 10...15° к горизонтальной плоскости. Высевачевоый аппарат по бокам прикрыт крышками 8, а снизу к нему прикреплен полозовидный сошник 9, состоящий из трех частей для каждого высевачевоого диска отдель-

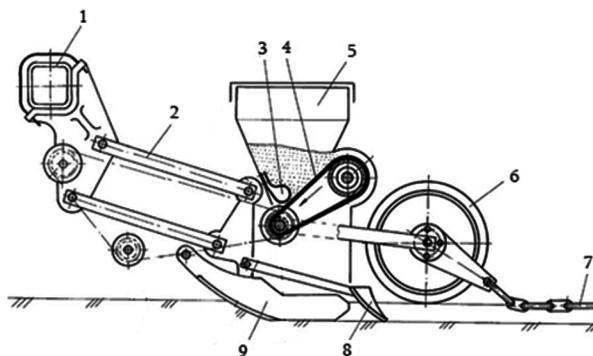


Рис.1. Схема сеялки с пневматическим высевачевоым аппаратом для совмещенного высева семян нескольких культур: 1 – рама сеялки; 2 – параллелограммная подвеска; 3 – заслонка; 4 – цепная передача; 5 – бункер для семян с высевачевоым аппаратом; 6 – прикатывающее колесо; 7 – шлейф; 8 – загортак; 9 – полозовидный сошник.

но. Сошник изготовлен ступенчатым, что позволяет укладывать семена на разную глубину заделки.

Во время работы высевачевоого устройства посевной материал из бункера поступает в ячейки конической формы, которые вместе с заполненными семенами, проходят зону воздушного потока, где происходит выдувание всех семян за исключением одного. Высевачевоые диски вместе с одним оставшимся на дне конической ячейки семенем смещаются к месту его сброса воздушным потоком, поступающим из патрубка 7. После этого семена укладываются на дно борозды, открытой трехступенчатым полозовидным сошником.

Высевачевоый диск и полозовидный сошник выполнены составными. Три составляющих высевачевоого диска связаны между собой прижимной втулкой, элементы полозовидного сошника скреплены болтами. Составляющие элементы высевачевоого диска и сошника равны по ширине и фиксируются с возможностью смещения.

При окружной скорости вращения диска исследуемого пневматического высевачевоого аппарата избыточного давления менее 0,3 м/с вокруг ячейки из-за разрежения скапливается избыточное число семян. Их удаляет воздушный поток поступающий из воздушного сопла, растекаясь по поверхности диска. Если скорость диска больше 0,3 м/с избыток семян не образуется, поскольку

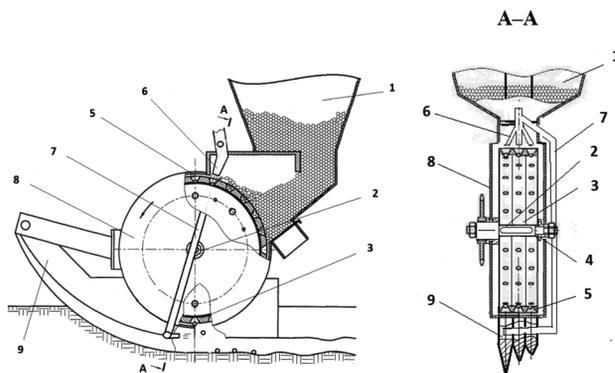


Рис. 2. Пневматический высевачевоый аппарат для совмещенного высева семян нескольких культур: 1 – бункер для семян; 2 – ось; 3 – составной высевачевоый диск; 4 – прижимающая втулка; 5 – ячейка высевачевоого диска; 6 и 7 – патрубки; 8 – крышка высевачевоого аппарата; 9 – составной сошник.

скорость воздушного потока в этом случае возрастает. При этом семя, находящееся в сквозной конической ячейке, не удаляется, так как оно плотно прижато к отверстию дна ячейки.

Для удаления семян и направления их в борозду в нижней части высевающего диска, взамен металлического выталкивателя, применяемого в известных устройствах, установлен патрубок, выдувающий семена сжатым воздухом. Это способствует снижению их повреждаемости и тем самым увеличивает урожайность выращиваемых культур.

Для каждой культуры в лаборатории почвообработывающих и мелиоративных машин ФНАЦ ВИМ определена критическая скорость воздушного потока вытекающего из патрубков 6 (см. рис. 2). Например, для семян кукурузы она равна 18 м/с, сои – 24 м/с. При таких величинах в почве образуется воронка глубиной в 1...2 аксиальных размера зерновки каждой культуры. При скоростях воздушного потока выше критических значений происходит увеличение размеров воронки и перемещение или попадание отдельных зерновок на откосы гнезда. Это может привести к выдуванию семени из ячейки, что уменьшает их количество в рядке и соответственно в дальнейшем снижает урожайность.

Модернизированный пневматический высевающий аппарат вакуумного действия (рис. 3) работает по такому же принципу, что и высевающий аппарат серийно выпускаемой сеялки СУПН-8, но с существенными изменениями в конструкции пневмовысевающей системы. Она обеспечивает принудительное выталкивание, транспортировку и укладку семян на дно борозды с повышенной скоростью, что увеличивает производительность устройства [7, 8, 9].

Высевающий аппарат состоит из корпуса 1, внутри которого имеется камера разрежения 2 и приемная семенная камера 3. На валу 4 с горизонтальной осью вращения размещен высевающий диск 5, на котором выполнены отверстия 6. Кроме того, на валу 4 размещена резиновая ворошилка 7. Вентилятор 8 патрубком 9 связан с камерой разрежения 2. Нагнетающий патрубок 10 разделен на два рукава 11 и 12. Рукав 11 ориентирован по горизонтали относительно продольной оси отверстия 6 в верхней части диска 5. Рукав 12 располагается вертикально в зоне сброса семян в нижней части высевающего диска 5.

Работает устройство следующим образом [10, 11, 12]. В камере 2 при работе вентилятора 8 через патрубок 9 создается разрежение. В результате несколько семян прижимается к отверстию 6 в верхней половине высевающего диска 5. Лишние семена, присосавшиеся вокруг основного, удаляются воздушным потоком с помощью рукава 11, а семя, прижатое к отверстию, вместе с вращающимся высевающим диском перемещается в нижнюю часть высевающего аппарата.

Воздушный поток, подводимый через рукав 12, выдувает семя из отверстия 6 и сообщает ему дополнительную скорость. Это увеличивает скорость перемещения семени, по сравнению со скоростью его свободного падения, что позволяет увеличить угловую скорость вращения диска 5 высевающего аппарата.

В то же время большая разница между скоростью падающего семени и движения сеялки может привести к нарушению схемы посева, увеличению или сокращению количества семян на одном погонном метре. Для снижения неравномерности размещения семян в рядке под высевающим диском под углом 30° к горизонтальной плоскости, который определен экспериментальным путем, установлен дополнительный патрубок 3 (рис. 4).

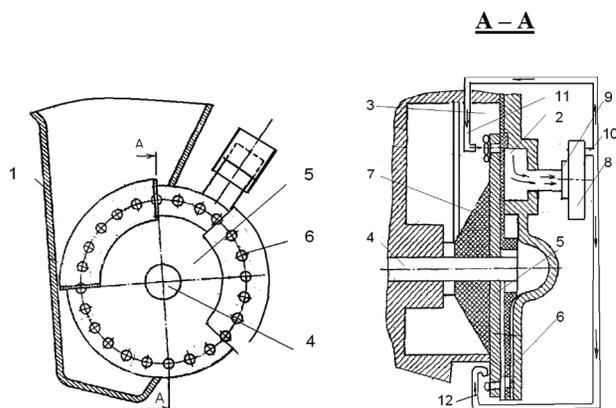


Рис. 3. Макетный образец высевающего аппарата, работающего на вакууме: 1 – бункер для семян; 2 – камера разрежения; 3 – приемная семенная камера; 4 – ось; 5 – высевающий диск; 6 – отверстие; 7 – ворошилка семян; 8 – вентилятор; 9 – патрубок; 10 – нагнетающий патрубок; 11 и 12 – рукава.

Скорость воздушного потока, исходящего из патрубка, равна поступательной скорости сеялки, но противоположна по направлению. При горизонтальной укладке семян в борозду с небольшой высоты (5...7 см) их отскок в момент удара о почву отсутствует, для этого воздушный поток из дополнительного патрубка 3 меняет направления движения семян, вертикально падающих с высоты 10...12 см, переводя его в горизонтальную плоскость и сбивая скорость перемещения семян. Это дает возможность сеялке с экспериментальными высевающими аппаратами двигаться с более высокой скоростью при сохранении качества посева, что способствует росту производительности на 5...7 %.

Разработанный пневматический высевающий аппарат в процессе посева не повреждает семена, так как используется не механическая система удаления семян из ячейки и направления их в борозду, как в серийной СУПН-8, а пневматическая. Доля пустых гнезд в борозде из-за пропусков семян в процессе посева в среднем составляет 8,5...9,0 %, нарушение равномерности распределения семян в ряду – 0,7 %, а повреждение семян при посеве – 0,2 %.

Результаты исследований свидетельствуют, что высевающие системы вакуумного действия обеспечивают

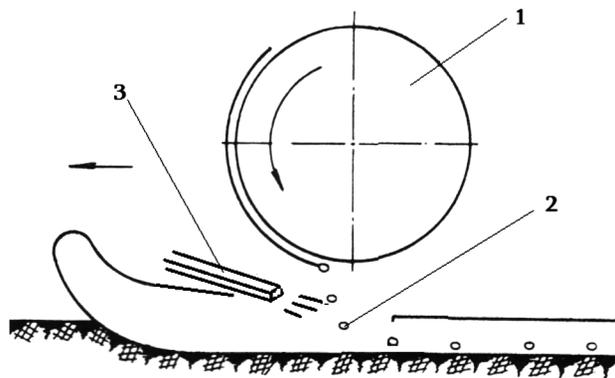


Рис. 4. Схема транспортировки семян в борозду: 1 – высевающий диск; 2 – семя; 3 – дополнительный патрубок под высевающим диском вакуумного высевающего аппарата.

более высокую точность распределения семян вдоль рядка, чем аппараты избыточного давления.

Из анализа проведенных исследований по сравнительной оценке разработанных конструкций высевальных устройств можно заключить, что с увеличением линейной скорости высевального диска качество высева семян аппаратом с избыточным давлением воздуха ухудшается на 0,3...0,5 %. Тем не менее разработанные конструкции высевальных аппаратов обеспечивают соблюдение агротехнических требований при посеве.

Дозирующая система устройства, работающего на вакууме, лучше адаптирована к различным геометрическим параметрам семян и их физико-механическим свойствам. В то же время пневматический высевальный аппарат, работающий на избыточном давлении воздушного потока обеспечивает высева семян пунктирным, совмещенным и гнездовым способами. С экономической точки зрения такие посевы выгоднее, чем одновидовые, благодаря более эффективному использованию пашни, рациональному распределению во времени труда рабочих, максимальному использованию возможностей комплексных сельскохозяйственных машин. Кроме того, высевальные аппараты с избыточным давлением для совмещенного высева семян нескольких культур снижает экологическую нагрузку на окружающую среду и расход горюче-смазочных материалов благодаря сокращению числа проходов агрегата.

Таким образом, разработанное устройство, работающее сжатым воздухом, дает возможность проводить совмещенный посев семян до трех культур с точным размещением их в ряду с заданным чередованием. В случае необходимости высевальное устройство легко перестраивается на одновидовый посев с увеличенной нормой высева.

Удаление лишних присосавших к отверстию семян потоком воздуха в обоих разработанных высевальных аппаратах обеспечивает более низкий уровень механического повреждения семян, по сравнению с существующими аналогами с металлическим выталкивателем.

Модернизированный высевальный аппарат для серийной сеялки СУПН-8, благодаря повышению производительности (на 5...7 %), снижению повреждаемости семян (на 0,2 %) и степени неравномерности пунктирного высева (на 0,7 %) обеспечивает значимое повышение урожайности сельскохозяйственной культуры при меньших расходах семян.

Литература

1. Развитие интенсивных машинных технологий, роботизированной техники, эффективного энергооб-

- спечения и цифровых систем в агропромышленном комплексе / Ю.Ф. Лачуга, А.Ю. Измайлов, Я.П. Лобачевский и др. // *Техника и оборудование для села*. 2019. № 6(266). С.2-8.
2. Ким А.А., Миклашевич В.Л. Пневматический высевальный аппарат точного высева для мелкосеменных культур // *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2016. №2. С. 234-238.
3. Фирсов А.С., Голубев В.В. Результаты исследования параметров и режимов работы дискового пневматического высевального аппарата для льна // *Агротехника и энергообеспечение*. 2016. № 3. С. 43-45.
4. Лобачевский П.Я. Закономерности оптимальной подачи семян аппаратом точного высева // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2003. № 2. С. 20.
5. Экономически эффективный и экологически обоснованный способ уплотненных посевов сельхозкультур / Я.П. Лобачевский, Б.Х. Ахалая, О.А. Сизов и др. // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2015. №6. С.4-8.
6. Экспериментальные исследования по разработке автоматизированной системы регулирования плотности почвы посевной машины / А.С. Дорохов, А.В. Сибирев, А.Г. Аксенов и др. // *Агроинженерия*. 2021. № 2 (102). С. 9-15.
7. Performance comparison of residue management units of no-tillage sowing systems: A review / K. Aikins, L. Diogenes, A. Troy, et al. // *Engineering in Agriculture, Environment and Food*. 2019. Vol. 12. No. 2. P. 181-190.
8. Evaluation of seed dressing dust dispersion from maize sowing machines / P. Balsari, M. Manzone, P. Marucco, et al. // *Crop Protection*. 2013. Vol. 55. No. 7. P. 19-23.
9. Akhalaya B.Kh. A laboratory study of the pneumatic sowing device for dotted and combined crops // *AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*. 2019. Vol. 50. No. 1. P. 57-59.
10. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х. Влияние турбулентного воздушного потока на качество высева семян // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2018. № 1. С. 54-57.
11. Ахалая Б.Х. Модернизация пневматической сеялки // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2011. №1. С.35-36.
12. Пат №126888 РФ. Пневматический высевальный аппарат / Б.Х. Ахалая и др. // *Бюл.* 2015. №30.

Поступила в редакцию 06.07.2022

После доработки 19.08.2022

Принята к публикации 27.09.2022