

УДК 631.33.021.4

ОСОБЕННОСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СЕЯЛОК ТОЧНОГО ВЫСЕВА

Андрей Анатольевич Завражнов¹

кандидат технических наук, доцент,

начальник ИЦ «ИнТех»

nos-inteh@yandex.ru

Андрей Александрович Земляной^{1,2}

кандидат технических наук, доцент,

научный сотрудник

1zemlyanoy1@mail.ru

Борис Сергеевич Мишин^{1,2}

кандидат технических наук, доцент,

младший научный сотрудник

boris.sergeewitch@yandex.ru

¹ Мичуринский государственный аграрный университет

² ФГБНУ Федеральный Научный Центр имени И.В. Мичурина

Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье рассматривается значение пневматических систем в современных сеялках точного высева, а также анализируются их конструктивные особенности, принципы работы и влияние на качество посева. Особое внимание уделено сравнению различных типов пневматических систем, использующих вакуум и избыточное давление, с точки зрения их эффективности, надежности и влияния на процесс высева семян. Также приводится обзор существующих методов повышения точности и производительности посевных машин за счет оптимизации параметров

пневматических систем. В заключение представлены рекомендации по улучшению эксплуатационных характеристик сеялок, обеспечивающих повышение качества посева и снижение затрат на производство сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: пневматическая система, сеялка точного высева, точность посева, эффективность высева.

Введение

Современные агротехнические процессы требуют высокой степени автоматизации и механизации, особенно в условиях интенсивного сельского хозяйства. Одним из ключевых элементов таких процессов является использование сеялок точного высева. Эти машины позволяют точно дозировать количество семян, обеспечивая равномерность распределения растений в ряду и минимизируют затраты на посевной материал. Важным аспектом работы сеялок является использование пневматической системы, которая может работать как на основе вакуума, так и на основе избыточного давления. Данная статья посвящена исследованию значения пневматических систем в процессе работы сеялки точного высева.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью совершенствования технологий посева сельскохозяйственных культур, что позволяет увеличить урожайность и снизить себестоимость производства. Современные требования к качеству посева диктуют необходимость разработки новых решений, направленных на улучшение точности и стабильности работы пневматических сеялок точного высева. Вакуумные системы играют ключевую роль в обеспечении этих требований, однако до сих пор остаются вопросы относительно оптимальных режимов работы и возможных путей повышения их эффективности.

Целью данной статьи является изучение особенностей применения вакуумных и избыточных давлений в пневматических системах сеялок точных высевов, оценка их преимуществ и недостатков, а также определение перспективных направлений для дальнейшего развития данных технологий.

Основная часть

Для понимания принципов работы сеялок точного высева необходимо рассмотреть основные термины и концепции, используемые в данной области.

Система точного высева – это метод посева семян, который обеспечивает точное размещение каждого семени в заданном месте поля с соблюдением

определенного интервала между растениями. Это достигается благодаря использованию специальных механизмов, контролирующих подачу семян и их распределение по бороздам.

Пневматическая система – комплекс устройств, включающий устройство для создания вакуума или давления, систему трубопроводов, клапанов и других компонентов, предназначенный для создания воздушного потока под давлением или разрежением, используемого для перемещения семян внутри высевающего аппарата.

Пневматические высевающие аппараты разделяют на две основных группы по Способу держания семян на высевающем диске – при помощи вакуума (откачка воздуха) и избыточного давления (нагнетание воздуха).

Вакуум – состояние среды, характеризуемое пониженным давлением по отношению к атмосферному. В контексте вакуумных высевающих аппаратов, вакуум используется для удержания семян и транспортировки их из семенной камеры с последующим их сбрасыванием.

Избыточное давление – давление воздуха выше атмосферного, которое создается в системе для удержания семян и транспортировки их из семенной камеры с последующим их высвобождением.

Обзор существующих пневматических систем

Пневматические системы на основе вакуума (вакуумная) рисунок 1.

Принцип работы: Высев семян в данной системе происходит благодаря созданию разрежения в вакуумной камере высевающего диска и присасыванию семян к отверстиям с обратной стороны на вращающемся диске с забором их из семенной камеры, после отсечения вакуума происходит выравнивание давления, когда семя подходит к каналу сошника, оно сбрасывается. Разрежение в вакуумной камере создается вентилятором, входящим в состав полунавесной машины. Нормы высева настраиваются под конкретную культуру за счет изменения передаточного отношения между приводным колесом и высевающим диском за счет многоступенчатой цепной передачи. Изменение

настройки высевающего аппарата под заданную культуру осуществляется с помощью сменных дисков аппарата, имеющих определенное число и размер отверстий по окружности диска для присасывания семян. Так обеспечивается необходимое количество семян на каждый погонный метр при посеве пропашных культур.

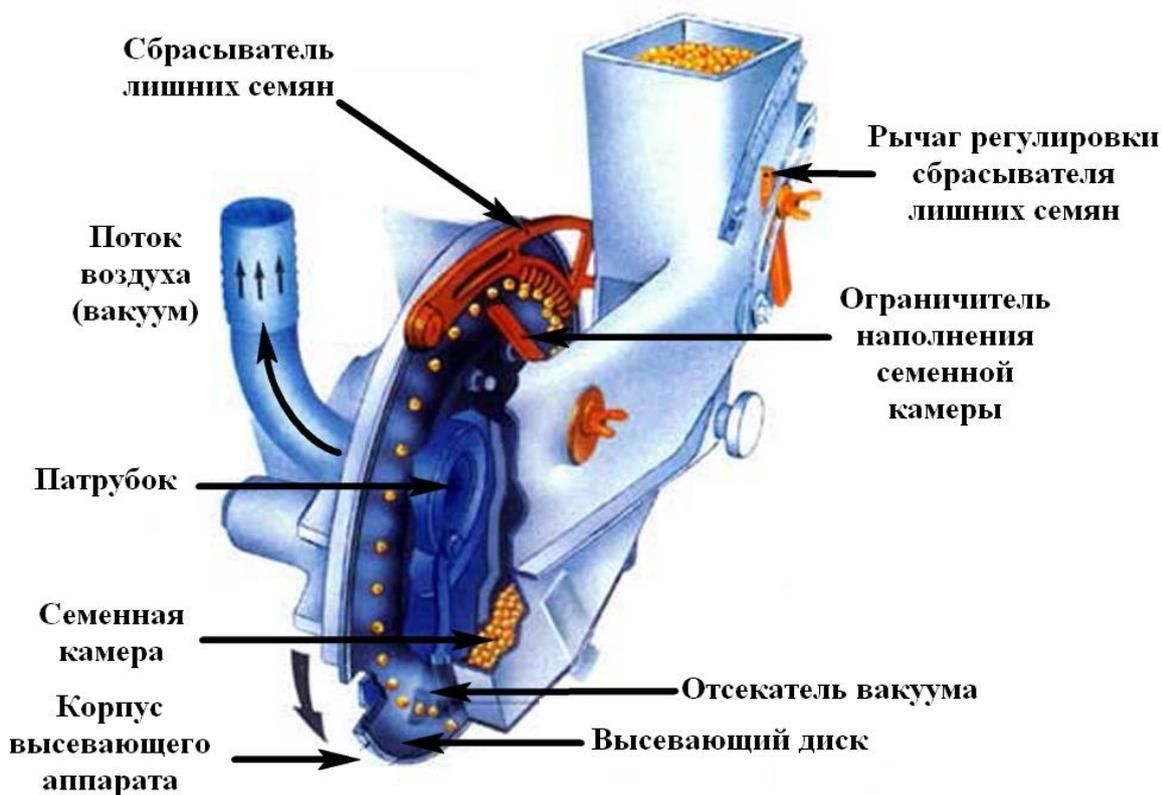


Рисунок 1 – Схема работы вакуумного высевающего аппарата.

Достоинства вакуумного высевающего аппарата:

- высокая точность посева. Благодаря тому, что семена зафиксированы на поверхности, обеспечивается высокая степень контроля над процессом посева;
- возможность использования мелких семян. Вакуумные системы хорошо справляются с мелкими семенами, такими как люцерна или клевер, которые сложно распределить равномерно другими методами;
- низкий уровень повреждений семян. Если высевающий аппарат исправен и не имеет дефектов семена практически не подвергаются механическим воздействиям, риск повреждения минимален.

Недостатки вакуумного высевающего аппарата:

- ограниченная производительность. В связи с необходимостью создания и поддержания вакуума, такие системы имеют ограниченную скорость работы;
- сложность конструкции. Система требует наличия дополнительных компонентов, таких как уплотнители, сбросники лишних семян, вращающийся диск, вентиляторная установка и задвижки, что увеличивает сложность устройства и стоимость обслуживания;
- необходимость точной регулировки и постоянного контроля. Система сброса лишних семян требует постоянного контроля и регулировки в процессе высева, при незначительном изменении настроек в процессе эксплуатации большая вероятность появления пропусков или групповых подач. Вакуумная система требует постоянного поддержания заданного значения, при появлении пульсации или изменения оборотов вентилятора возникает большая вероятность появления пропусков или групповых подач.

В подавляющем большинстве вакуумные высевающие аппараты работают следующим образом: Проходя семенную камеру семена (рисунок 1) присасываются к находящимся в зоне разрежения отверстиям высевающего диска и удерживаются за счет разности давлений с каждой из сторон. При вращении диска семена транспортируются из семенной камеры к месту сброса.

Пневматические системы избыточного давления рисунок 2.

В этой системе воздух нагнетается в зону, где находятся семена, создавая избыточное давление. Высев семян в аппаратах избыточного давления производится за счет того, что семена прижимаются к отверстиям высевающего диска или барабана давлением, создаваемого вентиляторной установкой и потоком воздуха, подаваемого со стороны семенной камеры. Этим же воздухом производится удаление «лишних» семян от дозирующих элементов за счет особой конструкции высевающего диска или барабана, что упрощает конструкцию аппаратов и их настройку.

Принцип работы.

Система работает следующим образом: воздух из зоны, где находятся семена, нагнетается компрессором, создавая тем самым избыточное давление. Семена, находясь в этом пространстве, прижимаются к поверхности со специальными карманами, в которых они расположены, благодаря потоку воздуха, атмосферное давление в этом случае становится ниже нагнетаемого, за счет разности давлений семена удерживаются на отверстиях. Когда требуется сбросить семя, перекрывается клапан, и семена освобождаются из-за прекращения воздействия потока воздуха.

Достоинством высевальных аппаратов избыточного давления являются простота исполнения, отсутствие механических сбрасывателей семян и выталкивателей, возможность работы с некалиброванными семенами

Недостатком данных систем является:

- меньшая точность посева, по сравнению с вакуумными системами, точность посева может быть ниже из-за возможного неравномерного распределения семян под воздействием воздушных потоков;
- повышенный риск повреждения семян. При высоких скоростях движения воздуха существует вероятность механических повреждений семян;
- сложность конструкции, необходимо обеспечить точность направления потока и его усилие.

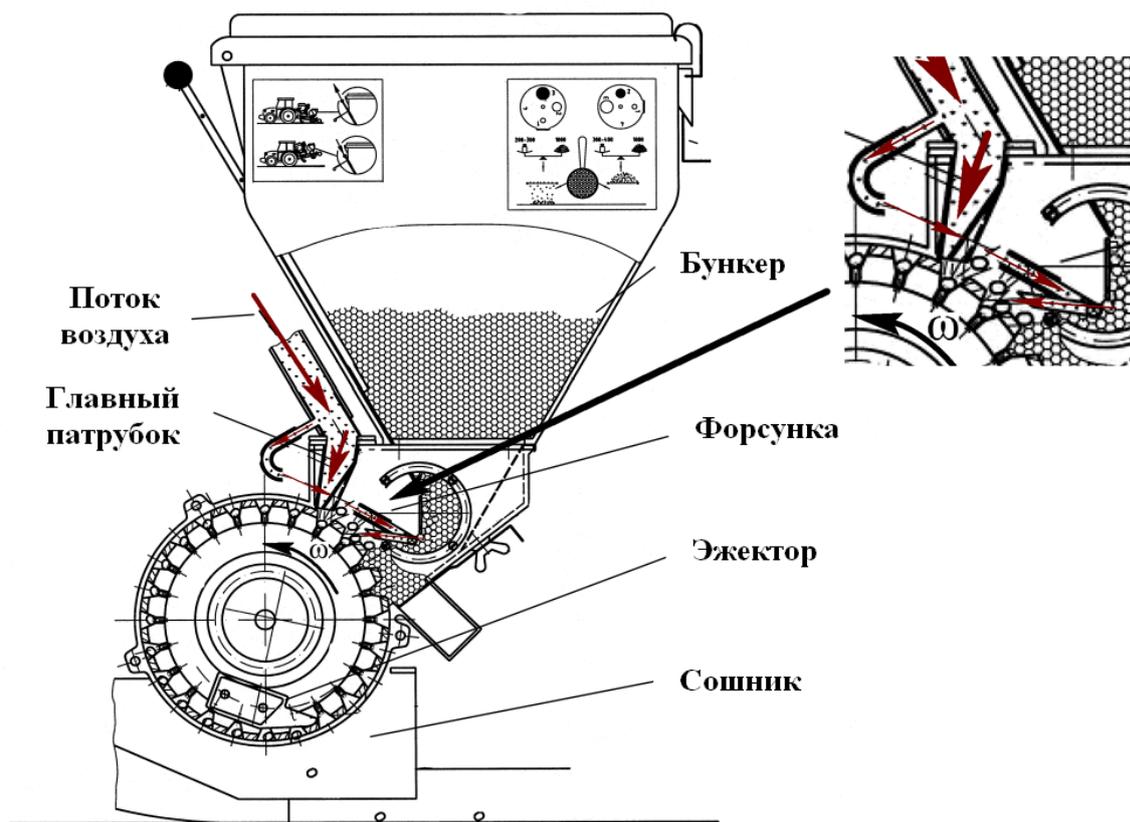


Рисунок 2 – Схема работы высевающего аппарата избыточного давления.

Во время вращения барабан проходит через семенную камеру и заполняется. Когда заполненная ячейка выходит из семенной камеры, излишки семян выдуваются из ячейки с помощью форсунок со сжатым воздухом. В то же время семена, находящиеся в самой глубокой части ячейки, удерживаются проходящим потоком воздуха. Благодаря воронкообразному отверстию ячейки, при различном размере семян удерживается по одному. Воздушный поток нагнетается вентилятором, который создает необходимый объем сжатого воздуха. Вентилятор приводится в действие от ВОМ трактора. При необходимости отчистки отверстия, включается эжектор, который извлекает застрявшие семена застрявшие в отверстиях ячейки.

Пневматическая система может использоваться не только для транспортировки семян по окружности диска, также с помощью потока воздуха доставляют семена по семяпроводу непосредственно под прикатывающий каток, чтобы повысить точность высева и исключить самопроизвольное перемещение семечки при падении, рисунок 3.

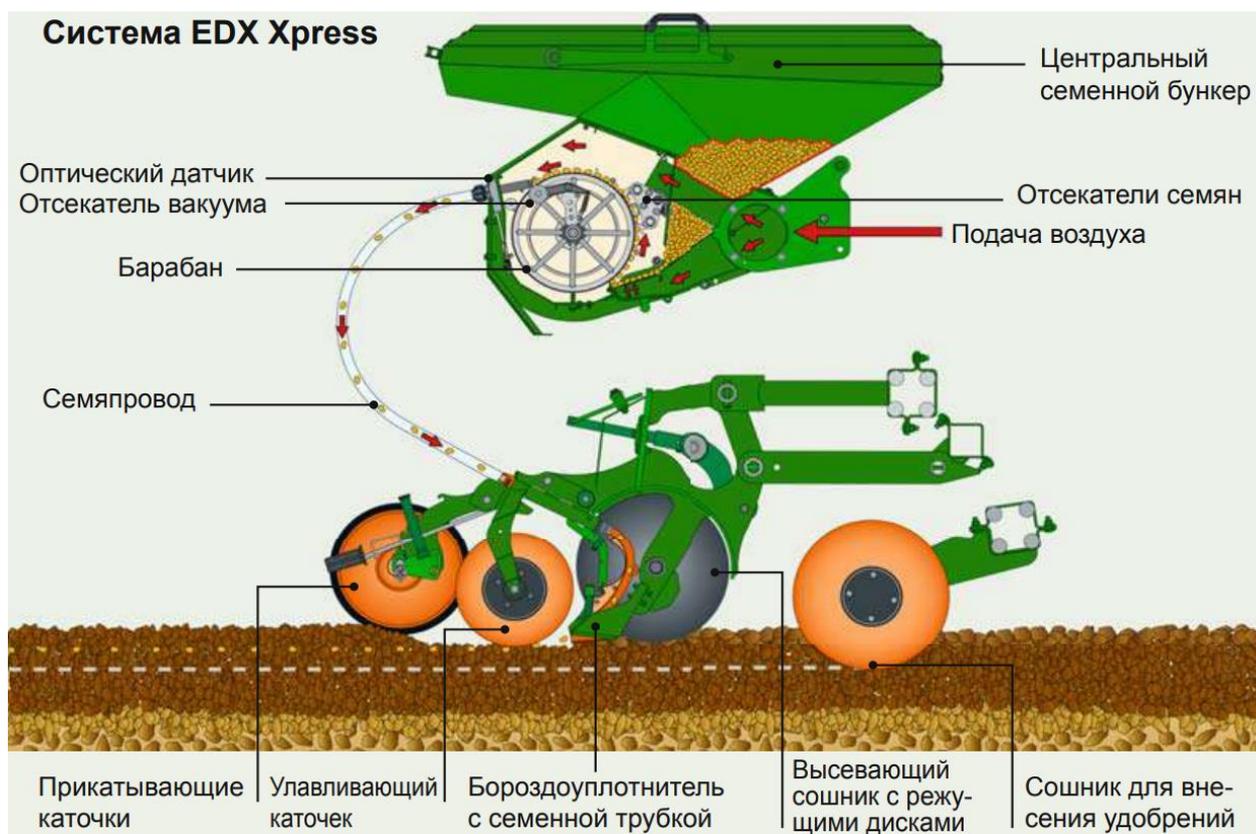


Рисунок 3 – Высевающий аппарат избыточного давления EDX 6000-Т.

Сеялка фирмы «AMAZONE» EDX 6000-Т оснащена системой высева и заделки семян Xpress, которая встроена в модельный ряд сеялок EDX, позволяет добиться производительности на единицу площади на 50% превышающую производительность, существующих сеялок точного высева, без ухудшения качества заделки семян.

Решающим новшеством системы Xpress является модульное разделение высева и заделки семян. Точное пневматическое разделение семян производится на восемь рядов на центральном высеивающем барабане. После разделения семена через шланг под давлением со скоростью потока воздуха направляются в сошник. Там пластиковый приемный диск мягко и без риска повреждения принимает и фиксирует семя на дно борозды. Сошник и диск образуют «приемную систему» Xpress и формирующую прямоугольную форму дна борозды в отличие от клинообразной формы большинства сошников. Диски надежно закрывают бороздки, вбирая почву с края бороздки, что обеспечивает оптимальную заделку семян на любой почве.

Основываясь на изложенном можно сказать, что пневматические системы сеялок разнообразны по способу использования потока воздуха.

Рассмотрим параметры, влияющие на работу сеялок точного высева

Эффективность работы зависит от множества факторов, среди которых основными являются следующие:

1. Скорость вращения диска высевающего аппарата. Скорость вращения влияет на частоту подачи семян и их равномерное распределение по полю. Оптимальная скорость должна обеспечивать достаточное количество семян без перегрузки системы.

2. Давление в пневматической системе. Давление воздуха в системе определяет силу, с которой семена будут удерживаться или перемещаться. Важно подобрать оптимальное давление, чтобы обеспечить стабильную работу системы и избежать излишнего износа деталей.

3. Диаметр отверстий высевающего диска. Размер отверстий высевающего диска определяется типом культуры, а точнее весом и формой семени. Количество отверстий определяется нормой высева т.е. количество семян, проходящих через него за единицу времени.

4. Угол наклона диска высевающего аппарата. С появлением малогабаритных электроприводных систем, появилась возможность изменять положение высевающего аппарата относительно оси вращения диска. Угол наклона диска влияет на траекторию движения семян и, соответственно, на их равномерность распределения. Правильный выбор угла наклона помогает минимизировать потери семян и улучшить качество посева.

Существует несколько подходов к повышению эффективности работы сеялочного оборудования, основанных на использовании вакуумных и избыточных давлений.

1. Использование компрессоров в пневматической системе для создания вакуума и избыточного давления с плавно изменяемыми параметрами для тонкой настройки.

2. Оптимизация параметров пневматической системы и высевающего аппарата.

3. Правильная настройка параметров пневматической системы, включая давление, скорость вращения дисков и угол наклона, позволяет значительно улучшить качество высева. Например, увеличение давления в вакуумной системе может способствовать лучшему удерживанию семян, а уменьшение давления в системе с избыточным давлением позволит снизить риск повреждения семян.

4. Использование комбинированных систем. Комбинированные системы, сочетающие элементы вакуумных и систем с избыточным давлением, могут предложить наилучшие результаты. Например, вакуум может использоваться для удерживания семян на начальном этапе, а затем избыточное давление применяется для их перемещения к месту высадки.

5. Применение современных материалов и покрытий. Использование инновационных материалов и специальных покрытий для поверхностей, контактирующих с семенами, может уменьшить трение и улучшить скольжение семян, что положительно скажется на качестве высева.

6. Автоматизация и контроль. Автоматизированные системы управления позволяют отслеживать и корректировать параметры работы сеялки в реальном времени, что способствует поддержанию высокого уровня точности и производительности.

Заключение

Исследование показало, что вакуумные системы имеют ряд существенных преимуществ перед системами с избыточным давлением в плане точности высева и сохранности семян. Однако они обладают некоторыми недостатками, такими как низкая производительность и сложная конструкция. С другой стороны, системы с избыточным давлением предлагают высокие скорости работы, но уступают в точности и могут повредить семена.

Оптимальным решением представляется комбинирование обоих подходов, что позволит объединить лучшие характеристики каждой из систем. Кроме того, внедрение автоматизированных систем управления и применение современных материалов поможет существенно повысить эффективность процесса высева, снижая при этом затраты на обслуживание и эксплуатацию сеялок.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку новых конструкций пневматических систем, способных еще больше повысить точность и надежность работы сеялочных машин, что будет способствовать увеличению урожайности и снижению производственных расходов в сельском хозяйстве.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Тамбовской области по проекту № МУ2023-02/4 рамках Областного конкурса «Гранты для поддержки прикладных научных исследований молодых ученых в 2023 году».

Список литературы:

1. Оптимизация вакуумных высевающих аппаратов пропашных сеялок: монография / А.Ю. Несмиян и др. // Зерноград. 2013. 176 с.
2. Sowing Geometry of Intertilled Crops / A. A. Zavrazhnov et al. // Russian Agricultural Sciences. 2022. Vol. 48. No. 1. P. 47-56.
3. Ланцев В.Ю., Земляной А.А. Разработка и обоснование методов и режимов ТО и Р специальных машин // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2.
4. Земляной А.А., Ланцев В.Ю. Исследование существующей системы ТО и Р специальных машин // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2.
5. Исследование технических характеристик сеялок точного высева с высевающими аппаратами вакуумно-дискового типа (на примере пропашной сеялки МС-8 производства ПАО «Миллеровосельмаш») / А. А. Завражнов и др. // Наука в центральной России. 2021. № 6 (54). С. 17-29.

6. Исследование функциональных характеристик высевальных аппаратов вакуумно-дискового типа (на примере высевального аппарата сеялки точного высева МС-8 производства ПАО «Миллеровосельмаш») / А. А. Завражнов и др. // Наука в центральной России. 2021. № 6 (54). С. 5-17.

7. Пневмомеханические высевальные системы: монография / А. А. Кем, Е. В. Красильников, М. С. Чекусов, А. П. Шевченко. Омск: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ. 2020. 139 с.

8. Несмиян А.Ю., Асатурян С.В., Должиков В.В. Комплекс машин и орудий для возделывания сельскохозяйственных культур: учебное пособие / Зерноград: Изд-во Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ в г. Зернограде. 2015. 146 с.

9. Дорошин Е.С., Земляной А.А., Мишин Б.С. Выбор вакуумной установки для автономной экспериментальной пропашной высевальной секции // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: материалы Международной научно-практической конференции, Мичуринск-наукоград РФ, 25–27 октября 2023 года. Мичуринск: Изд-во ООО "БИС". 2023. С. 61-67.

10. Земляной А.А., Мишин Б.С., Дорошин Е.С. Современные направления развития высевальных аппаратов сеялок точного высева // Наука и Образование. 2023. Т. 6. № 4.

UDC 631.33.021.4

IMPROVING THE EFFICIENCY OF OPERATION OF PRECISION PNEUMATIC SEEDERS

Andrey An. Zavrazhnov¹

candidate of technical sciences, associate professor,
head of IC "InTech"

noc-inteh@yandex.ru

Andrey Al. Zemlyanoy^{1,2}

candidate of technical sciences, associate professor,

scientific employee

1zemlyanoy1@mail.ru

Boris S. Mishin^{1,2}

candidate of technical sciences, associate professor,

scientific employee

boris.sergeewitch@yandex.ru

¹MichurinskState Agrarian University

²Federal research Center named after I. V. Michurin

Michurinsk, Russia

Annotation. The article discusses the importance of vacuum systems in modern precision seeders, as well as analyzes their design features, principles of operation and impact on the quality of sowing. Special attention is paid to comparing different types of pneumatic systems using vacuum and overpressure in terms of their efficiency, reliability and impact on the seeding process. An overview of existing methods for improving the accuracy and productivity of sowing machines by optimizing the parameters of the vacuum system is also provided. In conclusion, recommendations are presented to improve the operational characteristics of seeders, which ensure an increase in the quality of sowing and reduce the cost of agricultural production.

Keywords: vacuum system, precision seeding drill, pneumatic system, seeds, seeding accuracy, seeding efficiency.

Статья поступила в редакцию 11.11.2024; одобрена после рецензирования 20.12.2024; принята к публикации 25.12.2024.

The article was submitted 11.11.2024; approved after reviewing 20.12.2024; accepted for publication 25.12.2024.