

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ И РАЗВИТИЯ СЕЯЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОСНОВНЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР КИТАЯ

ЛЯН ЭНЬЦЯН, КОНГ ЦЗЯЛИ, В. С. АСТАХОВ, Г. О. ИВАНЧИКОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 12.01.2026)

Производство зерна играет критическую роль в обеспечении национальной безопасности, поскольку оно напрямую влияет на продовольственную независимость страны. В условиях растущего населения и климатических вызовов, таких как засухи и наводнения, посевные работы становятся ключевым элементом сельскохозяйственной деятельности, определяющим урожайность и эффективность использования земель. Зерновая сеялка представляет собой специализированную сеялочную машину, предназначенную для точного посева семян основных зерновых культур, включая пшеницу, рис, кукурузу и ячмень. Она оснащена сеялочным устройством, которое гарантирует соблюдение агротехнических норм: оптимальную глубину заделки семян (обычно 3–5 см в зависимости от почвы), ширину междурядий (15–30 см) и расстояние между растениями в ряду, что минимизирует конкуренцию за ресурсы и повышает всхожесть. Современные модели интегрируют датчики для мониторинга почвы и GPS для точного позиционирования, что особенно актуально в разнообразных агроклиматических зонах Китая.

В данной работе проводится детальный анализ состояния исследований сеялочных устройств для основных зерновых культур Китая. Согласно недавним обзорам, фокус исследований смещается к автоматизации и цифровизации: например, разрабатываются умные сеялки для риса, учитывающие факторы фермерских хозяйств и стимулирующие их внедрение. Университеты и исследовательские институты доминируют в этой области, публикуя тысячи статей по темам от дискретного элементного метода (DEM) в моделировании посева до интеграции ИИ для оптимизации процессов. Рынок сеялок в Китае растет благодаря повышению производительности и простоте использования, с акцентом на экологически чистые модели, снижающие расход семян и удобрений. Кроме того, социализированные услуги по аренде техники способствуют повышению эффективности землепользования, особенно в мелких хозяйствах.

Этот анализ имеет значительную справочную ценность для разработки новых типов сеялочных машин, включая гибридные модели с элементами «умного земледелия», поддерживаемые пятилетним планом Китая по цифровой трансформации сельского хозяйства. Отечественные специалисты и ученые активно исследуют инновационные технологии, такие как CRISPR и TALEN для улучшения семян, новые материалы для износостойких компонентов сеялок и методы, интегрирующие субсидии на технику для повышения зеленой продуктивности зерна. Например, в 2025 году разработано более 400 новых сортов пшеницы с использованием автоматизированных технологий. Эти усилия направлены на ускорение развития отрасли, решение проблем структуры техники и обеспечение устойчивого роста производства, что критично для глобальной продовольственной стабильности. В будущем ожидается интеграция робототехники и больших данных для полностью автономных систем посева, что позволит Китаю укрепить лидерство в агротехнике.

Ключевые слова: зерновые культуры, сеялочное устройство, сеялочный аппарат, пружинный зажим, пневматический.

Grain production plays a critical role in ensuring national security, as it directly impacts the country's food sovereignty. With a growing population and climate challenges such as droughts and floods, seeding is becoming a key element of agricultural activity, determining crop yields and land use efficiency. A grain seeder is a specialized seeding machine designed for precision seeding of major grain crops, including wheat, rice, corn, and barley. It is equipped with a seeding unit that ensures compliance with agricultural practices: optimal seeding depth (usually 3–5 cm depending on soil conditions), row spacing (15–30 cm), and plant spacing within a row, which minimizes competition for resources and improves germination. Modern models integrate soil monitoring sensors and GPS for precise positioning, which is particularly relevant in China's diverse agroclimatic zones.

This paper provides a detailed analysis of the state of research on seeding units for China's major grain crops. Recent reviews indicate that the focus of research is shifting toward automation and digitalization: for example, smart rice seeders are being developed that take farm factors into account and encourage their adoption. Universities and research institutes dominate this field, publishing thousands of papers on topics ranging from the discrete element method (DEM) in seeding modeling to the integration of AI for process optimization. The seed drill market in China is growing due to improved productivity and ease of use, with an emphasis on environmentally friendly models that reduce seed and fertilizer consumption. Furthermore, socialized equipment rental services contribute to improved land use efficiency, especially on small farms.

This analysis provides significant reference value for the development of new types of seed drills, including hybrid models with "smart farming" features, supported by China's five-year plan for the digital transformation of agriculture. Domestic specialists and scientists are actively researching innovative technologies such as CRISPR and TALEN for seed improvement, new materials for wear-resistant seed drill components, and methods integrating equipment subsidies to increase green grain productivity. For example, by 2025, more than 400 new wheat varieties will have been developed using automated technologies. These efforts aim to accelerate industry development, address technology structure issues, and ensure sustainable production growth, which is critical for global food stability. In the future, the integration of robotics and big data for fully autonomous seeding systems is expected, allowing China to strengthen its leadership in agricultural technology.

Key words: grain crops, seed drill, seeder, spring clamp, pneumatic.

Введение

Посев является одним из основных этапов производства сельскохозяйственных культур. Китай является крупнейшей аграрной развивающейся страной в мире, а также одним из крупнейших мировых

рынков сельскохозяйственной техники. В последние годы, с ускорением процесса модернизации сельского хозяйства и всесторонним продвижением стратегии возрождения сельских территорий, рынок сеялок в Китае демонстрирует быстрый рост.

В настоящее время на китайском рынке сеялок представлены несколько основных производителей, таких как Юньнань Цайхун, Чунфэн, Цзянсу Цзинда, Хунань Сосань и другие. Сеялка, как важный компонент современного сельскохозяйственного оборудования, получила широкое применение и развитие как в Китае, так и за рубежом. С развитием науки и технологий эффективность работы, точность и уровень интеллектуализации сеялок постоянно повышаются, что приносит значительную пользу сельскохозяйственному производству.

В нашей стране площадь пашни на душу населения мала, сельскохозяйственная рабочая сила избыточна, а масштабирование земельных угодий на больших территориях достигается с низкой долей, поэтому уровень механизации посева сравнительно невысок. В стране преимущественно используются механические сеялки, выбор которых должен осуществляться с учётом различных почвенных условий и агротехнических требований с возможностью гибкой регулировки.

Исследования в области посевных технологий в нашей стране начались относительно поздно, а технологии точного дозированного высева остаются относительно отсталыми. Из-за различий в масштабах и методах обработки почвы по сравнению с зарубежными странами, зарубежные сеялки не слишком подходят для использования в Китае [1]. В последние годы, опираясь на зарубежные исследования посева и учитывая особенности земельных ресурсов и сельскохозяйственных производителей внутри страны, в Китае также ведутся исследования различных типов малогабаритных сеялок.

Основная часть

В настоящее время сеялочные аппараты в китайских сеялках преимущественно имеют механическую конструкцию, в то время как пневматические сеялочные аппараты применяются значительно реже. Компания Heilongjiang Rongtuo Beifang выпустила сеялку серии 2BJQ с пневматическим посевным аппаратом [2]. Эта сеялка обладает высокой адаптацией к различным культурам и типам почв, а также демонстрирует хорошие посевные характеристики. Для обеспечения более эффективной очистки семян Чжан Лихуа и соавторы [3] разработали пневматический прецизионный сеялочный аппарат, предназначенный для мелко междурядных плотных культур. Данный сеялочный аппарат может применяться для комплексного точечного посева. По результатам полевых испытаний посева был получен высокий индекс качества посева.

Профессор Хоу Цзялинь из Сельскохозяйственного университета Шаньдуна [4] и соавторы на основе модели кинетики семян оптимизировали ключевые параметры сеялочного устройства и разработали пневматическое центробежное комбинированное прецизионное сеялочное устройство. Сеялочное устройство, сочетая принципы пневматического наполнения и центробежной очистки, повысило равномерность распределения семян сеялкой. Эксперименты показали, что при скорости сеялочного диска от 552 до 800 об/мин достигается высокая квалифицированная норма посева.

Продукция кукурузной сеялки модели 2BYF-4A компании «Нонгха-Ха Машинери» представлена на рис. 1. Данная сеялка оснащена сошником с острым угловым профилем, обеспечивающим хорошую проникающую способность в твердой почве. Конструкция компактна, расстояние между посевами регулируется. Посевной элемент оснащён предохранительным штифтом для защиты от перегрузок.



Рис. 1. Сеялка точного высева кукурузы модели 2BYF-4A



Рис. 2. Пневматическая сеялка Fubang

Продукция пневматических сеялок компании Shandong Fubang представлена на рис. 2. Рабочая производительность составляет 1,7–3,4 га/ч, количество рабочих рядов – 6, междурядья регулируются в диапазоне 550–700 мм. Необходим трактор мощностью 120 л. с. и выше. Испытания показали, что

качество посева устойчивое, всхожесть высокая. Данное оборудование прочное и долговечное, легко регулируется, обладает высокой адаптивностью и способно осуществлять посев различных культур.

Сеялка модели 2BYMQF-4 компании Hebei Shenhe Machinery оснащена многорядным устройством внесения удобрений с регулируемой шириной и внешним дисковым механизмом. Норма высева регулируется заменой зубчатых колес, норма внесения удобрений – с помощью винтовой рукоятки.

Пневматическая сеялка Leveo Ms8200 позволяет регулировать междурядья с помощью системы EASY-SET путём вставки и настройки заглушек. Она обеспечивает быструю разгрузку и возврат остатков материалов и семян, что способствует снижению затрат. Регулировка расстояния между рядами и глубины посева отдельных семян осуществляется за счёт настройки колёс коробки передач.

Прецизионная сеялка модели 2BM-2 компании Debang Dawei предназначена для посева в параллельных участках, имеет тягово-подвесную конструкцию и относительно большой вес. Данный вентилятор используется в пневматической сеялке с гидравлическим мотором, обеспечивающим стабильное давление воздуха, что делает его пригодным для посева различных культур. Применение двухсторонней синхронной передачи предотвращает разрушение соломы.

Продукция сеялок Dongfanghong 2BMQZ-2 компании China YTO Group Corporation использует тяговую конструкцию с зажимом пальца. Количество рядов посева – 2, расстояние между рядами и междурядье регулируются. Надёжная конструкция, высокое качество, высокая точность и длительный срок службы. Двухдисковая канальная пружина под давлением увеличивает давление на почву, обеспечивает хорошее сцепление и высокое качество канавки [5].

В настоящее время гидромотор заменил осевой привод, что значительно повысило равномерность посева. Они широко используются в устройствах для прецизионного посева. Типичными зарубежными прецизионными сеялками являются американские сеялки с зажимом пальца, немецкие дисковые сеялки с косыми отверстиями и пневматические прецизионные сеялки. Сеялки, разработанные компаниями Hebei Nonghaaha и Henan Haofeng, используют сеялочное устройство с элементом в форме ложкообразного колеса [7], обеспечивающее высокое качество посева. Сяо Цзяньго и соавторы [8] разработали упрощённую комбинированную вакуумную сеялку, чья эффективность превосходит традиционные механические сеялки, при этом скорость работы выше, а равномерность посева лучше. Однако исследования по пневматическим прецизионным сеялочным устройствам и их практическому применению в производстве остаются ограниченными.

Чжао Цзяле и соавторы из Университета Цзилинь [9] разработали пневматическую двойнодисковую сеялку для сои. Исследование процессов загрузки и посева показало, что при конусной форме всасывающего отверстия посевные характеристики существенно улучшаются. Исследовано влияние скорости посева и скорости воздушного потока на уровень пропусков, выявлены закономерности работы при минимальном уровне пропусков. Ли Чжаодун и соавторы из Аньхойского сельскохозяйственного университета [10] провели оптимизационную конструкцию пневматической сеялки для масличного рапса, направленную на снижение высокого уровня пропусков. Они пришли к выводу, что сеялочное устройство с комбинацией зубьев желоба улучшает посевные характеристики и на основе экспериментов определили конструкцию и эксплуатационные параметры сеялки. Лю Хуаюй и соавторы [11] разработали зубчато-утконосное устройство для лунок просева проса, оптимизировав конструкцию отверстий трубки сбора семян. Цуй Жунцзян и соавторы [12] создали дугообразную зубчато-утконосную чесночную сеялку, способную осуществлять одиночный сбор семян, регулировать направление зубчиков чеснока и процесс вертикальной посадки, эффективно решая проблему посева чеснока.

Чжан Цзяншунь и соавторы разработали многорядную пневматическую сеялку с прецизионным дисковым механизмом для сверххранного риса [13], оптимизировали конструкцию сеялочного устройства, что обеспечило равномерное распределение семян и высокий коэффициент качественной посадки. Чжан Шунь и соавторы создали внутреннее пневматическое сеялочное устройство с изменяемым прямоугольным сечением канала [14], которое соответствует агротехническим требованиям точного посева риса. Голландская компания Lockwood разработала пневматическое сеялочное устройство, которое под действием положительного давления воздушного потока снижает столкновения между картофельными семенами и посевной трубкой, обеспечивая управляемую траекторию движения. Хань Цзяньфэн и соавторы разработали двухрядный широкий ленточный сеятель, сочетающий функции разделения и внесения семян [15], что снизило коэффициенты вариации смещений и поперечной равномерности.

В будущем тенденции развития рынка сеялок в нашей стране будут включать следующие направления: технологическое обновление и развитие интеллектуальных систем. В настоящее время технологии сельскохозяйственной техники в нашей стране значительно усовершенствованы; обновление соответствующих технологий и их интеллектуализация будут способствовать дальнейшему повышению производительности сеялок и ускорению их внедрения. Специализация продукции. В последние годы с быстрым развитием технологий упаковки, посева и разметки в нашей стране потребительский рынок постоянно совершенствуется, а требования к производительности, функциональности, качеству и бренду машинных продуктов становятся более строгими. Таким образом, на рынке будут более востребованы специализированные, многофункциональные и индивидуально настроенные сеялки.

Заключение

Отечественные учёные и предприятия провели обширные исследования пневматических сеялок для кукурузы и разработали несколько моделей сеялок. Тем не менее в конструкции сеялочных аппаратов и параметрах, открывающих борозды устройств, остаётся множество проблем, требующих дальнейших исследований. Большинство машин используют двухточечное или трёхточечное навесное тяговое устройство, что делает оборудование тяжёлым и при полевых работах приводит к уплотнению почвы и повреждению роста растений [6]. Сеялочные аппараты преимущественно выбираются зарубежные высокоточные модели с хорошими эксплуатационными характеристиками, однако это увеличивает стоимость машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сю Янь. Исследование состояния развития автоматизации сельскохозяйственной техники в Китае / Сю Янь // Южная сельскохозяйственная техника. – 2019 (17): 66–68.
2. Научно-исследовательский институт сельскохозяйственного машиностроения провинции Хэйлуцзян. Серия пневматических сеялок точного высева 2VJQ-6/7/8/9/1. Хэйлуцзян: 2011-01-01.
3. Проектирование и испытание пневматического сеялочного аппарата для плотного точного высева / Хань Дандань, Хэ Бинь, Чжоу И [и др.] // Труды Хуачжунского аграрного университета. – 2023 (01): 237–247.
4. Проектирование и испытание пневматического центробежного комбинированного точного сеялочного аппарата для пшеницы / Хоу Цзялинь, Ма Дуаньсю, Ли Хуэй [и др.] // Журнал сельскохозяйственной техники / – 2023 (10): 35–45.
5. Лю Чжоуи. Исследование конструкции и испытаний пневматической прецизионной безотвальной сеялки для кукурузы. Шеньянский сельскохозяйственный университет / Лю Чжоуи. – Шеньян, 2023.
6. Конструкция и испытания сошника пневматической сеялки для китайской капусты / Сунь Синпин, Ли Хуа, Ци Синдан [и др.] // Журнал механизации сельского хозяйства Китая. – 2023, 44(4):17–24.
7. Ци Бин. Исследование конструкции и испытаний центрального коллекторного пневматического сеялочного аппарата точного высева / Ци Бин. – Пекин: Китайский сельскохозяйственный университет, 2014.
8. Сяо Цзяньго. Разработка пневматической прецизионной пшеничной сеялки модели 2BQXJ-12 / Сяо Цзяньго // Сельскохозяйственная техника. – 2014 (19):124–126.
9. Сеялочный аппарат с двойным диском и воздушным всасыванием со смещением для соевых сеялок / Чжао Цзяле, Цзя Хунлэй, Цзянь Синьмин [и др.] // Журнал сельскохозяйственной техники. – 2013, 44(8): 78–83.
10. Оптимизация параметров и испытания пневматического дискового сеялочного аппарата с возмущением почвы для канолы / Ли Чжаодун, Хэ Шунь, Чжун Цзюй [и др.] // Журнал сельскохозяйственной инженерии. – 2021, 37(17): 1–11.
11. Конструкция и испытания сеялочного аппарата с утконосовой формой для посева проса / Лю Хуаюй, И Шуцзюань, Чэнь Тао [и др.] // Исследования механизации сельского хозяйства. – 2024, 46(10): 111–119.
12. Анализ морфологии семенного материала чеснока и исследование урожайных характеристик растений / Ван Сяюй, Цуй Жунцзян, Цзянь Шичун [и др.] // Исследования механизации сельского хозяйства. – 2015, 37(9):5.
13. Чжан Цзяншунь. Проектирование и экспериментальное исследование пневматического устройства для точного посева риса с прямым посевом в лунки / Чжан Цзяншунь. – Чжэцзянский технологический университет, 2023.
14. Проектирование и испытание пневматического барабанного устройства для точного посева риса с прямым посевом / Чжан Шунь, Ся Цзюньфан, Чжоу Юн [и др.] // Труды по сельскохозяйственной инженерии. – 2015, 31(1):9.
15. Оптимизация параметров и испытание пневматического дискового сеялочного аппарата с возмущением для посева рапса в лунки / Ли Чжаодун, Хэ Шунь, Чжун Цзюй [и др.] // Труды по сельскохозяйственной инженерии. – 2021, 37(17):1–11.