УДК 631.331.53

DOI: 10.31563/1684-7628-2018-47-3-113-117

А.С. Фирсов, В.В. Голубев, И.В. Горбачёв, М.В. Никифоров

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕ-ПОСЕВНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ЛЬНА

Ключевые слова: посев; высеваящий аппарат; выравниватель-сошник; пневмотранспортирование; пневматическая система; мелкосеменные культуры; лен; семена.

Введение. Существующие высеваящие аппараты сеялок, а также сошниковые группы для возделывания льна не всегда обеспечивают качество работы, соответствующее агротехническим требованиям: шагу посева, отклонению от средней линии, количеству повреждаемых семян [1]. Актуальным вопросом является создание высокоэффективных конструкций дозирующих устройств, а также комбинированных рабочих органов выравнивателей-сошников для посева мелкосеменных культур, таких, как лен.

Цель работы. В соответствии с поставленной целью – повышение качества посева – на основании анализа научно-технической и патентно-лицензионной литературы [2, 3] разработана новая конструкция комбинированного блочно-модульного агрегата. Основными инновационными рабочими элементами, функционирующими в составе комбинированного агрегата, являются горизонтальный пневматический высеваящий аппарат для льна, конструкция которого защищена патентами РФ на полезную модель № 110589 и изобретение № 2575364 (рисунок 1).

Отдельной подсистемой для формирования почвенного профиля и создания семенного ложа с оптимальными свойствами является выравниватель-сошник. Инновационная конструкция рабочего органа (заявка на патент № 2018111823/13(018361) от 02 апреля 2018 г.) позволяет не только подготовить поверхностный горизонт, но и сформировать бороздку с заданными свой-

ствами на глубине заделки мелкосеменных культур – не более 20,0...22,0 мм.

Принцип работы высеваящего аппарата следующий. Семенной бункер высеваящего аппарата заправляют семенами льна. При вращении высеваящего диска семена попадают к зоне разгрузки. В момент совпадения оси ячейки высеваящего диска с осью высевного окна семена перемещаются в семяпровод, затем подхватываются потоком воздуха и выбрасываются в почву. Равномерное распределение семян в почвенном слое обеспечивается качественной работой выравнивателя-сошника [4], который одновременно заделывает высеваемый материал с одинаковым расстоянием междурядий.

Материалы и методы. Теоретические исследования проведены с использованием системного анализа и синтеза, с учетом положений и методов классической механики и математики, проверки адекватности составленных теоретических и регрессионных моделей с применением программ Mathcad Prime 3.0 и Excel, а также с аспектами теории планирования эксперимента [5].

Результаты и обсуждение. Созданная математическая модель нового высеваящего аппарата позволяет установить его оптимальные параметры и режимы работы: диаметр диска высеваящего аппарата – 600 мм, диаметр ячеек диска – 8 мм. Твердотельная модель высеваящего диска показана на рисунке 2.

Рисунок 1

Пневматический высевальной аппарат:
1 – бункер; 2 – дно с высевными окнами;
3 – семяпроводы; 4 – высевающий диск; 5 – привод

Рисунок 2

Высевающий диск для семян: 1 – корпус высевальной аппарата; 2 – дно бункера; 3 – вал высевальной аппарата; 4 – высевающий диск; 5 – заслонка; 6 – семяпроводы; 7 – высевные окна; 8 – коническая шестерня привода

Рисунок 3

Зависимость шага посева от скорости движения и давления в пневмосистеме сеялки

Рисунок 4

Зависимость коэффициента дробления семян от частоты вращения диска

Анализ графика зависимости шага посева (распределения семян в почвенном рядке) от скорости движения и давления в пневмосистеме сеялки показал, что оптимальное давление в пневмосистеме – 0,13 МПа, частота вращения диска – 65 мин⁻¹. График зависимости показан на рисунке 3.

При проведении испытаний процент повреждения семян на оптимальных режимах работы высевальной аппарата не превысил 0,36 % (рисунки 4).

В результате исследований инновационной посевной системы в составе комбинированного агрегата в лабораторных и полевых условиях шаг посева (распределение семян в почвенном рядке) семян составил 1,4 см, отклонение от средней линии 0,6 см, полевая всхожесть 92,7 % при скорости движения трактора 9 км/ч и фиксированном значении оптимального давления (рисунки 5). У контрольного варианта – сеялки СЗЛ-3,6 – шаг посева (распределение семян в

почвенном рядке) семян составил 1,9 см, отклонение от средней линии 2,1 см, полевая всхожесть 78 %.

Рисунок 5

Зависимость полевой всхожести от скорости движения и давления в пневмосистеме сеялки, %

Рисунок 6

Блочно-модульный комбинированный агрегат БМКА-3,0: 1, 6 – борона ротационная; 2 – вентилятор; 3 – бункер; 4 – привод; 5 – культиваторные лапы; 7 – выравниватель; 8 – сошник

Все полученные значения отклика были проверены на воспроизводимость по критерию Кохрена, адекватность полученных регрессионных уравнений подтверждена сравнением с критерием Фишера, а также выявлены значимые коэффициенты полученного уравнения регрессии по критерию Стьюдента [6, 7].

На основании выполненных теоретических и экспериментальных исследований разработан блочно-модульный комбинированный агрегат БМКА-3,0 (рисунок 6).

Выводы. Применение инновационной почвообрабатывающе-посевной системы при работе комбинированного агрегата позволяет получить прибавку урожайности льносоломой на 3,3 ц/га, льносемян – на 0,55 ц/га в сравнении с контрольным вариантом. Выполненная технико-экономическая оценка в зависимости от комплектации блочно-модульного агрегата за счёт повышения качества предпосевной обработки почвы под лён-долгунец составила: ротационной бороной – 32576,0 руб./га; выравнивающим рабочим органом – 1340,0 руб. га; полного комплекта блочно-модульного адаптера БМКА-3,0 – 40,518,0 руб./га. Предложенные технические средства целесообразно исполь-

зовать при создании перспективной техники для предпосевной обработки почвы, посева льна и других мелкосеменных культур, что подтверждается результатом Государственных испытаний на МИС (Акт № 05-29-09; 9050086).

В качестве рекомендаций производству следует отметить, что при возделывании льна-долгунца, а также других мелкосеменных культур рекомендуется использовать следующие технические средства: на среднесуглинистых – ротационную борону с полозовидным выравнивателем; на тяжёлых почвах – блочно-модульный адаптер в полной комплектации.

Для повышения урожайности льна и других мелкосеменных культур с применением инновационных рабочих органов для предпосевной обработки почвы и посева мелкосеменных культур следует максимально приспособлять их к естественным условиям возделывания с учётом агроландшафтного земледелия, широкого внедрения принципа блочно-модульного проектирования различных технологических агрегатов в сельскохозяйственном производстве в соответствии с предъявляемыми агротехническими требованиями.

Библиографический список

1. Бондаренко, П.А. Агротехническая оценка высевальных устройств [Текст] / П.А. Бондаренко // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 1. С. 49–50.
2. Фирсов, А.С. Анализ конструкций высевальных аппаратов для возделывания сельскохозяйственных культур [Текст] / А.С. Фирсов, В.В. Голубев // Известия Оренбургского ГАУ. 2013. № 4 (42). С. 85–88.
3. Никифоров, М.В. Анализ конструктивных особенностей рабочих органов для выравнивания почвы при посеве мелкосеменных культур [Текст] / М.В. Никифоров, В.В. Голубев,

А.В. Кудрявцев // Конкурентоспособность и инновационная активность АПК регионов. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 6–8 февраля 2018 года. Тверь: ТГСХА, 2018. С. 202–205.

4. Андреев, А.Н. Методика лабораторных исследований выравнивателя [Текст] / М.В. Никифоров, В.В. Голубев, А.Н. Андреев // Конкурентоспособность и инновационная активность АПК регионов. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 6–8 февраля 2018 года. Тверь: ТГСХА, 2018. С. 208–211.

5. Спиридонов, А.А. Планирование эксперимента при исследованиях технологических процессов [Текст] / А.А. Спиридонов. М.: Машиностроение, 1981. 184 с.

6. Хайлис, Г.А. Исследования сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных [Текст] / Г.А. Хайлис, М.М. Ковалев. М.: Колос, 1994. 169 с.

7. Мударисов, С.Г. Результаты полевых испытаний комбинированного сошника [Текст] / С.Г. Мударисов, А.М. Мухаметдинов // В сборнике: Достижения науки – агропромышленному производству (Материалы Международной научно-технической конференции). 2011. С. 171–175.

Сведения об авторах

1. **Фирсов Антон Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 170904, Тверь, ул. Маршала Василевского (Сахарово), д. 7, e-mail: sevenrom777@yandex.ru.

2. **Голубев Вячеслав Викторович**, кандидат технических наук, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 170904, Тверь, ул. Маршала Василевского (Сахарово), д. 7, e-mail: 135slava@mail.ru.

3. **Горбачёв Иван Васильевич**, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева. 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: prgoriv@gmail.com.

4. **Никифоров Максим Викторович**, старший преподаватель, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 170904, Тверь, ул. Маршала Василевского (Сахарово), д. 7, e-mail: mnikiforov@tvgsa.ru.

Технологическая и техническая модернизация отдельных элементов посевных машин, оказывающих определяющее влияние на качество возделывания мелкосеменных культур, в том числе льна-долгунца, позволяет установить направления исследования сложной многоуровневой системы функционирования как высевающего аппарата и комбинированного выравнивателя-сошника, так и в целом сеялок. Решение данной задачи возможно на основе системного подхода путем математического моделирования и проведения соответствующих лабораторных и полевых испытаний. В связи с этим вопросы оптимизации параметров и режимов работы отдельных узлов сеялок, направленных на повышение качества функционирования высева-

ющей системы, снижение энергоемкости процесса, подчеркивают актуальность выбранной тематики. Решаемыми в ходе работы задачами являются: анализ существующих высевающих аппаратов – сеялок для посева семян льна, рабочих органов для выравнивания и заделки семян, математическое моделирование системы «семена – высевающий аппарат – семяпровод – выравниватель – сошник», теоретические исследования основных параметров и режимов работы конструкции, определение качественных показателей работы опытного высевающего аппарата в комбинации с выравнивателем-сошником в лабораторных и полевых условиях, экономическая оценка внедрения результатов производственных испытаний системы.

A. Firsov, V. Golubev, I. Gorbachev, M. Nikiforov

TESTS BASED RESULTS ON TILLAGE AND PLANTING MACHINERY FOR FLAX

Key words: *seeding; seed sowing device; land leveler; pneumatic transportation; pneumatic system; small seeds crops; flax; seeds.*

Authors' personal details

1. **Firsov Anton**, Candidate of technical sciences, assistant professor, Tver State Agricultural Academy. 170904, Tver (Sakharovo), Marshal Vasilevsky St., 7, e-mail: sevenrom777@yandex.ru.

2. **Golubev Vyacheslav**, Candidate of technical sciences, assistant professor, Tver State Agricultural Academy, 170904, Tver (Sakharovo), Marshal Vasilevsky St., 7, e-mail: 135slava@mail.ru.

3. **Gorbachev Ivan**, Corresponding member of the Russian Science Academy, Doctor of agricultural sciences, professor, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 127550, Moscow, Timiryazevskaya St., 49, e-mail: prgoriv@gmail.com.

4. **Nikiforov Maxim**, senior teacher, Tver State Agricultural Academy, 170904, Tver (Sakharovo), Marshal Vasilevsky St., 7, e-mail: mnikiforov@tvgsa.ru.

Technological and technical modernization of separate elements of seeding machinery having a decisive influence on quality of cultivated small-seed crops, including flax, makes it possible to find directions to study a complex multilevel system of functioning, both the sowing device and the combined leveler, and seeders on the whole. The solution of this problem is possible on the basis of the system approach, by mathematical modeling and conducting appropriate laboratory and field tests. In this regard, the optimization of parameters and operating modes of separate seeder units aimed at better quality of the sowing system, reducing the en-

ergy intensity of the process, emphasize the relevance of the selected topics. The paper describes the tasks to be solved: analysis of existing seeders for sowing flax seeds, working organs for seed leveling and seeding, mathematical modeling of the system «seeds – sowing device – seed pipe – leveler – coulter», theoretical studies of the main parameters and operating modes of the construction, finding out qualitative indicators of the operation of the experimental seeder in combination with the leveler – coulter in laboratory and field conditions, economic evaluation of the production test results to be implemented.

© Фирсов А.С., Голубев В.В., Горбачёв И.В., Никифоров М.В.