

КОСАТБЕКОВА ДИНАРА ШАДИЯРБЕКОВНА

Разработка и обоснование параметров сошника зернотукотравяной сеялки и повышение ресурса работы его рабочей поверхности

АННОТАЦИЯ

на диссертационную работу PhD - докторанта Косатбекова Д.Ш. на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072400 – Технологические машины и оборудование

Актуальность исследовательской работы

Проблема деградации пастбищ и обеспечения качественными кормами сельскохозяйственных животных актуальна для всех регионов Казахстана. По культурно-техническому состоянию более 30-35% пастбищ являются закустаренными - 23,5 млн. га, закочкареными - 1,4 млн. га, залесенными - 3,6 млн. га, закаменеными - 4,7 млн. га, затырсованными - 7,7 млн. га, сбитыми - 26,6 млн. га. Деградированные площади пастбищ составляют: в предгорной равнине - 3,8 млн. га, в пустынной зоне - 13,2 млн. га, в лесостепной и степной зонах - 5,6 млн. га. Засоренных сбитых пастбищ числится 8,3 млн. га [1, 2, 3]. Низкая продуктивность кормовых угодий, особенно в неблагоприятные по условию увлажнения годы, не позволяет в достаточном количестве обеспечить имеющееся поголовье сельскохозяйственных животных полноценными кормами. Усугубляет положение отсутствие специальной техники для восстановления и улучшения пастбищ. Отечественная промышленность в настоящее время не выпускает сеялки для посева мелкосеменных культур. Для посева мелкосеменных культур используются неадаптированные для трав зерновые сеялки, которые не могут обеспечить высев с необходимой нормой, вследствие чего возникает значительный перерасход семян. К тому же при посеве под покровные культуры и в дернину сошники сеялок подвергаются интенсивному износу из-за плотности почвенно-травяного покрова и имеют короткий срок эксплуатации.

Наличие необходимого набора сельскохозяйственной техники – основное условие конкурентоспособного развития АПК РК. На сегодня в республике имеются 149,8 тысячи тракторов, 38 тысяч комбайнов, 4,9 тысячи посевных комплексов и 76,3 тысячи сеялок, а также порядка 219 тысяч единиц различных почвообрабатывающих орудий. Так, по данным Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, средний износ машинно-тракторного парка составляет порядка 80%. Доля крайне изношенных основных видов сельхозтехники (старше 15 лет) составляет: тракторов - 79%, комбайнов - 54%, сеялок - 86%, жаток - 63%. При требуемом технологическом уровне обновления $10 \div 12,5\%$ в год на сегодняшний день обновление происходит лишь в пределах $1 \div 3\%$. Использование устаревшего оборудования приводит к увеличению затрат на топливо на 20% и снижению производства на 14%[1-2].

В настоящее время востребованными являются исследования по разработке и формированию Системы машин для пастбищного животноводства, по которому МСХ РК принято ряд решений о возрождении отрасли на новом уровне. Значимость исследований заключается в необходимости принятия стратегических научно-обоснованных решений по ряду ключевых проблем, как внедрение инновационных технологий и техники для восстановления деградированных пастбищ, повышения продуктивности сенокосов, применения информационных технологий для контроля и управления процессами пастбищного животноводства, т.е. сельское хозяйство нуждается в разработке современной, научно-обоснованной системы технологий и машин, отвечающей мировому уровню.

Следовательно, разработка технологии восстановления и улучшения лугов и пастбищ и технических средств для восстановления сбитых пастбищ, освоения и трансформирования выведенных из сельскохозяйственного оборота залежных земель и улучшения продуктивности старо возрастных посевов многолетних трав является важнейшей проблемой, стоящей перед АПК РК.

Работа выполнена в рамках реализации проекта №АР05134800 «Разработка автоматизированной зернотукотравяной сеялки для дифференцированного прямого посева сельскохозяйственных культур под покровные культуры и в дернину с одновременным внесением минеральных удобрений» по гранту Комитета науки МОН РК.

Цель исследования

Повышение качества посева и ресурсов работы сеялки путем обоснования конструктивной схемы и рациональных параметров сошника для прямого посева сельскохозяйственных культур под покровные культуры и в дернину.

Задачи исследования:

- исследовать технологический процесс и определить факторы, влияющие на качество прямого посева под покровные культуры и в дернину, ресурс работы и обосновать конструктивно-технологическую схему сошника;
- теоретически и экспериментально обосновать рациональные конструктивные и технологические параметры сошника;
- обосновать оптимальные параметры режима наплавки поверхности долота сошника и исследовать ресурс работы упроченного долота зернотукотравяной сеялки;
- проверить в производственных условиях работоспособность сошника для прямого посева сельскохозяйственных культур под покровные культуры и в дернину и дать технико-экономическую оценку эффективности его применения.

Объект исследования – технологические процессы прямого посева сельскохозяйственных культур в дернину и упрочнения рабочей поверхности долота сошника зернотукотравяной сеялки.

Предмет исследования – закономерности влияния конструктивных и технологических параметров сошника на качество посева и свойств покрытий на ресурсы работы сошника.

Методика исследования

1. Теоретические исследования были проведены с применением основных положений классической и земледельческой механики, трибологии, технологии машиностроения и материаловедения и технологии металлов.

2. Математические и компьютерные моделирования были выполнены на базе лабораторий кафедры «Технологические машины и оборудование» КАТИУ им. С.Сейфуллина. Планирование экспериментов были проведены по программе центрального композиционного ротатабельного планирования второго порядка по методу Бокс-Уилсона и получены полиномы второй степени, описывающие область оптимума. Значения факторов и функции желательности были определены в промышленном эксперименте (DOE) в программе Statistica 10 и Statistical Analysis Software (SAS) (SAS Institute, Cary, NC 27513, USA). Графики зависимости и наиболее оптимальные значения факторов получены по методу Бокс-Бенкена.

3. Установленные параметры и износ рабочего органа зернотукотравяной сеялки были обоснованы компьютерным моделированием в программах SOLIDWORKS и ANSYS конечно-элементным методом (FEM), а также в программе LS-DYNA методом SPH.

4. Упрочнение образцов, макро-и микроструктурные исследования были выполнены на базе лабораторий кафедры «Технологические машины и оборудование» КАТИУ им.С.Сейфуллина.Использованные методы повышения износостойкости: наплавка твердосплавными электродами Т590 и ЦС-1 дуговой сваркой ВДМ-2х313 УЗ; ТВЧ-нагрев долот под закалку в электропечи камерной лабораторной модели СНОЛ 12/12-В.Состояние изношенных поверхностных слоев долот сошников на предмет наличия в них дефектов изучалось ультразвуковым дефектоскопом модели А1212 MASTER. Для микроструктурного анализа был применен микроскоп Биомед ММР-1 и для определения твердости исследуемых поверхностей был использован твердомер МЕТ У1.

5. Полевые испытания серийно изготовленных и упрочненных образцов долот сошников проводились в посевные весенние кампании 2019-2020 годов в почвенно-климатических условиях Акмолинской области Казахстана по чернозему обыкновенному (влажностью 25 – 45 %, засоренность почвы камнями со средним диаметром 0,050 м составляла 0,6 – 1,5 шт/м²) при посеве вики посевной (яровой), клевера ползучего и люцерны на машинно-тракторном агрегате в составе колесного трактора тягового класса 2 + сеялка зернотукотравяная.

б. Лабораторные исследования проведены в почвенном канале для определения тягового сопротивления рабочего органа зернотукотравяной сеялки. Для определения влажности почвы был использован прибор Т-350 Aquaterr и для плотности почвы –плотномер марки Wile (ASAES313.3).

Научная новизна:

- обоснованы технологические и конструктивные параметры сошника для прямого посева сельскохозяйственных культур под покровные культуры и в дернину;
- выявлены закономерности взаимодействия экспериментального образца заделывающего рабочего органа с почвой;
- получена зависимость тягового сопротивления сошника от параметров обрабатываемого слоя почвы и её физико-механических характеристик, поступательной скорости рабочего органа и углов его установки, раствора и трения;
- обоснованы оптимальные параметры режима наплавки поверхности долота сошника.

Основные положения, выносимые на защиту:

- конструкционно-технологическая схема экспериментального образца сошника зернотукотравяной сеялки;
- теоретическая зависимость тягового сопротивления сошника от его конструктивно-технологических параметров и характеристик почвы;
- уравнение зависимости твердости наплавленного слоя от конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов, уравнения зависимостей толщины наплавленного слоя и припуска на механическую обработку от режимов наплавки;
- модели распределения унитарных напряжений на долоте сошника и в почве, износа рабочей части.

Практическая значимость заключается в проектировании конструкции зернотукотравяной сеялки и подготовка его макетных и экспериментальных образцов, определении оптимальных конструктивных параметров сошника, оптимальных значений режимов наплавки для увеличения ресурса работы долота, разработке методики исследования абразивного износа долота в специальных компьютерных программах. Машиностроительные предприятия чертежи сеялки переданы в машиностроительную компанию ТОО «AGRITECH-KATU» с целью внедрения и дальнейшей коммерциализации. В ТОО «Целинсельмаш Астана» внедрены рекомендации по выбору поверхности рабочей поверхности для повышения износостойкости, способу упрочнения и увеличения рабочего запаса зернотукотравяной сеялки.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов результатов подтверждается корректностью постановки задачи, адекватностью теоретических и экспериментальных исследований. Получены

патенты Республики Казахстан (РК, №34241 и №34242) и Евразийского патентного ведомства на конструкцию зернотукотравяной сеялки (№38584).

Выполнение работы

Научно-исследовательские работы по диссертации выполнены в рамках грантовой темы №АР05134800 «Разработка автоматизированной зернотукотравяной сеялки для дифференцированного прямого посева сельскохозяйственных культур под покровные культуры и в дернину с одновременным внесением минеральных удобрений». Результаты диссертационной работы внедрены в АО «Акмола-Феникс» Целиноградского района Акмолинской области (2020) и ТОО «Целинсельмаш-Астана» (г. Астана, 2024г.).

Личный вклад автора состоит в постановке задач и разработке методики исследования; разработке конструкций и подготовке макетных и экспериментальных образцов зернотукотравяной сеялки, определении оптимальных параметров долота сошника и метода его упрочнения, планировании и проведении экспериментальных исследований долота сошника зернотукотравяной сеялки с оптимальными параметрами на распределение унитарных напряжений и на износ рабочей части.

Апробация работы

Основные положения докторской диссертации докладывались и обсуждались на:

- научно-практической конференции молодых ученых «Вклад молодых ученых в инновационные технологии для АПК» (Шортанды, 2019);
- международном конгрессе «VII International scientific congress. Agricultural machinery 2019» (Burgas, Bulgaria, 2019);
- международной научно-практической конференции «Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве» (г. Минск, 2020г.);
- республиканских и международных научно-теоретических конференциях «Сейфуллинские чтения» (2018, 2021);
- заседании кафедры ТМО НАО "Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина" (2023 г.);
- Совете факультета "Технический сервис в АПК" Белорусского государственного аграрного технического университета (г. Минск, Республика Беларусь, 2020 г.).

Публикации

По результатам докторской диссертации опубликовано 17 работ на русском, казахском и английском языках, в том числе: 2 статьи в международном научном издании, по данным базы Clarivate или входящем в базу Scopus, 5 статей в изданиях, рекомендованных Комитетом

пообеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, 1 статья в базе РИНЦ. Доклады представленной работы были рассмотрены на 6 международных и республиканских конференциях. Получены 2 патента РК на изобретение, 1 Евразийский патент.

Объем и структура работы

Докторская диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения, изложенных на 175 страницах машинописного текста, которые поясняются 92 рисунками, 30 таблицами, списком литературы из 134 наименований, 6 приложениями.

Оценка полноты решений поставленных задач

По итогам диссертационной работы можно считать, что цели и задачи достигнуты:

1. Технологический процесс посева исследован и определены факторы, влияющие на качество прямого посева под покровные культуры и в дернину, ресурс работы и обоснована конструктивно-технологическая схема сошника.

2. Теоретически и экспериментально обоснованы рациональные конструктивные и технологические параметры сошника. Конструкция зернотукотравяной сеялки утверждена патентами Республики Казахстан (№34241 и №34242) и Евразийской патентной организации (№38584).

3. Обоснованы оптимальные параметры режима наплавки поверхности долота сошника и исследован ресурс работы упрочненного долота зернотукотравяной сеялки;

4. Проверена в производственных условиях работоспособность сошника для прямого посева сельскохозяйственных культур под покровные культуры и в дернину и дана технико-экономическая оценка эффективности его применения.