

Отзыв

официального оппонента, доктора технических наук, Аксенова Александра Геннадьевича о диссертационной работе Белозеровой Светланы Владимировны «Обоснование конструктивно-технологических параметров установки для обработки семенного материала злаковых культур в электромагнитном поле сверхвысокой частоты», представленной в диссертационный совет 72.2.016.02 при ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

1 Актуальность темы диссертации

В соответствии со Стратегией развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года на сегодняшний день значимым для обеспечения продовольственной безопасности является снижения зависимости от импорта в семенном, генетическом и посадочном материале за счет апробирования и внедрения в агропромышленный комплекс передовых технологий. При этом одной из задач Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы является снижение токсической нагрузки на агроценозы за счет полного исключения химических обработок и получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции и сырья для переработки.

Целью высокоэффективного производства зерновых культур является достижение максимальных урожаев требуемого качества при минимальных затратах. Этого можно добиться применением технологии обработки семенного материала на основе электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Однако технические средства, в полной мере отвечающие агротехническим требованиям на эту операцию, отсутствуют. Основной проблемой в их разработке является равномерность нагрева, в результате имеется большое разнообразие конструкций машин, удовлетворительно работающих на отдельных сортах, но не адаптивные к существующему изменению форм и размеров зерен.

В связи с этим, актуальной проблемой является разработка технических средств для обработки зерновых культур в электромагнитном поле сверхвысокой частоты, представленная в диссертационной работе Белозеровой Светланы Владимировны.

2 Структура диссертации и оценка содержания диссертации в целом

Диссертация состоит из введения; пяти разделов; заключения; списка литературы, включающего 167 наименований и приложения на 13 страницах. Диссертация изложена на 152 страницах, содержит 22 таблицы и 62 рисунка.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель исследования, задачи и основные положения, выносимые на защиту диссертационной работы.

В первой главе «Состояние вопроса обработки зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ)» рассмотрены способы предпосевной обработки семян. Проведен анализ способов и конструктивно-технологических схем технических средств для СВЧ-обработки семенного и фуражного зерна, теоретических исследований по проблеме обработки семян зерновых культур в электромагнитном поле СВЧ диапазона, который позволяет обосновать принятие решения о выборе конструктивной схемы установки для СВЧ-обработки зерна в зависимости от поставленной задачи.

Во второй главе «Теоретические исследования движения зернового материала по вибрирующему вогнутому желобу» приведено обоснование теоретического расчета, результаты теоретических исследований процесса движения зерновки по поверхности желоба вибротранспортера. Для автоматизации расчета разработана компьютерная программа «Моделирование траектории движения частицы по цилиндрической вибрирующей поверхности». Для предварительного поиска диапазона варьирования параметров в ходе проведения экспериментальной части исследования представлены результаты моделирования движения частицы по поверхности желоба.

В третьей главе «Программа и методика экспериментальных исследований» описана программа и методика экспериментальных исследований, которые включали в себя лабораторные и лабораторно-

полевые исследования разработанного технического средства. В главе также приведено описание экспериментальной установки, приборов и оборудования.

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований» приведено обоснование обработки семян зерновых культур СВЧ-излучением в псевдооживленном слое, исследование влияния конструктивно-технологических параметров вибротранспортера на время движения зернового слоя. По результатам обработки опытных данных получены оптимальные конструктивно-технологические параметры установки при достижении максимальной пропускной способности и обеспечении среднего времени облучения зернового материала в течение 15 секунд. Представлены результаты полевых исследований установки предпосевной СВЧ-обработки семенного зерна в соответствии с методикой полевого опыта на полях ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА Вологодской области в 2021-2024 гг.

В пятой главе «Результаты производственных испытаний и технико-экономическая оценка установки для предпосевной обработки зерна» представлены результаты оценки разработанного технического средства в производственных условиях, определение экономических показателей СВЧ-обработки семян, показателей ресурсосбережения, экономическая оценка альтернативного варианта предпосевной обработки зерна.

3 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Разработкой технологий обработки зерновых культур в электромагнитном поле сверхвысокой частоты в разное время занимались А.А. Бабенко, А.А. Белов, М.В. Белов, Д.А. Будников, А.Н. Васильев, А.А. Васильев, С.В. Вендин, И.Р. Ганеев, А.С. Казакова, Ф.А. Киприянов, А.В. Лыков, Г.А. Максимов, А.Н. Малахов, С.В. Некрутман, В.И. Пахомов, Г. Пюшнер, И.А. Рогов, П.А. Савиных, Г.В. Степанчук и др. Данные ученые внесли значительный вклад в изучение вопроса применения СВЧ-нагрева в сельском хозяйстве, детального представления о механизме действия электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Но существующее разнообразие конструктивно-технологических схем машин не в полной мере обеспечивает эффективную предпосевную обработку при производстве

зерновых культур. Кроме того, результаты известных теоретических и экспериментальных исследований обработки семенного материала злаковых культур в ЭМП СВЧ не могут быть непосредственно применены при разработке машин, ввиду разнообразия зерновых культур с различиями в размерно-формовых характеристиках.

На защиту автором выносятся следующие положения:

- конструктивно-технологическая схема установки для предпосевной обработки зерна в электромагнитном поле СВЧ-диапазона;
- математическая модель движения частиц по транспортирующему желобу установки в зависимости от геометрических параметров и кинематических режимов его работы;
- рациональные конструктивные и технологические параметры транспортирующего устройства установки для предпосевной обработки зерна, обеспечивающие равномерное облучение семенного материала;
- технико-экономическая и энергетическая эффективность работы установки.

Диссертационная работа содержит пять выводов.

Первый вывод сообщает, что разработана конструктивно-технологическая схема установки для предпосевной обработки зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты, позволяющая обрабатывать зерновой материала в псевдооживленном слое.

Он отвечает на первую цель исследования и имеет техническую новизну (патент на изобретение № 2754444).

Второй вывод информирует, что получена математическая модель движения частицы зернового материала по цилиндрической поверхности желоба вибротранспортера в зависимости от его конструктивно-технологических параметров, позволяющая по исходным данным рассчитать траекторию движения как отдельной зерновки, так и слоя обрабатываемого материала.

Второй вывод отвечает на вторую задачу исследования и имеет техническую новизну (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2023615207).

Третий вывод описывает экспериментально установленные рациональные конструктивно-технологические параметры установки для предпосевной обработки зерна в электромагнитном поле СВЧ: угол между

грузами эксцентриками 150° (эксцентриситет 3,92 мм), угол наклона лежа / дна транспортера 7° , частота вращения вала дисбалансного механизма $2940 \pm 30 \text{ мин}^{-1}$ (частота тока электродвигателя дисбалансного механизма 50 Гц).

Данный вывод соответствует третьей задаче исследования, получен на основе теоретических и экспериментальных исследований разработанного технического средства для обработки зерновых культур.

Четвертый вывод содержит результаты производственно-полевых исследований разработанного и изготовленного опытного образца установки для предпосевной СВЧ-обработки зерна: повышение урожайности на 3,2... 6,3 ц/га, снижение уровня зараженности семенного материала с 33–38% до 8–9%.

Достоверность вывода подтверждается справкой о результатах работы на опытном поле, актом производственных испытаний и актом о внедрении.

Пятый вывод сообщает о результатах технико-экономической и энергетической оценки экономической эффективности опытной установки: дополнительный ежегодный доход составит 372 тыс. рублей при сроке реализации проекта 0,98 года.

Вывод отвечает на четвертую задачу исследования, основан на результатах лабораторных и производственных испытаний, содержит новые сведения, подтвержден расчетами, выполненными по типовой методике.

4 Замечания по диссертационной работе

1. В первой главе целесообразно было бы рассмотреть серийно выпускаемые предприятиями установки на основе микроволновой энергии, для обработки семян зерновых культур и больше внимания уделить недостаткам существующих решений.

2. Учитывалось ли при моделировании в главе 2 форма и размер зерновок и их влияние на скорость движения зернового материала и формирование псевдооживленного слоя?

3. В главе 2 следовало бы рассмотреть согласованную работу вибрационного транспортера и источника электромагнитного поля СВЧ.

4. В подразделе 2.2 не указаны принятые условия и допущения рассматриваемого процесса транспортирования семян.

5. Следовало указать, что конкретно в работе измерялось представленными приборами в подразделе 3.3.

6. Представленные графические изображения экспериментального образца и установки, не позволяют увидеть все исследуемые факторы, например зазор выгрузного окна, что делает невозможным оценку правильности выбора данного фактора.

7. В работе не приведены исследования по выбору режимов облучения СВЧ установкой.

8. Следует пояснить, как оценивалась равномерность облучения семян по всему слою?

9. Как образом оценивалась достоверность полученных данных в разделе 4.1.1, с учетом погрешностей измерений?

10. Оптимизация исследуемых факторов по критерию «Пропускная способность», была избыточна, так как он на прямую зависит от критерия «Среднее время облучения», который является лимитирующим и равен 15 с и его определение было необходимым и достаточным.

5 Значимость результатов исследований для науки и практики

– Теоретические и экспериментальные зависимости для разработки и изготовления технических средств для СВЧ-обработки зерновых культур.

– Компьютерная программа «Моделирование траектории движения частицы по цилиндрической вибрирующей поверхности», которая может быть применена для проектирования технологических линий и оборудования, например, предпосевной обработки зерна токами сверхвысокой частоты.

– Разработанная и изготовленная в ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА (г. Вологда) установка для предпосевной СВЧ-обработки семенного зерна, прошедшая производственную проверку в ООО «Зазеркалье» и СПК «Колхоз Андога» (Вологодской области).

– Результаты теоретических и экспериментальных исследований, внедренные в учебный процесс ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

6 Освещение основных результатов работы в печати о соответствии содержания автореферата основным положениям диссертации

Основные положения диссертации достаточно полно были доложены и одобрены на международных и всероссийских научно-практических конференциях с 2022..2025 гг., а также использовались при выполнении научно-исследовательских тем.

По теме данной диссертации опубликовано 17 печатных работ, в том числе 2 статьи в журналах, индексируемых в Scopus; 7 статей опубликованы в изданиях, указанных в «Перечне рецензируемых научных изданий ВАК» и 6 статей без соавторов. Получен 1 патент на изобретение. Общий объем публикаций составляет 9,6 печатных листов, в том числе личный вклад автора данной диссертации – 6,7 печатных листа.

Диссертация и автореферат оформлены согласно ГОСТ Р 7.0.77–0011 в соответствии с требованиями ВАК РФ к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук.

Автореферат достаточно полно показывает структуру диссертационной работы и изложенный материал, содержит основные положения и новые научные результаты.

Заключение

Диссертационная работы, представленная в диссертационный совет 72.2.016.02 при ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса, Белозеровой Светланы Владимировны «Обоснование конструктивно-технологических параметров установки для обработки семенного материала злаковых культур в электромагнитном поле сверхвысокой частоты» является завершенным научным трудом, обосновывающим техническое решение по созданию установки для обработки семенного материала злаковых культур в электромагнитном поле сверхвысокой частоты.

Научно-квалификационная работа отвечает «Положению о присуждении ученых степеней» по критериям пунктов 9-14 по отношению к кандидатским диссертациям, ее автор, Белозерова Светлана Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по

специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент
доктор технических наук,
главный научный сотрудник лаборатории
машинных технологий возделывания и уборки
картофеля и корнеплодов,
ФГБНУ «Федеральный научный
агроинженерный центр ВИМ»

Аксенов
Александр Геннадьевич

«24» 09 2025 г.

Место работы и должность оппонента Аксенова Александра Геннадьевича
Место работы: ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр
ВИМ»

Адрес работы: 109428, РФ, г. Москва, 1-й Институтский проезд, дом 5

Тел. +79684578077; e-mail: 1053vim@mail.ru

Должность: главный научный сотрудник лаборатории машинных технологий
возделывания и уборки картофеля и корнеплодов

Специальность, по которой защищена диссертация, год: 05.20.01 –
Технологии и средства механизации сельского хозяйства, 2021 г.

Подпись, ученую степень Аксенова Александра
Геннадьевича заверяю заместителем директора
ФГБНУ ФНАУ ВИМ



А.В. Соколов
24.09.2025

вх. 21.10.2025г.