

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры технического сервиса Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ) Шахова Владимира Александровича на диссертационную работу Моргуновой Натальи Львовны на тему «Повышение эффективности технологий и технических средств обработки продукции растениеводства с ультразвуковой интенсификацией процесса», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса в диссертационный совет Д 35.2.035.03, созданный на базе ФГБОУ ВО «Вавиловский университет»

1. Актуальность темы диссертационной работы для АПК

В настоящее время, зерновые, масличные и бобовые культуры являются основными компонентами, обеспечивающими продовольственную безопасность страны. Стремление перерабатывающих производств достичь нормируемых показателей при переработке зерновых культур в муку, зернобобовых – в корм животным, нерафинированных растительных масел при хранении, сводится к увеличению количества технологических машин и операций, применению высокотемпературных технологий, которые приводят к денатурации белка, потерям аминокислот и полезных составляющих и увеличению времени обработки сырья.

Для обеспечения перечисленных условий необходимо совершенствовать технологии и технические средства, обеспечивающие качественный и безопасный процесс получения кормов и продуктов питания.

В связи с вышеизложенным, исследования, направленные на совершенствование технологий и технических средств, обеспечивающих качественный и безопасный процесс получения кормов и продуктов питания, являются актуальными, важными, и имеют большое значение для агропромышленного комплекса Российской Федерации.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Автором изучены и проанализированы теоретические положения научных работ в области обработки растительного сырья для повышения его кормовой и пищевой ценности: С. А. Бредихина, Г. А. Егорова, С. В. Зверева, А. А. Курочкина, Н. И. Лебедь, В. А. Новикова, В. И. Оробинского, А. Н. Острикова, В. А. Панфилова, Ю. Ф. Рослякова, В. А. Шахова, А. А. Шевцова, L. A. Johnson, D. R. Erickson и др. Вопросы обеззараживания зерновых культур отражены в работах Д. А. Будникова, Г. Г. Юсупова, В. А. Шаршунова, Yan Zhu, Lu Guoqing и др. Вопросами обеспечения качественных показателей растительных масел занимались В. А. Бербер, А. А. Варивода, И. В. Земсков, П. Б. Разговоров, Г. М. Харченко, O'Brien, D. R. Erickson и другие учёные.

Также проанализированы исследования вопросов, связанных с повышением эффективности обработки сельскохозяйственного сырья за счет интенсификации технологических процессов ультразвуковой обработкой, посвящены работы Г. Н. Архиповой, Б. В. Акопяна, В. В. Ботвинниковой, И. С. Демчука, Л. А. Донсковой, И. В. Даниловцевой, А. С. Комоликова, Г. А. Остроумовой, Ф. Я. Рудика, А. А. Семерчана, В. Н. Хмелева, А. М. Фрид, В. Б. Флина, Я. И. Френкеля, T. S. Awad, H. Feng, S. D. Jayasooriya, C. A. Parson, M. Kornfeld, P. Haller. Опираясь на исследования ученых, в работе представлен материал по интенсификации процессов увлажнения, экстрагирования, очистки и фильтрации при обработке зерновых, зернобобовых культур и нерафинированного подсолнечного масла.

Анализ цели и задач исследований, а также заключения по диссертационной работе позволяет отметить следующее:

- поставленные цель и задачи исследований корректны и соответствуют уровню диссертаций на соискание ученой степени доктора наук;

- представленные в диссертации научные положения обоснованы сравнением авторских данных и результатов, полученных ранее известными учеными по исследуемой тематике, опубликованными в независимых источниках. Публикации посвящены проблемам совершенствования технологий и технических средств обработки продукции растениеводства с ультразвуковой интенсификацией процесса;

- заключение по диссертации логично подтверждает полное выполнение поставленных задач, теоретическую новизну и практическую значимость.

Теоретические исследования проводили на основе методов прикладной математики, математической статистики, физических и химических процессуальных явлений, гидромеханики и физики ультразвука. При проведении экспериментальных исследований применяли методики, установленные соответствующими ГОСТами, дополненные разработанными частными методиками. Новизна методологии исследований состоит в системном подходе к теоретическому анализу процессов и биологических явлений, происходящих при обработке зерна, зернобобовых культур и нерафинированных растительных масел с использованием гидродинамических, гидротермических и ультразвуковых технологий; в оценке основных качественных признаков протеиновой ценности сои, очистки и увлажнения зерна пшеницы и фильтрации нерафинированных растительных масел от первичных и вторичных продуктов окисления.

Решение каждой задачи опирается на результаты предыдущих этапов исследования, что подтверждает их взаимосвязанность и взаимозависимость. Результаты теоретических и экспериментальных исследований качественно аргументированы и имеют достаточное обоснование.

Основные положения, выносимые автором на защиту, прошли успешную апробацию на научных конференциях российского и международного уровней.

Анализ представленных в заключении диссертационной работы общих выводов позволяет отметить следующее:

Вывод 1 достоверен, поскольку основан на анализе естественно-производственных условий эксплуатации оборудования для обработки зерна, зернобобовых культур и нерафинированных растительных масел с использованием гидродинамических, гидротермических и ультразвуковых технологий и литературно-патентного исследования подобного оборудования, соответствует первой задаче исследования.

Вывод 2 показывает результаты теоретических исследования по разработке математических моделей и аналитических выражений процессов массообмена при ультразвуковой обработке зерновых, зернобобовых культур и нерафинированного подсолнечного масла для определения качественных показателей зерна и растительных масел в зависимости от времени обработки, температуры и частоты ультразвука. Исследованы механизмы влияния ультразвукового воздействия на качественные показатели зерна пшеницы, сои и растительных масел. Установлена математическая взаимосвязь между технологическими параметрами ультразвуковой обработки и качественными показателями продукции растениеводства.

В выводе 3 представлены результаты экспериментальных исследований: установлены режимы обработки пшеницы, сои и фильтрации растительных нерафинированных масел для получения показателей, соответствующих нормативным требованиям.

Вывод 4 свидетельствует о том, что применение разработанных ультразвуковых технологий позволило интенсифицировать скорость процессов массообмена и диффузии влаги в структуре зерна в 2–3 раза за счет кавитации и микропотоков. Ультразвуковая кавитация в растительных маслах ускоряет процесс фильтрации в 1,5–2 раза и снижает перекисное число на 65–

70% и др., что позволяет хранить масла при положительной температуре без применения химических реагентов. Установлено, что разработанные ультразвуковые технологии сокращают удельные энергозатраты на 30–45%.

Вывод 5 констатирует, что на основании теоретических и экспериментальных исследований разработаны инновационные ультразвуковые технологии обработки продукции растениеводства, а также конструкции опытно-промышленных установок для их осуществления. Универсальная установка непрерывного действия шнекового типа для обработки сыпучей продукции растениеводства, характеризующаяся производительностью: для сои – 1200 кг/ч; для зерна пшеницы – 1700 кг/ч; повышающая эффективность очистки оболочки зерна на 98 %. Установка периодического действия для очистки нерафинированных растительных масел увеличенной на 30 % по сравнению с традиционными методами производительностью. Проведенными производственными испытаниями установлено, что значения всех технологических параметров подтвердили высокую эффективность разработанных технологий и установок, их соответствие нормативным требованиям и экономичность внедрения в промышленное производство.

Вывод 6 подтверждает обоснованные и предложенные оптимальные по технико-эксплуатационным и технико-экономическим показателям решения, позволяющие получить экономический эффект от внедрения разработанных установок в производство 935,9 тыс. руб. при годовой производительности предприятия 3359,5 т муки; 1271,8 тыс. руб. при годовой производительности 2371,2 т сои; 1311,9 тыс. руб. при годовой производительности предприятия 276640 л растительного масла. Установлено, что использование разработанных установок снизило энергозатраты на 20-25 % при производстве муки и повысило на 15-20 % производительность процессов обработки зерновых, зернобобовых культур и фильтрации растительных нерафинированных масел и др.

3. Оценка научной новизны и практической значимости

Научную новизну диссертационных исследований составляют:

- аналитические закономерности, описывающие гидродинамические, гидротермические и физические процессы и параметры воздействия, обеспечивающие повышение эффективности массообменных процессов и обоснование технологических режимов и конструктивных параметров оборудования и рабочих органов при обработке продукции растениеводства;
- теоретические закономерности направленного пульсирующего распределения ультразвуковых колебательных движений и кумулятивных течений, регрессионные математические модели, обосновывающие параметры и режимы работы предлагаемых технических средств для технологических воздействий с целью интенсификации процесса и повышения качества продуктов переработки;
- закономерности влияния режимов технологических воздействий и конструктивных параметров универсальной шнековой установки непрерывного действия для обработки зерновых и зернобобовых культур и ультразвуковой фильтрационной установки для очистки растительных масел, позволяющие повысить качество обработки, обеспечить высокие показатели ресурсосбережения и производительности.

Изложенные соискателем научные и практические рекомендации, положения и выводы являются новыми и полностью вытекают из содержания диссертационной работы, они аргументированы и подтверждаются большим объемом теоретических, экспериментальных и производственных данных полученных на основе использования современных методов исследования.

Практическая ценность работы заключается в разработке комплексного подхода к повышению качества сырья растениеводческой продукции разработкой современной технологий и технических средств.

Разработанные теоретические модели и оборудование могут быть использованы в НИИ и проектно-конструкторских организациях для обоснования новых технологий ультразвукового воздействия и при проектировании технических средств для обработки продукции растениеводства. Материалы, представленные в работе, одобрены и рекомендованы к использованию, а также подтверждены актами внедрения на уровне вузов сельскохозяйственного направления.

4. Оценка содержания диссертационной работы

Диссертационная работа представлена в рукописи на 396 страницах и включает: титульный лист, содержание, введение, главы 1–6, заключение, список литературы (из 310 наименований, в том числе 29 – на иностранном языке) и 20 приложений.

Во введении обоснована актуальность работы, показана ее научная и практическая значимость, представлены цель и задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Состояние проблемы повышения эффективности технологического воздействия на зерновые, зернобобовые культуры и нерафинированные растительные масла и технических средств для производства продуктов переработки» приведен анализ и систематизированы технологические воздействия и технические средства обработки продукции растениеводства, применяемые в нашей стране и за рубежом. Представлены основные технические средства, используемые для этих целей.

На основании проведенного анализа в диссертации сформированы цель и задачи исследований.

Во второй главе «Теоретическое обоснование повышения интенсивности обработки зерновых, зернобобовых культур и фильтрации нерафинированных растительных масел» рассмотрены основные вопросы теоретического исследования закономерностей технологического воздействия и выделены объекты и границы их изучения. Получены закономерности взаимодействия колебательных движений и кумулятивных микропотоков в

жидкости и в тканях обрабатываемого растительного сырья с последующей разработкой технологий и технических средств.

В третьей главе «Программа и методика экспериментальных исследований» приведены программа и структура экспериментальных исследований, представлены описания известных и частных методик, в том числе для обработки экспериментальных данных, лабораторные установки, приборы и оборудование, используемые при выполнении диссертационной работы. Исследованы процессы массопередачи в условиях гидродинамического, гидротермического и акустического воздействия на обрабатываемый растениеводческий материал.

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований технологических воздействий ультразвуком при обработке продукции растениеводства» представлены результаты исследований и дано обоснование количественных и качественных показателей обработки зерна пшеницы, зернобобовых и нерафинированных растительных масел ультразвуковыми колебаниями.

В пятой главе «Производственные испытания технических средств для ультразвуковой обработки зерна, зернобобовых культур и нерафинированных растительных масел» приведены результаты производственных испытаний универсальной установки для обработки зерновых и зернобобовых культур, а также фильтрационной установки.

В шестой главе «Технико-экономические показатели работы ультразвуковых технических средств» определен экономический эффект от внедрения разработанных установок в производство.

Заключение содержит научно обоснованные выводы по результатам проведенных исследований.

Работа имеет целостный характер, завершенность выполненных исследований, выполнена на высоком профессиональном уровне.

5. Подтверждение публикации результатов диссертационной работы и соответствие автореферата содержанию диссертации

Работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы из 310 наименований, 29 из которых на иностранном языке, 20 приложений. Материал изложен на 396 страницах компьютерного текста, включает в себя 107 рисунков и 33 таблицы.

По результатам исследований были подготовлены доклады, которые обсуждены на научно-практических конференциях. По теме диссертации опубликовано 68 печатных работ, в том числе 18 в ведущих рецензируемых научных журналах из перечня, рекомендованного ВАК Минобрнауки РФ, 7 статей в МБД Scopus. Конструкторские решения реализованы в 6 патентах на изобретения и полезные модели.

Обзор и анализ опубликованных материалов позволяет утверждать, что публикации в научной печати достаточно полно отражают содержание и основные результаты диссертации.

Автореферат включает в себя общую характеристику работы, содержание, заключение и список публикаций по теме диссертационных исследований. Основные положения, научные результаты, выводы и содержание автореферата в основном соответствуют содержанию и направленности диссертационной работы.

6. Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В первой главе автором много внимания уделено особенностям строения зерновки (п.1.2.1). Как это учтено при разработке технико-технологических параметров разработанного оборудования?

2. Стр.76. Твердое тело – жидкость, когда мелкодисперсная взвесь загрязнений в нерафинированном растительном масле подвергается коагуляции с последующим выносом из масла. В данном случае будет диспергирование, а не коагуляция.

3. Стр.78 растворение и отрыв с обрабатываемой поверхности целевого компонента (ингибитора трипсина и уреазы для зернобобовых и минеральных загрязнений и очагов зараженности для зерновых). Как быть с тем фактом, что вместе с трипсином и уреазой будут растворяться и полезные вещества такие как простые углеводы и водорастворимые витамины (витамин С и витамины группы В).

4. Какова взаимосвязь свойств зерновки (прочность, особенности строения и др.) с особенностями получаемого продукта?

5. На стр.87 указано...управляя параметрами плотности и вязкости рабочей жидкости. Как эти параметры управляются в предлагаемой конструкции? Как это реализовано технико-технологически?

6. Стр.103 ... при какой-то определенной частоте f_1 зарождается n_1 пузырьков, а при f_2 – n_1 . Это строго определенные зависимости или единичные значения? Чем это обусловлено?

7. Стр.106...целевой показатель $C_{гс}$ что собой представляет? Как определяется?

8. Процесс фильтрации имеет замкнутый цикл? Как удаляются загрязнения и какова периодичность?

9. Выводы по второй главе носят декларационный характер. Нет результатов теоретических исследований, представленных в этой главе. По третьей главе тоже не выводы.

10. В пятой главе (рис.5.2 и 5.3) представлены фото сборки установок. Нет фото лабораторных испытаний. Почему?

11. Стр.190 указано...установлены оптимальные показатели при обработке зерна...Как эти значения определить на указанных рисунках?

12. Стр.246 Не ясно. УЗ излучатель касается суспензии или нет? Если не касается, то УЗ воздействия через стенку шнекового канала или воздух практически не будет.

Вместе с тем, приведенные замечания не снижают научной ценности выполненных автором исследований, часть из них носит рекомендательный характер и направлена на улучшение представления полученных результатов исследования.

**7. Заключение о соответствии диссертации критериям,
установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней**

Диссертационная работа Моргуновой Натальи Львовны на тему: «Повышение эффективности технологий и технических средств обработки продукции растениеводства с ультразвуковой интенсификацией процесса» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, в которой изложены новые научно обоснованные решения для совершенствования технологий и технических средств ультразвуковой интенсификацией процесса обработки продукции растениеводства.

Диссертация отвечает требованиям и критериям пунктов 9–14 Положения о присуждении ученых степеней Министерства образования и науки РФ, утвержденного Постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, применительно к докторским диссертациям, а ее автор, Моргунова Наталья Львовна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент, доктор технических наук

(05.20.01 – Технологии и средства механизации

сельского хозяйства), профессор,

проректор по научной работе

ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Контактные данные:

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ).

Почтовый адрес: 460014, Россия, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, д. 18.

Контактные телефоны: +7 (3532) 77-52-30, +7(922)800-17-07

E-mail: Shahov-V@Ya.ru


3.09.2025

В.А. Шахов