

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента Кузнецова Николая Николаевича на диссертационную работу Коваленко Родиона Михайловича «Обоснование параметров и режимов работы системы рециркуляции воздуха аэродинамического устройства для сушки зерна», представленную к защите в диссертационный совет 72.2.016.02 при государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Нижегородский государственный инженерно-технологический университет» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Дистанционная работа выполнена на 188 страницах компьютерного текста и содержит 135 страниц основного текста, в том числе титульный лист (1 с.), содержание (2 с.), введение (7 с.), 74 рисунка, 12 таблиц и 10 приложений.

В приложениях представлены результаты экспериментальных исследований; документы, акты, подтверждающие внедрение НИР в хозяйстве, отражающие практическое применение результатов научных исследований, копия патента РФ на изобретение, соавтором которого является соискатель; а также другие вспомогательные документы.

1. Актуальность темы диссертации и её связь с государственными научными программами, и соответствие требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по техническим дисциплинам

В климатических условиях нечерноземной зоны России существует необходимость в сушке и активном вентилировании практически всего собранного зерна. Во всей технологической цепочке послеуборочная обработка зерна занимает лидирующие позиции по ресурсоемкости процесса. Затраты топлива на нее могут достигать 50 %, электроэнергии до 98 % и 15...20 % эксплуатационных затрат от всего количества. Сушка – основная и наиболее сложная технологическая операция послеуборочной обработки зерна.

Наиболее перспективным способом снижения энергозатрат на сушку зерна является повторное использование теплоты отработавшего агента сушки. Рециркуляция способствует стабилизации параметров сушки, воздух, проходящий через зерно, нагревается и увлажняется, затем частично возвращается в систему, что помогает поддерживать равномерное распределение теплоты агента сушки и уровня его влагосодержания.

Известно, что использование остаточной теплоты отработанного воздуха способствует повышению эффективности процесса сушки, так как тепловой потенциал отработавшего агента сушки, выбрасываясь в атмосферу, не используется в полной мере. На сегодняшний день в российском и зарубежном зерносушении известен опыт повторного использования теплоты отработавшего агента сушки. Отмечается, что до 60 % всех непроизводительных затрат теплоты

в зерносушилках могут быть компенсированы за счет утилизации теплоты отработавшего теплоносителя и охлаждающего воздуха.

В нечерноземной зоне России широкое распространение получили зерновые сушилки бункерного типа, однако травмирование высоковлажного зерна шнеками и чрезмерная запыленность рабочей зоны при рециркуляции зерна, остаются нерешенными проблемами. Использование сушилок аэродинамического типа позволяет минимизировать травмирование зерна. В известных конструкциях аэродинамических сушилок агент сушки после прохождения через зерно выбрасывается в атмосферу, не отработав полностью свой тепловой потенциал, им также присуща проблема запыленности рабочей зоны.

Поэтому диссертационная работа Коваленко Родиона Михайловича, направленная на повышение энергоэффективности процесса сушки зерна на аэродинамическом устройстве, безусловно является актуальной задачей в области послеуборочной обработки зерна.

Достижение этой цели во многом зависит от уровня разработки системы рециркуляции воздуха аэродинамического устройства для сушки зерна.

В связи с отмеченным, оппонируемую работу, следует считать актуальной, имеющей важное народнохозяйственное значение.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна

На защиту автором выносятся следующие положения:

- методика расчёта критерия (показателя) оценки совершенства конструкции зерновых сушилок.

- модели работы тепловентиляционной системы при повторном использовании теплоты отработавшего агента сушки с частичным подмешиванием свежего воздуха и без подмешивания, позволяющие определить режимы и параметры контроля работы тепловентиляционной системы.

- конструкция нового аэродинамического устройства для сушки зерна, оснащённая системой рециркуляции агента сушки, работающая в ручном и автоматическом режимах.

- результаты лабораторных исследований и производственные испытания работы аэродинамического устройства для сушки зерна, оснащенного системой рециркуляции агента сушки;

- технико-экономическая эффективность сушки зерна на разработанном аэродинамическом устройстве с системой рециркуляции сушильного агента.

Диссертационная работа содержит пять выводов.

Первый вывод отмечает, что для оценки совершенства конструкции зерновой сушилки, которая учитывает удельную металлоемкость конструкции и удельный расход теплоты, предложен «комплексный показатель совершенства конструкции сушилки».

Вывод обосновывает первое научное положение.

Второй вывод сообщает, что разработаны модели работы тепловентиляционной системы при повторном использовании теплоты

отработавшего агента сушки с частичным подмешиванием свежего воздуха при конвективной сушке зерна. Наилучшее использование теплоты агента сушки для испарения влаги из зерна при температуре агента сушки 70 – 100 °С достигается при двух – пятикратном его использовании. При этом интегральный расход энергии снижается на 14,1 – 17,9 %. Представлены контрольные параметры агента сушки на выходе из сушильной камеры, необходимые для удержания тепловентиляционной системы в рациональном режиме. Указано, что на всех исследуемых режимах конденсация влаги в сушильной камере отсутствует, так как температура точки росы ниже температуры зерна на 5,7...7,1 °С.

Вывод основан на результатах теоретических исследований, достоверен, содержит новые сведения и подтверждает второе научное положение.

Третий вывод информирует, что разработана конструкция нового аэродинамического устройства для сушки зерна, оснащенного системой рециркуляции агента сушки, работающей в ручном и автоматическом режимах. При работе аэродинамического устройства с применением системы рециркуляции агента сушки скорость фильтрации подогретого воздуха через зерно увеличивается на 3,08...7,67 % и варьируется от 0,176 м/с до 0,192 м/с в зависимости от выбранного режима работы.

Вывод обосновывает третье научное положение, имеет техническую новизну (патент РФ на изобретение № 2777996).

Четвертый вывод содержит информацию, об использовании системы рециркуляции агента сушки с четырехходовым клапаном–смесителем, оснащенной автоматикой, где наиболее эффективный режим при открытии 10...20 % площади патрубка рециркуляции, который снижает интегральный расход энергии – на 35,38 % с 7,8 до 5,04 МДж/кг.исп.вл. при удовлетворительном качестве зерна после сушки.

Вывод основан на результатах теоретических исследований и производственных испытаниях, достоверен, содержит новые сведения и подтверждает четвертое положение.

Пятый вывод информирует, что экономическая эффективность сушки зерна на разработанном аэродинамическом устройстве в сравнении с сушкой зерна на приемном устройстве с аэрожелобом УПА-15 выше, за счет повторного использования агента сушки с частичным подмешиванием свежего воздуха. Эксплуатационные издержки снижаются с 82,77 до 46,03 руб./пл.т., а годовая экономия при сушке 400 плановых тонн зерна составит 583,5 тыс. руб.

Вывод основан на результатах экспериментальных исследований, достоверен, содержит новые сведения и подтверждает пятое научное положение.

3. Значимость результатов исследований для науки и практики

Разработан критерий (показатель) оценки совершенства конструкции зерновой сушилки. Разработаны модели, на основе которых осуществляется управление и удержание тепловентиляционной системы в рациональном режиме работы. Ценность работы с практической точки зрения заключается в разработанной конструкции аэродинамического устройства для сушки зерна на основе тканых материалов, что обеспечивает снижение металлоемкости и

удешевление конструкции, уменьшение трудоёмкости и времени изготовления сушилки.

Для практики значимость заключается в том, что разработанное аэродинамическое устройство для сушки зерна оснащенное системой рециркуляции воздуха используется в сельскохозяйственном производстве. Производственные испытания проведены в ЗАО «Шунга» Костромской области.

4. Оценка содержания диссертационной работы, ее завершённости в целом и качества оформления рукописи

Введение включает общую характеристику работы, цель, объект, предмет и методику исследования, обоснование актуальности. Отмечена новизна, практическая значимость, апробация работы и задачи исследования.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследования» содержит: анализ способов сушки зерна; обзор основных видов передвижных сушилок; анализ способов снижения энергоёмкости процессов сушки; обзор сушилок, реализующих повторное использование отработавшего агента сушки и работ, направленных на теоретический анализ эффективности повторного использования агента сушки; выводы по главе.

Замечания по первому разделу.

1. В главе не полностью представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований предыдущих исследователей в рассматриваемом вопросе.

2. В п.1.1 отсутствует информация о сравнении эффективности и экономической целесообразности различных способов, что важно для практического выбора метода сушки.

Во второй главе «Обоснование конструктивно-технологической схемы повторного использования агента сушки» содержит: обоснование критерия (показателя) оценки совершенства конструкции зерновых сушилок; описание конструкции и схемы работы аэродинамического устройства для сушки зерна; теоретически обоснована теплотехническая эффективность рециркуляции агента сушки при постоянном и однократном подмешивании свежего воздуха; теоретическое обоснование целесообразности применения рециркуляции отработавшего агента сушки по условию конденсации влаги; описано влияние режимов работы системы рециркуляции агента сушки на аэродинамическую характеристику сети; выводы по главе.

Замечания по второй главе.

1. Для выбора сушилки «Комплексный показатель совершенства конструкции сушилки», не совсем удобен т.к. в паспортных данных сушилок, не указывается предложенный параметр «Удельный расход теплоты»;

2. В п 2.2. числовые обозначения (6, 11 и т.д.) без контекста рисунков сложно воспринимать.

3. В завершении п.2.2., автор пишет, что «Конструкция аэродинамического устройства для сушки зерна за счет применения системы рециркуляции отработавшего агента сушки обеспечивает значительное снижение

энергоёмкости процесса, снижение запыленности рабочей зоны», необходимо пояснить числовым значением данное утверждение.

4. При моделировании процесса сушки зерна автор не учитывает влияние засоренности ворохом, на характер протекания процесса сушки зерна.

Третья глава «Программа и методика научного исследования» содержит: программу научного исследования; описание экспериментальной и производственной установки, измерительные приборы необходимые для научного исследования; методику лабораторного исследования определения аэродинамических характеристик камеры сушки; методику определения влияния системы рециркуляции на распределение агента сушки в заполненной зерном сушильной камере; методику проведения производственных испытаний; методику управления заслонкой клапана-смесителя системы рециркуляции отработавшего агента сушки.

Замечания по третьей главе.

1. В п.3.1 в качестве основного фактора автором было принято положение заслонок воздухоподводящего патрубка X . Уровни варьирования приняты следующие: 90° – заслонки закрыты; 45° – заслонки полностью открыты и 67° – среднее положение заслонок. Следовало бы обосновать данные параметры.

2. Возможно в модели определения аэродинамических характеристик камеры сушки аэродинамического устройства для сушки зерна рис. 3.14, параметр расход воздуха на входе в распределяющий воздухоподводящий патрубок, Q_n , $\text{м}^3/\text{ч}$, следовало бы сделать управляемым фактором и исследовать, как он влияет на процесс движения агента сушки.

Четвертая глава «Результаты экспериментальных исследований» содержит: результаты лабораторного исследования аэродинамических характеристик камеры сушки, результаты исследования влияния системы рециркуляции на распределение агента сушки в заполненной зерном сушильной камере; результаты производственных испытаний аэродинамического устройства для сушки зерна, оснащенного системой рециркуляции агента сушки; выводы по главе.

Замечания по четвертой главе.

1. Не ясно был ли проведен факторный эксперимент, и по каким критериям проверена достоверность результатов исследования.

2. На стр. 104 автор утверждает «Нагрев агента сушки до 100°C в исследуемых режимах работы системы рециркуляции отработавшего агента сушки позволяет добиться максимальной энергоэффективности», однако по данным производственных испытаний разработанного устройства на опытном поле Костромской ГСХА, система рециркуляции агента сушки аэродинамического устройства для сушки зерна работала в автоматическом режиме при нагреве агента до 70° . Следует пояснить разницу в температурах нагрева теплоносителя.

В пятой главе «Экономическая эффективность» представлены: стоимость изготовления разработанного устройства; расчет комплексного показателя совершенства конструкции разработанного аэродинамического устройства для

сушки зерна, расчет эксплуатационных издержек для проектного и базового варианта; выводы по главе.

Замечания по пятой главе.

1. Неясно, почему не рассчитан комплексный показатель совершенства конструкции для базового варианта УПА-15?

5. Оформление диссертационной работы и ее редактирование

Текст диссертационной работы грамматически и стилистически изложен достаточно грамотно, графические материалы выполнены в основном четкими схемами и рисунками. Вместе с тем по оформлению работы имеются следующие замечания:

– в тексте диссертации присутствуют орфографические ошибки, а также слитные слова;

Однако общее количество такого рода погрешностей и неточностей невелико и оформление работы в целом отвечает предъявленным требованиям.

6. Полнота опубликования основных результатов работы в печати и соответствие содержания автореферата основным положениям диссертационной работы

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 5 печатных работах, в том числе: 4 работы опубликовано в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации, 1 патент РФ на изобретение, которые вполне отражают ее содержание. В свою очередь в автореферате сконцентрированы основные положения диссертации, которые достаточно полно отражают суть проделанной работы.

7. Заключение

Диссертационная работа Коваленко Родиона Михайловича является завершенным научным трудом. Отмеченные в отзыве недостатки не имеют принципиального значения, носят частный характер, направлены на повышение уровня научных исследований и могут быть учтены в будущей работе соискателя.

По актуальности, новизне исследований полученным результатам, достаточной степени обоснованности и достоверности основных выводов и рекомендаций, а также по уровню внедрения диссертационная работа соответствует требованиям раздела II «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 824), а ее автор Коваленко Родион Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент:
кандидат технических наук,
(специальность 05.20.01 –
технологии и средства
механизации сельского хозяйства)
доцент, декан инженерного факультета
ФГБОУ ВО «Вологодской
государственной молочнохозяйственной
академии имени Н.В. Верещагина»

Н.Н. Кузнецов

6.10.2025

Кузнецов Николай Николаевич
160555, Вологодская область, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д.2
Тел./email: +7 (8172) 52-56-03; 027781@mail.ru

Федерального государственного бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная
академия имени Н.В. Верещагина»

Подпись Кузнецова Н.Н. заверяю

Ученый секретарь Ученого совета ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Кулакова Т.С.

«6» октября 2025 г.

