

УТВЕРЖДАЮ:



Ректор ФГБОУ ВО Брянского ГАУ
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

С.М. Сычёв

сентябрь

2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский аграрный государственный университет» (ФГБОУ ВО Брянский ГАУ) 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 72.2.016.01 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 (технические науки)

Актуальность темы диссертации

Зерно является одним из основных сельскохозяйственных продуктов, увеличение производства которого было и остается ключевой задачей развития сельского хозяйства. Во всей технологической цепочке послеуборочная обработка зерна занимает лидирующие позиции по энергоемкости процесса, в которой затраты топлива могут достигать 50 %, электроэнергии до 98 %. Сушка – основная и наиболее сложная технологическая операция послеуборочной обработки зерна. Приоритетным направлением в достижении максимальной эффективности сушки зерна является сокращение энергозатрат на процесс.

Одним из эффективных способов снижения энергозатрат на сушку зерна является повторное использование теплоты отработавшего агента сушки.

В последнее время в Нечерноземной зоне России широкое распространение получили зерновые сушилки бункерного типа, ввиду своей простоты, мобильности, невысокой стоимости и небольшого расхода топлива. Однако бункерные сушилки обладают рядом недостатков: травмируют высоковлажное зерно шнеками; отмечается чрезмерная запыленность рабочей зоны при рециркуляции зерна.

Использование сушилок аэродинамического типа позволяет минимизировать травмирование зерна. В известных конструкциях аэродинамических сушилок агент сушки после прохождения через слой зерна

выбрасывается в атмосферу, не отработав полностью свой тепловой потенциал. Также у них присутствует проблема запыленности рабочей зоны.

Несмотря на большое количество научно-исследовательских работ, в которых рассматриваются вопросы снижения энергоемкости процесса сушки зерна путем рециркуляции теплоты отработавшего агента сушки, полученные в них данные не отражают пределы возможного использования теплоты отработавшего агента сушки с различным влагосодержанием, недостаточно изучены вопросы смесеобразования при рециркуляции сушильного агента.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, выводы и рекомендации соискатель делает на основе изучения и обзора специальной литературы, а также публикаций в научных журналах по изучаемой проблеме.

В своей работе Коваленко Р.М. использует общеизвестные научные теории и методики, современное экспериментальное оборудование и математические приемы при выводе теоретических положений, что свидетельствует в пользу достоверности и обоснованности полученных данных. Достоверность результатов исследований подтверждается сходимостью и воспроизводимостью теоретических и экспериментальных результатов исследований, внедрением разработанной установки аэродинамического устройства для сушки зерна с системой рециркуляции воздуха в хозяйство Костромской области.

Положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационном исследовании доложены и одобрены на всероссийских и международных научно-практических конференциях.

На основании анализа теоретических и экспериментальных исследований сформулировано заключение диссертационной работы, включающее в себя пять выводов. Выводы являются достоверными, новыми и вполне обоснованными. Внедрение результатов диссертационного исследования подтверждается соответствующими актами.

Научная новизна и практическая значимость работы

Научная новизна работы заключается в совокупности теоретических и практических положений, определяющих влияние доли рециркулирующего агента сушки на показатели процесса.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в разработке критерия (показателя) оценки совершенства конструкции зерновой сушилки, модели управления и удержания тепловентиляционной системы предложенной установки в рациональном режиме работы. Практическую ценность представляет разработанная конструкция аэродинамического устройства для сушки зерна на основе тканых материалов. Использование тканых материалов обеспечивает снижение металлоемкости и удешевление конструкции, уменьшение трудоёмкости и времени изготовления сушилки.

Применение системы рециркуляции агента сушки с автоматическим управлением подмешиванием свежего воздуха снижает энергозатраты на сушку до 35%.

Рекомендации по использованию результатов исследования

Результаты исследований и изложенные в заключении диссертации общие выводы позволяют на стадии проектирования и конструирования обосновать основные конструктивные и технологические параметры бункерных установок для сушки зерна. Сушилка прошла производственные испытания в условиях «Опытного поля» ФГБОУ ВО Костромской ГСХА и ЗАО «Шунга» Шунгенского сельского поселения Костромского района Костромской области.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературы из 137 наименований, изложена на 188 листах машинописного текста, содержит 74 рисунка, 12 таблиц, 10 приложений.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, степень разработанности темы, сформулированы цель и задачи исследования, приведены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, а также основные положения, выносимые на защиту.

В первом разделе «Состояние вопроса и задачи исследования» рассмотрены способы сушки зерна, приведены наиболее доступные и широко применяемые. Проанализированы основные виды зерновых сушилок, составлена их классификация, отмечены наиболее широко распространенные и выявлены главные их недостатки.

На основании анализа научных публикаций выявлены основные проблемы технологического процесса сушки зерна, а также способы их устранения. Описан относительно новый технологический принцип – принцип повторного использования отработавшего агента сушки. Отмечено, что при рассмотрении вопроса снижения энергоемкости процесса сушки зерна путем рециркуляции теплоты отработавшего агента сушки, полученные в научных публикациях данные не отражают пределы возможного использования теплоты отработавшего агента сушки с различным влагосодержанием, недостаточно изучены вопросы смесеобразования при рециркуляции сушильного агента.

Во втором разделе «Обоснование конструктивно–технологической схемы повторного использования агента сушки» обоснован обобщенный критерий (показатель) оценки совершенства конструкции зерновых сушилок – «комплексный показатель совершенства конструкции сушилки», учитывающий удельный расход теплоты и удельную металлоёмкость.

Приведены результаты графического моделирования при подмешивании свежего воздуха для повторного использования агента сушки на основе диаграммы тепловлажностного состояния воздуха.

Приведены контрольные параметры необходимые для удержания тепловентиляционной системы в рациональном режиме и при ее автоматизации.

Отображены расчетные зависимости температуры точки росы от температуры зерна в конце цикла сушки: в разработанной сушилке температура зерна плавно повышается при прогреве сушилки и при сушке за счёт испарения влаги с поверхности зерновки – в периоде постоянной скорости сушки не поднимается выше 42...45 °С.

Рассмотрена характеристика сети в различных режимах работы системы рециркуляции агента сушки, построенная на основании полученных экспериментальных данных, которая указывает на то, что в режимах подмешивания расход воздуха через сеть возрастает при использовании системы рециркуляции и ещё больше возрастает при подмешивании свежего воздуха, что приводит к увеличению скорости фильтрации агента сушки через зерно, и как следствие, увеличению скорости его сушки.

Представлена конструктивно-технологическая схема аэродинамического устройства для сушки зерна (Патент РФ на изобретение № 2777996).

В третьем разделе «Программа и методика научного исследования», изложена программа исследования, приведено описание экспериментальной установки аэродинамического устройства для сушки зерна, перечислены применяемые приборы и оборудование в ходе исследования. Приведена методика автоматического управления заслонкой клапана-смесителя системы рециркуляции отработавшего агента сушки аэродинамического устройства для сушки зерна.

Оценка энергоэффективности разработанного аэродинамического устройств проводилась через интегральный расход энергии, складывающийся из приведённого расхода теплоты и произведения коэффициента тепловой эквивалентности, учитывающий затраты на производство и транспортирование электроэнергии к потребителю, с удельной мощностью на привод вентилятора.

В четвертом разделе «Результаты экспериментальных исследований» изложены результаты лабораторных и производственных исследований основных параметров и режимов работы системы рециркуляции агента сушки аэродинамического устройства для сушки зерна.

Представлены результаты исследования влияние системы рециркуляции на распределение агента сушки в заполненной зерном сушильной камере. Скорость фильтрации подогретого воздуха через зерно при работе аэродинамического устройства для сушки зерна с применением системы рециркуляции агента сушки увеличивается на 3,08...7,67 % и варьируется от 0,176 м/с при закрытом клапане-смесителе до 0,192 м/с при открытии 20 % патрубка рециркуляции клапана-смесителя.

Система рециркуляции обеспечивает более высокую равномерность распределения агента сушки по длине камеры - коэффициент вариации снижется с 10,35 до 8,01 %, что благоприятно отражается на равномерности сушки и стабильности выгрузки зерна.

Экспериментально доказано, что использование системы рециркуляции агента сушки с четырехходовым клапаном-смесителем, оснащенной автоматикой наиболее эффективно при открытии 10...20 % площади патрубка рециркуляции. Это снижает интегральный расход энергии на 35,38 % с 7,8 до 5,04 МДж/кг.исп.вл. при удовлетворительном качестве зерна

В пятом разделе «Экономическая эффективность» приведены результаты оценки технико-экономических показателей разработанного аэродинамического устройства для сушки зерна в сравнении с приемным устройством с аэрожелобом УПА-15, а также расчет «комплексного показателя совершенства конструкции сушилки» для разработанного устройства. Повторное использование теплоты агента сушки с частичным подмешиванием свежего воздуха снижает эксплуатационные издержки с 2729,88 до 1554,25 руб./пл. т., а годовая экономия при сушке 400 плановых тонн зерна составит 587,8 тыс. руб.

В заключении диссертационной работы представлены выводы по проведенным исследованиям, которые характеризуются целостностью, логической последовательностью, соответствуют поставленным задачам и в полной мере отражающие теоретические и практические исследования автора.

В приложении приведены патент, подтверждающий техническую новизну аэродинамического устройства для сушки зерна, грамоты, дипломы и сертификаты подтверждающие участие автора в научных конференциях, акты внедрения научно-исследовательской работы в производство, результаты лабораторного исследования качества зерна после сушки, результаты теоретического расчета обоснования рециркуляции агента сушки, результаты экономических расчетов.

Автореферат изложен на 19 страницах. Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

Завершенность и качество оформления диссертации

Диссертационная работа является завершенной, грамотно оформленной, содержит необходимые иллюстрации и таблицы, в полной мере отражающие полученные автором результаты исследований. По каждому разделу диссертации приведены соответствующие выводы. Содержание диссертационной работы соответствует поставленной цели и задачам исследования.

Диссертация и автореферат написаны технически грамотным языком, а структура и содержание автореферата отражает содержание диссертации.

Замечания по диссертационной работе

1. Приведенный на стр. 30 диссертации формула (1.2) коэффициент рециркуляции обычно определяется как отношение массового количества

абсолютно сухого отработавшего рециркулирующего агента сушки к поступающему абсолютно сухому атмосферному воздуху. Исходя из этого, не ясно, в сушилке диссертанта при рециркуляции без подмешивания воздуха осуществляется все-таки частичный сброс отработавшего агента сушки или нет?

2. Предложенный диссертантом комплексный показатель совершенства конструкции сушилки достаточно сложно использовать на практике для выбора сушилки, т.к. в технических характеристиках сушилок расход теплоты на кг испаренной влаги обычно не указывается, цены тоже не постоянны.

3. Не совсем ясно, как четко определить, что данный объем воздуха имел однократный или трехкратный пропуск через зерновую массу. В диссертации приведены графики рис. 4.9-4.15 и др., которые показывают неравномерность расхода воздуха по сечениям бункера.

4. Желательны были бы пояснения диссертанта по представленным графикам на рис. 2.11-2.14 и других, т.к., например, судя по графику 2.11 на стр. 46, наименьшей энергоемкостью процесса обладает режим рециркуляции без подмешивания воздуха, а автор в конечном итоге рекомендует 10-ти 20-ти процентное подмешивание.

5. На рис. 2.15-2.17 стр. 49-50 диссертации приведены рациональные контрольные значения параметров отработавшего агента сушки. Однако они получены только для теоретического процесса сушки.

6. Для оценки процесса сушки в предложенной сушилке желательно было бы привести кривые сушки, скорости сушки, температурные кривые.

7. В диссертации не приведен тепловой баланс сушилки, поэтому не ясно, учтены ли в энергоемкости процесса сушки все его составляющие.

8. Желательно было бы привести взаимосвязь между рекомендуемыми конструктивными параметрами предлагаемой сушилки и ее техническими характеристиками – вместимостью, производительностью, продолжительностью сушки и т.д.

Представленные замечания носят рекомендательный и уточняющий характер и не снижают общей ценности научного исследования.

Заключение

Диссертационная работа Коваленко Родиона Михайловича на тему «Обоснование параметров и режимов работы системы рециркуляции воздух аэродинамического устройства для сушки зерна» соответствует паспорту научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Диссертационная работа Коваленко Родиона Михайловича является законченной научно-квалификационной работой, которая по актуальности, новизне и практической значимости, а также объему выполненных исследований соответствует критериям, изложенным в пунктах 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842,

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.

Диссертационная работа, автореферат диссертационной работы и отзыв ведущей организации на диссертационную работу рассмотрены, обсуждены и одобрены на расширенном заседании кафедры технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский аграрный государственный университет» (ФГБОУ ВО Брянский ГАУ) протокол № 2 от 23 сентября 2025 г.

Заведующий кафедрой технологического
оборудования животноводства и
перерабатывающих производств
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ
к.э.н., доцент

Х.М. Исаев

Профессор кафедры технологического
оборудования животноводства и
перерабатывающих производств
ФГБОУ ВО Брянского ГАУ
доктор технических наук, профессор

А.И. Купреенко

Полное название организации: Федеральное государственное бюджетное
учреждения высшего образования «Брянский государственный аграрный
университет»

Сокращенное название организации: ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Почтовый адрес: 243365, Брянская область, Выгоничский район, с.
Кокино, ул. Советская, д. 2а

Контактный телефон: +7(48341) 24-721,

e-mail: cit@bgsha.com,

Официальный сайт организации: <https://www.bgsha.com/ru/>



Вх. 30.09.2025г.