

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.035.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ» ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 24 мая 2018 года №114

о присуждении **Нестерову Дмитрию Андреевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата наук.

Диссертация «Совершенствование процесса сушки зерна проса в СВЧ-аппарате с закрученными потоками теплоносителя» по специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств» принята к защите 22 марта 2018 г., протокол №108 диссертационным советом Д 212.035.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» Министерства образования и науки Российской Федерации, 364036, Воронеж, проспект Революции, д. 19, №1634-865 от 06.07.2007 г.

Соискатель Нестеров Дмитрий Андреевич 1991 года рождения. В 2013 году соискатель окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» по специальности «Машины и аппараты пищевых производств». В 2013 году зачислен в аспирантуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» Министерства образования и науки Российской Федерации (приказ о зачислении № 847/асп от 18.07.2012 г.), в 2016 году отчислен (приказ об отчислении №193/асп от 30.08.2016 г.) в связи с окончанием обучения.

Работает инженером II категории Бизнес-инкубатора Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» Министерства образования и науки Российской Федерации по настоящее время.

Диссертация выполнена на кафедре машин и аппаратов пищевых производств в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель:

гражданин РФ, заслуженный изобретатель РФ, доктор технических наук, профессор Антипов Сергей Тихонович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» проректор по научной и инновационной деятельности, заведующий кафедрой машин и аппаратов пищевых производств.

Официальные оппоненты:

Попов Виктор Михайлович, гражданин РФ, заслуженный работник высшей школы РФ, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», кафедра «Электротехника теплотехника и гидравлика», профессор;

Шевцов Сергей Александрович, гражданин РФ, доктор технических наук, Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», кафедра «Пожарная безопасность объектов защиты», профессор
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государ-

ственный технический университет», г. Астрахань, в своем положительном заключении, подписанном Максименко Юрием Александровичем, доктором технических наук, доцентом, кафедра «Технологические машины и оборудование», заведующий кафедрой, указала, что диссертация Нестерова Д.А. является самостоятельно выполненным, завершенным научным исследованием, позволяющим теоретически обосновать новые технические решения в области сушки зерна проса в СВЧ-аппарате с закрученными потоками теплоносителя.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации: 5 работ, опубликованные в рецензируемых научных изданиях (объем 3,75 печатных листа, доля соискателя от 25 до 50 %), 2 тезисов докладов (объем 0,5 печатных листа, доля соискателя от 40 до 50 %), 2 патента РФ (объем 3,35 печатных листа, доля соискателя от 30 до 45 %), 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ (объем 2,34 печатных листа, доля соискателя от 25 до 50 %).

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Антипов, С.Т. Исследование теплофизических характеристик зерна проса, высушенного в аппарате с закрученными потоками теплоносителя и СВЧ-энергоподводом // С.Т. Антипов, А.В. Журавлев, Д.А. Нестеров // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. – № 2 (68). – С. 11-15 (0,625 п.л., лично соискателем, 0,16).

2. Антипов, С.Т. Математическое описание процесса сушки зерна проса в аппарате с активным гидромеханическим режимом // С.Т. Антипов, Д.А. Нестеров // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. – № 3 (69). – С. 77-81 (0,625 п.л., лично соискателем, 0,16).

3. Антипов, С.Т. Алгоритм управления процессом сушки дисперсных материалов в аппарате с закрученными потоками теплоносителя и СВЧ-энергоподводом // С.Т. Антипов, А.В. Журавлев, Д.А. Нестеров, А.С. Маруин // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. – № 1 (63). – С. 86-89. (0,5 п.л., лично соискателем, 0,15)

4. Антипов, С.Т. Математическое моделирование движения зерна проса в сушильном аппарате со взвешенно-закрученным слоем // С.Т. Антипов, А.В. Журавлев, Д.А. Нестеров, В.В. Посметьев // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2015. – № 4 (8). – С. 46-53 (1,0 п.л., лично соискателем, 0,4).

5. Марухин, А.С. Анализ физико-химических параметров проса / А.С. Марухин, А.В. Журавлев, Д.А. Нестеров // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие современной науки», 2014. С. 105-107 (0,375 п.л., лично соискателем, 0,175).

6. Антипов, С.Т. Применение проса при производстве продуктов питания/ С.Т. Антипов, А.В. Журавлев, Д.А. Нестеров // Международная научно-техническая конференция «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство», 2013. С. 461-462 (0,125 п.л., лично соискателем, 0,05).

7. Антипов, С.Т. Комбинированные аппараты с закрученным потоком теплоносителя для сушки дисперсных материалов / С.Т. Антипов, А.В. Журавлев, Д.А. Казарцев, А.В. Бородкина, Д.А. Нестеров // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2014. № 2. С. 52-59 (1,0 п.л., лично соискателем, 0,25).

8. Пат. № 2544406 Российская федерация, МПК F26B17/10(2006.01), 3/347 (2006.01). Аппарат для сушки дисперсных материалов в закрученном потоке теплоносителя с СВЧ-энергоподводом / Казарцев Д.А., Антипов С.Т., Журавлев А.В., Нестеров Д.А., Бородкина А.В.; заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. ун-т. инж. технол. - № 2013150692/06; заявл. 14.11.2013; опубл. 20.03.2015, Бюл. № 8 (1,5 п.л., лично соискателем, 0,5).

9. Пат. № 2547345 Российская федерация, МПК F26B25/22(2006.01). Способ автоматического управления процессом сушки дисперсных материалов в закрученном потоке теплоносителя с СВЧ-энергоподводом / Казарцев Д.А., Антипов С.Т., Журавлев А.В., Нестеров Д.А., Бородкина А.В., Виниченко С.А.; заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. ун-т. инж. технол. -

№ 2013156470/06,; заявл. 19.12.2013; опубл. : 10.04.2015, Бюл. № 10 (1,875 п.л., лично соискателем, 0,8).

10. Программа для моделирования СВЧ-сушки семян проса во взвешенно-закрученном слое / Антипов С.Т., Нестеров Д.А., Журавлев А.В., Посметьев В.В., Казарцев Д.А., Марухин А.С., Бородкина А.В., Свидетельство РОСПАТЕНТА о гос. Регистрации программы для ЭВМ № 2015615868; заявл. 30.03.2015; зарегистр. 26.05.2015 (1,17 п.л., лично соискателем, 0,45).

11. Программа для моделирования движения семян проса в су-шильной камере / Антипов С.Т., Нестеров Д.А., Журавлев А.В., Посметьев В.В., Свидетельство РОСПАТЕНТА о гос. Регистрации программы для ЭВМ № 2016612405; заявл. 28.12.2015; зарегистр. 26.02.2016 (1,17 п.л., лично соискателем, 0,45).

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов. Все отзывы положительные, из них – 2 без замечаний, в 7 отзывах содержатся замечания.

Отзывы прислали:

1. Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технологии пищевых производств» ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет» Гроховский Владимир Александрович и кандидат технических наук, старший научный сотрудник кафедры «Технологии пищевых производств» ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет» Ершов Михаил Александрович. Отзыв содержит замечания: 1. Хотелось бы уточнить, значения относительной влажности теплоносителя при проведении экспериментальных работ по обезвоживанию зерна проса. Как влияет относительная влажность воздуха на процесс сушки зерна проса в предлагаемом аппарате? 2. На рисунке 7(б) представлены два графика изменения скорости сушки проса, однако в тексте автореферата не раскрыто описание данных кривых. 3. Для рисунков 8(а)-10(а) необходимо уточнить единицы измерения влажности зерна проса. 4. Следует пояснить причину существенного

различия экспериментальных термограмм зерен проса, представленных на рисунках 2, 4, 6, и термограмм, полученных путем математического моделирования (рис. 8б, 9б, 10б).

2. Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Механическое оборудование» ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Богданов Василий Степанович. Отзыв содержит замечание: В автореферате не приведена методика выполнения эксперимента и не представлена схема экспериментальной установки по определению кинетических закономерностей процесса сушки.

3. Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технологическое и холодильное оборудование» ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет» Похольченко Вячеслав Александрович. Отзыв содержит замечания: 1. Автором в качестве основных факторов, влияющих на процесс конвективной сушки (стр. 10) были выбраны температура воздуха в камере, отношение скоростей осевого и тангенциального потоков воздуха, начальная влажность материала и удельная мощность СВЧ-эпергопода. Каким образом учитывалась относительная влажность воздуха в камере, являющаяся одним из основных параметров конвективной сушки? 2. На стр. 11 автор приводит «...уравнения регрессии, адекватно описывающие данный процесс...». Следовало бы отметить значимость полученных уравнений регрессии и значимость числовых коэффициентов. 3. Представленные на стр. 16 рисунок 11 (технологическая линия переработки зерна) и на стр. 17 рисунок 12 (аппарат для сушки дисперсных материалов) не представляют возможности чтения в печатном варианте автореферата. 4. В автореферате не отмечено, рассматривал ли автор влияние эффекта дипольной поляризации на структурные свойства и качество зерна, получаемого высушиванием с использованием СВЧ-излучения.

4. Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Оборудование пищевых производств» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» Николаев Андрей Николаевич.

Отзыв содержит замечание: В автореферате не приведено технико-экономическое сопоставление разработанного аппарата для сушки дисперсных материалов с существующими на сегодняшний день конструкциями сушилок для зерновых продуктов.

5. Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией био энерготехнологий подразделения СКНИИМЭСХ ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» Максименко Владимир Андреевич и Ведущий инженер лаборатории био энерготехнологий подразделения СКНИИМЭСХ ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» Буханцов Кирилл Николаевич. Отзыв содержит замечания: 1. В первых двух абзацах научной новизны работы (стр.4) автор называет в качестве таковой определенные им формы связи влаги в зерне проса. На наш взгляд, полученные Нестеровым Д.А. данные (стр.6-7) не являются новизной как таковой, поскольку повторяют результаты, найденные намного раньше во времени другими исследователями. Классификация форм связей влаги с материалами общеизвестна и разработана академиком Ребиндером П.А. (Ребиндер П.А. и др., 1952), получила дополнительное развитие применительно к процессам сушки у Лыкова А.В. (Лыков А.В., 1968) и была конкретизирована для влаги в зерне разных сельхозкультур в работах других авторов (Гинзбург А.С. и др., 1969; Куприц Я.Н. и др., 1977; Егоров Г.А., 1985; Казаков Е.Д., 1994 и др.). 2. В описании второй главы автореферата (стр.6-7) приведены результаты экспериментального определения форм связи влаги в зерне проса, а также физико-механические, теплофизические и электрофизические его параметры, но не указано для какого количества и каких конкретно наименований сортов и гибридов проса они найдены, при каких значениях начальной влажности и объемной плотности зерна проводились опыты, а также с использованием каких аппаратурно-приборных средств. 3. В третьей главе автореферата (стр.7-11) не приведено конструктивно-функциональной схемы, фотографии, описания устройства и принципа работы лабораторной установки, на которой проводились экспериментальные исследования, что не дает достаточно полного представления о методике и программе

проведения опытов, а также не позволяет судить об адекватности переноса полученных в ней режимов процесса для использования в промышленном аппарате для сушки дисперсных материалов в закрученном потоке теплоносителя с СВЧ-энергоподводом (рис. 12 стр. 17). 4. В автореферате нигде не указываются марки и основные технические характеристики источников СВЧ-энергии (мощность и способ ее регулирования, КПД, время эксплуатации, тип генерируемой электромагнитной волны [H_{10} , H_{11} или др.], вид охлаждения, величина $K_{СВН_{Um}}$ и др.), используемых в лабораторной установке и в производственном СВЧ-аппарате с закрученными потоками теплоносителя, не говорится о том, проводились ли автором исследования по согласованию магнетрона с рабочей камерой сушилки, что особенно важно в условиях низкой заполненности рабочей зоны установки высушиваемым материалом, поскольку в этом случае в результате переотражения электромагнитной волны от стенок рабочей камеры может произойти возврат части энергии магнетрона, что приведет к выходу его из строя, а также вызовет существенное снижение его теплового КПД из-за непроизводительных потерь СВЧ-энергии, к не-равномерности распределения электромагнитного поля СВЧ в рабочей камере, которая в свою очередь приведет к неравномерности нагрева и сушки зерна и к увеличению неэффективных энергозатрат на процесс. Таким образом, отсутствие в работе перечисленных сведений показывает, что в ней не дается никаких исходных данных для оценки эффективности проводимой СВЧ-обработки зерна в составе комбинированного способа сушки и эксплуатационной надежности работы СВЧ-блока в разработанном сушильном аппарате. Экспериментально выявленная технологическая эффективность сушки проса исследуемым способом не обязательно соответствует эффективному проведению в нем СВЧ-обработки. 5. Нуждается в объяснении, с чем связано снижение температуры нагрева материала (T , К) на ряде режимов процесса сушки исследуемым способом в диапазоне времени от 3,5-3,8 мин. до 9 мин., показанное на графиках зависимости $T = f(t)$ на рисунке 7в (стр. 14), рисунках 86, 96, 106 (стр.15) и полученное по результатам расчета параметров процесса снижения влажности

на разработанной автором математической модели. На первый взгляд, факт снижения температуры зерна противоречит физическому смыслу процесса сушки, поскольку с уменьшением отбора количества тепла на испарение влаги, из-за уменьшения ее количества в материале по мере обезвоживания, избыток тепловой энергии, подводимой в процесс должен повышать температуру зерна, или поддерживать ее на постоянном уровне, если учитывать снижение количества выделяемого тепла в материале от СВЧ-обработки из-за снижения влажности зерна. 6. В п.7 основных выводов и результатов по работе (стр.18) говорится о проведенных промышленных испытаниях, найденных в исследованиях оптимальных технологических параметров разработанного сушильного оборудования для зерна проса, но в тексте автореферата о сути этих испытаний ничего не сказано, в частности, о том, как в производственных условиях реализовывался разработанный автором процесс сушки. Кроме того нигде в автореферате не приведены числовые данные по результатам этих испытаний. 7. В автореферате не отражено проводилась ли технико-экономическая оценка эффективности разработанного автором СВЧ-аппарата для сушки проса в закрученном потоке теплоносителя и какая марка шахтной или барабанной сушилки была выбрана в качестве базового варианта для сравнения. Кроме того, для вычислений необходимо привести технические характеристики для разработанной автором производственной комбинированной сушилки (рис. 12 стр. 17), поскольку все известные установки кипящего слоя, аэрофонтанные зерносушилки и аппараты с закрученными потоками теплоносителя всегда существенно уступают шахтным и барабанным сушилкам по производительности.

6. Доктор технических наук, профессор, советник при ректорате ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» Дворецкий Станислав Иванович и кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» Акулинин Евгений Игоревич. Отзыв содержит замечания: 1. Представлению эксперимен-

тальных данных, описанных во второй и третьей главах, должно предшествовать теоретическое исследование, представленное в главе 4, что позволит уменьшить объем экспериментальной части работы. 2. Автор разработал новый процесс, но не оценил его по параметрам надежности, управляемости, устойчивости и стабильности.

7. Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технологические машины и переработка материалов» ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия» Боташев Анвар Юсуфович. Отзыв без замечаний.

8. Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Высокоэнергетические процессы и агрегаты» «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Исрафилов Ирек Хуснемардинович и кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Высокоэнергетические процессы и агрегаты» «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Башмаков Дмитрий Александрович. Отзыв содержит замечания: 1. В автореферате присутствует достаточное количество рисунков и графиков различных зависимостей, однако некоторые из них невозможно прочитать, в частности рис. 11. 2. В разделе Апробация работы указаны только города и года конференций, однако отсутствуют сами названия конференций что затрудняет поиск информации.

9. Доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технологии, машины и оборудование пищевых производств» ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет» Сиюхов Хазрет Русланович. Отзыв без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетенцией, достижениями в данной отрасли науки, научных публикаций в соответствующей сфере исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана технология сушки зерна проса и математическая модель, описывающая движение зерен проса в сушильной камере цилиндрической формы и процесс сушки зерен проса. позволяющая производить оценку механического поведения теплоносителя в сушильной камере и зерен проса, как сыпучей среды, а также уровень тепло- и влагообмена между зернами проса, стенками сушильного аппарата и окружающей средой;

предложена конструкция сушильного СВЧ-аппарата с закрученными потоками теплоносителя для сушки зерна проса, позволяющий производить более интенсивное протекание процесса сушки за счет применения комбинированного источников подвода энергии; способ автоматического управления разработанного аппарата с использованием метода регулирования конечной влажности продукта по трем уровням; и технологическая схема сушки проса с использованием разработанного сушильного аппарата;

доказаны перспективность научно-практических подходов к созданию технологии комплексной переработки зерна проса с использованием разработанного сушильного аппарата, а также перспективность применения предлагаемых технических решений в науке и практике;

введены и обоснованы рациональные технологические режимы проведения процесса сушки зерна проса в СВЧ-аппарате с закрученными потоками теплоносителя и рациональные параметры температуры, отношения скоростей осевого и тангенциального потоков теплоносителя и мощности СВЧ, что позволяет производить сушку зерна проса максимально эффективно.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение представлений об изучаемом процессе сушки зерна проса с применением закрученных потоков теплоносителя и СВЧ-энергии, расширяющие границы применимости полученных результатов;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, т.е. с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс существующих базовых методов исследования, в т.ч. кинетических закономерностей процесса сушки зерна проса в СВЧ-аппарате с закрученными потоками теплоносителя;

изложена идея и доказательство ее реализации, связанная с возможностью проведения процессов сушки зерна проса предлагаемым методом;

раскрыты новые представления о применении зерна проса и продуктов его переработки в пищевой промышленности;

изучены основные кинетические закономерности процесса сушки зерна проса с использованием закрученных потоков теплоносителя и СВЧ-энергии;

проведена модернизация существующих математических моделей, получено решение математической модели конечно-разносным методом, описывающей движение зерен проса в сушильной камере и протекание процесса сушки.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и внедрена технология сушки зерна проса с использованием СВЧ-аппарата с закрученными потоками теплоносителя, с соответствующим способом автоматического управления сушильного аппарата;

определены рациональные режимы процесса сушки с применением СВЧ-аппарата с закрученными потоками теплоносителя: температура теплоносителя, отношение скоростей осевого и тангенциального потоков теплоносителя и мощность СВЧ-излучения;

создано математическое описание движения зерен проса в сушильной камере и сушки зерен проса;

представлены предложения по совершенствованию и интенсификации изучаемого процесса сушки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях эксперимента, результаты получены на аттестованном оборудовании кафедры машин и аппаратов пищевых производств ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», проведены производственные испытания разработанного сушильного аппарата на ООО «Воронежсельмаш» и АО «Воронежский экспериментальный комбикормовый завод»;

теория построена на известных проверяемых данных и согласуется с опубликованными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе опыта теоретических и практических исследований отечественных и зарубежных ученых по проблеме сушки зерна проса;

использованы сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлено качественное и количественное совпадение результатов, полученных автором экспериментально, с результатами математического моделирования;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в: непосредственном участии во всех этапах выполнения научно-исследовательской работы, анализе информационных источников по теме диссертации, непосредственной постановке и проведении основного объема экспериментальных исследований для получения опытных данных, их анализа и статистической обработки; формулировки выводов; подготовки к патентованию изобретения и публикаций по результатам исследований.

На заседании 24 мая 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Нестерову Д.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 16 докторов наук по специальности 05.18.12, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.035.01,
д.т.н., профессор

Ученый секретарь совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.035.01,
к.т.н., доцент



Остриков А.Н.

Фролова Л.Н.

«24» мая 2018 г.