ОТЗЫВ

официального оппонента – кандидата технических наук, доцента кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых производств» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственных технический университет» Прохоренко Натальи Андреевны на диссертационную работу Кирмасова Владислава Юрьевича на тему: «Интенсификация процесса конвективной сушки зерна кукурузы предварительной озоновоздушной обработкой», представленную к защите в диссертационный совет 35.2.008.01 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

1. Актуальность темы исследования

В современных условиях обеспечение продовольственной безопасности страны требует эффективных технологий послеуборочной обработки зерна, одной из ключевых операций которой является сушка. Кукуруза занимает ведущее место среди зерновых культур по объёмам производства и использованию в пищевой и кормовой промышленности, однако её зерно имеет плотную оболочку, что существенно затрудняет удаление влаги. Традиционные способы сушки часто сопровождаются перегревом, растрескиванием зерна и снижением его качества, а также высокими энергозатратами.

Предлагаемый автором подход, основанный на предварительной озоновоздушной обработке влажного зернового вороха перед конвективной сушкой, позволяет интенсифицировать процесс влагоудаления за счёт ослабления связей воды с органическими компонентами зерна, расширения межклеточных мембран и увеличения проницаемости оболочки. Это обеспечивает сокращение продолжительности сушки, снижение энергозатрат и сохранение посевных качеств семян. Таким образом, тема диссертационной работы, направленная на разработку научно обоснованных режимов предварительного озонирования и математической модели влагопереноса, является актуальной и имеет важное значение.

2. Научная новизна

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

– установлена закономерность изменения влагосодержания зерна кукурузы во времени при конвективной сушке от коэффициентов влагопроводности,

термовлагопроводности, теплопроводности, критерия фазовых превращений, эквивалентного радиуса зерна и его плотности, отличающаяся учетом влияния предварительной озоновоздушной обработки в виде коэффициента интенсификации влагопереноса;

– выявлена зависимость коэффициента интенсификации влагопереноса при конвективной сушке зерна кукурузы от параметров процесса термического воздействия и предварительной озоновоздушной обработки, отличающаяся учетом концентрации озона и времени озонирования;

– предложено техническое решение устройства для сушки зерна, отличающееся наличием предварительной озоновоздушной обработки с постоянным мониторингом режимов озонирования;

– определены режимы предварительной озоновоздушной обработки зерна кукурузы перед подачей в шахтную зерносушилку, отличающиеся рациональной дозой озонирования.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе

Обоснованность научных положений и выводов подтверждается корректным использованием фундаментальных теорий тепло- и массопереноса (А.В. Лыкова), современных методов математической статистики (критерии Фишера, Стьюдента) и имитационного моделирования в среде MATLAB Simulink. Достоверность экспериментальных данных обеспечена применением поверенного измерительного оборудования, многократной повторностью опытов и тщательной статистической обработкой результатов. Сходимость теоретических и экспериментальных данных (средняя относительная погрешность не превышает 1,5%) подтверждает адекватность разработанной модели.

4. Значимость полученных результатов

Теоретическая значимость работы заключается в разработке закономерности изменения влагосодержания зерна кукурузы во времени, учитывающая влияние предварительной озоновоздушной обработки на интенсификацию процесса сушки, а также зависимости коэффициента интенсификации влагопереноса при конвективной сушке предварительно проозонированного зерна кукурузы, учитывающая температуру сушильного агента, концентрацию озона и время озоновоздушной обработки. Эти результаты дополняют теорию сушки зерновых культур.

Практическая значимость состоит в создании:

- программ для ЭВМ (свидетельства № 2023614948 и № 2026619507), реализующих математическую модель и позволяющих проводить численные эксперименты по оптимизации режимов сушки;

- устройства для сушки зерна (патент РФ № 226053) с предварительным озонированием и автоматическим контролем параметров;

- рациональных режимов предварительной озоновоздушной обработки (доза 500–600 мг·мин/м³, концентрация 9 мг/м³, время 1 ч), обеспечивающих сокращение времени сушки на 25–30% и повышение энергии прорастания на 5% и лабораторной всхожести на 4%.

Результаты исследований внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ и учебно-научно-технологический центр «Агротехнология», а также в производство (ООО «Новоусманская земля», консорциум «KOBLiK GROUP»), что подтверждено соответствующими актами.

5. Структура, объем и степень завершенности диссертации

Диссертационная работа является завершённым научным исследованием, изложена на 174 страницах машинописного текста и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений, списка литературы (137 наименований) и приложений. Работа содержит 37 рисунков и 31 таблицу.

Во введении обоснована актуальность, сформулированы цель и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, представлены объект, предмет, методы исследования, положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведён анализ существующих способов сушки зерна, обоснован выбор конвективного способа и шахтной зерносушилки для реализации технологии с предварительным озонированием.

Во второй главе на основе теории А.В. Лыкова выведено дифференциальное уравнение кинетики влагопереноса, введён коэффициент интенсификации влагопереноса, разработана имитационная модель в среде Simulink.

В третьей главе описаны программа и методика экспериментальных исследований, включая планирование эксперимента методом латинского гиперкуба, конструкции лабораторных установок и методики измерений.

В четвёртой главе спроектирована конструктивно-технологическая схема зерносушилки с применением предварительной озоновоздушной обработки, приведены результаты экспериментальных исследований по обоснованию рациональных режимов

озонирования влажного зерна кукурузы перед его сушкой, определено влияние предварительного озонирования влажных семян кукурузы на их посевные качества, проведена проверка адекватности математической модели, а также приведены результаты расчётных экспериментов по влиянию температуры и дозы озона на сушку.

В пятой главе представлены экономические расчёты, подтверждающие целесообразность внедрения разработанной технологии (годовой экономический эффект ~1,0 млн руб., срок окупаемости 1,67 года).

6. Полнота опубликования основных результатов диссертации

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 20 печатных работах, из которых 3 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 патент РФ на полезную модель, 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Публикации полностью отражают содержание диссертации и соответствуют её основным положениям.

7. Соответствие содержания автореферата диссертации

Автореферат в полной мере раскрывает содержание диссертации, отражает основные положения, научные выводы и практические рекомендации. Стиль и структура автореферата соответствуют установленным требованиям.

8. Замечания по диссертации

1. В разделе «Степень разработанности темы» перечислено много авторов, но нет конкретного вывода о том, какой именно пробел заполняет ваша работа.
2. В работе не указан сорт или гибрид кукурузы, на котором проводились эксперименты.
3. В описании лабораторной установки для озонирования не указаны технические характеристики компрессора, осушителя, озонатора (производительность, мощность, давление).
4. Таблица 4.4 (с. 117–118): данные сгруппированы не очень удобно. В каждой ячейке указаны температура и концентрация – лучше было бы вынести в отдельные колонки.
5. Теоретические зависимости получены посредством программного обеспечения, что не позволяет проследить взаимосвязи между полученными выражениями.

6. Из работы не ясно, чем обоснован выбор электроозонатора барьерного типа. Следовало бы провести сравнительный анализ с устройствами различного типа разряда.

7. В разделе 2.2 описан трехэтапный алгоритм идентификации. На первом этапе вы определяете λ и ε для каждого температурного режима, а затем усредняете их. Не могли бы вы пояснить, почему не использовался метод совместной идентификации всех параметров сразу (глобальная оптимизация), который мог бы учесть взаимное влияние переменных и дать более устойчивые оценки?

8. При работе с лабораторными сушилками (шахтной и жалюзийной) вы разделяете одну партию зерна на две части – для контроля и для опыта. Насколько однородна исходная партия? Проводилась ли предварительная оценка начальной влажности и фракционного состава каждой части, чтобы исключить влияние неоднородности на результаты?

9. В работе указано, что погрешность модели < 1,5%. Однако не уточнено, для какого диапазона параметров это справедливо. Верифицировалась ли модель для всего исследованного диапазона концентраций (2-18 мг/м³) и температур (33-57 °C) или только для оптимальных? Как модель ведет себя на границах этих диапазонов?

Указанные замечания не снижают общей научной и практической ценности работы и не влияют на её положительную оценку.

9. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Кирмасова Владислава Юрьевича «Интенсификация процесса конвективной сушки зерна кукурузы предварительной озоновоздушной обработкой» является завершённой научно-исследовательской работой, выполненной на высоком научно-методическом уровне. В ней решена актуальная научно-техническая задача – интенсификация сушки зерна кукурузы за счёт предварительной озоновоздушной обработки. Работа имеет теоретическую и практическую значимость, соответствует паспорту специальности 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса», а именно пунктам 1 «Свойства сельскохозяйственных сред и материалов, как объектов технологических воздействий, транспортировки и хранения» и 2 «Теория и методы технологического воздействия на объекты сельскохозяйственного производства» и полностью отвечает требованиям пп. 9–14 Положения о порядке присуждения ученых степеней (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Кирмасов

Владислав Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса» (технические науки).

Официальный оппонент:
кандидат технических наук,
доцент кафедры «Процессы и аппараты
химических и пищевых производств»
ФГБОУ ВО ВолгГТУ Прохоренко Наталья Андреевна

7.09.2026 г.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственных технический университет». Почтовый адрес: 400005, Г. Волгоград, пр. им В.И.Ленина, д 28. Тел: +7(8442)23-00-76. E-mail: rector@vstu.ru.