

ОТЗЫВ

официального оппонента Мансурова Рустама Шамильевича, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет» НГАСУ (Сибстрин) на диссертационную работу Кузнецова Евгения Петровича на тему: «Термодинамическое обоснование режимов работы систем обеспечения микроклимата хранилищ биологически активной продукции» представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение»

Актуальность темы диссертации

Из научных проблем и практических задач, решаемых при сохранении растительной биологической продукции в активном состоянии в течение всего периода хранения, актуальными являются те которые направлены на энергоэффективные технические и технологические разработки систем климатизации хранилищ в сельскохозяйственном производстве.

Исследование интенсивности термодинамических процессов тепломассопереноса между биологически активными плодами в слое и количественно-качественными параметрами влажного воздуха позволяет оценить эффективность систем обеспечения микроклимата овощехранилищ при их проектировании и реконструкции.

Использование известной теории потенциала влажности позволяет разработать математические модели термодинамики процессов тепломассопереноса во влажном воздухе в слое сочного растительного сырья и инженерных методик расчёта систем климатизации с учётом особенностей хранения растительной биологически активной продукции.

Результаты диссертации могут быть использованы для разработки и дальнейшего изучения энергоэффективных режимов работы систем климатизации хранилищ, при обеспечении максимальной сохранности собранного урожая растительного сырья. Поэтому диссертация актуальна с социальной, экономической и научной сторон.

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

Степень обоснованности научных положений обеспечена систематическим анализом автором научной, нормативно-технической и специальной литературы в области исследований. Анализ литературных данных позволил автору: обосновать выбор градиента потенциала влажности как основного параметра движущей силы тепломассопереноса в слое сочного растительного сырья; обосновать необходимость исследования процессов тепломассопереноса в слое растительного сырья и разработки инженерной методики расчета энергоэффективных режимов работы систем вентиляции с учётом влияния термодинамических параметров влажного воздуха на процесс хранения.

Экспериментальная проверка в натуральных условиях подтвердила предположение, о возможности рассмотрения штабеля контейнеров как насыпи с равномерно распределенным по объему источником теплоты и влаги при оценке процессов тепломассобмена в системе «влажный воздух - сочное растительное сырье» с позиции известной теории потенциала влажности.

Научная новизна и достоверность полученных результатов

Новизна проведенных исследований заключается: в получении зависимостей для мелкомасштабного расчета постоянных значений потенциала влажности $\theta = \text{const}$ на $I-d-\theta$ -диаграмме в области низких положительных температур; в адаптации модели тепломассообмена для слоя сочного растительного сырья, позволяющей определять через разность потенциалов влажности сорбирующую способность воздуха и направление процессов тепломассообмена в слое; в получении аналитических зависимостей для определения количественных показателей интенсивности процессов тепломассопереноса в слое биологически активной продукции с позиции известной теории потенциала влажности; в разработке инженерного метода расчета режимов работы систем климатизации при хранении биологически активной продукции, отличающейся от предыдущих учетом тепловлажностных условий хранения различной растительной продукции.

Проверке достоверности полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований в диссертации уделено соответствующее внимание. Полученные результаты не противоречат основным положениям теории тепломассопереноса. Проведено сравнение аналитических решений и экспериментальных данных, полученных соискателем с результатами других авторов. Достоверность результатов экспериментальных исследований основана применением стандартных общепринятых методик планирования, поверенных приборов и сертифицированных программных пакетов по обработке результатов исследований.

Значимость результатов, полученных в диссертации

Результаты диссертационного исследования актуальны для развития теории и методологии расчетов процессов тепломассопереноса в слое биологически активной продукции, что важно для практики проектирования и энергоэффективной эксплуатации систем климатизации хранилищ растительного сырья. Предлагаемый термодинамический подход является практическим приложением известной теории потенциала влажности и расширяет возможности применения $I-d-\theta$ -диаграммы в инженерных расчетах систем климатизации овощехранилищ.

Результаты исследований могут использоваться при строительстве, реконструкции и эксплуатации энергоэффективных систем обеспечения микроклимата хранилищ сельскохозяйственной продукции.

Оптимизация режимов работы систем климатизации, основанная на разработанной автором инженерной методике расчета времени работы вентиляционных систем при поддержании требуемых параметров влажного воздуха позволяет сократить энергозатраты и убыль продукции.

Обоснованное использование необработанного наружного воздуха в качестве естественного источника холода позволяет повысить энергоэффективность систем обеспечения микроклимата в хранилище.

Экономический эффект от оптимизации режимов работы систем активной вентиляции при хранении сочного растительного сырья в натуральных условиях в ООО Агрофирма «Белозерки» составил 600 000 рублей в год.

Теоретические и практические результаты исследований используются при чтении лекций, проведении курсового и дипломного проектирования со студентами Тольяттинского государственного университета по дисциплинам «Вентиляция промышленных зданий», «Энергетическая оценка объектов теплогазоснабжения и вентиляции».

Структура работы

Материалы диссертационной работы изложены на 126 страницах машинописного текста. Состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка литературы и приложений. Диссертация включает 119 источников литературы, в том числе 19 иностранных источников. Иллюстрационный материал содержит 55 рисунков, 20 таблиц в тексте, 3 приложения.

Стиль изложения и полнота отражения в публикациях

Диссертационная работа написана грамотно, стиль изложения позволяет провести на должном уровне экспертизу полученных результатов исследования. Построение диссертации логично, каждая из глав и диссертация в целом снабжена выводами. Анализ литературных источников, результаты теоретических и экспериментальных исследований оформлены в соответствии с правилами научного цитирования и заимствования. Автореферат отражает содержание диссертации. Результаты диссертационного исследования опубликованы в 10 печатных работах, из которых 4 в ведущих рецензируемых научных журналах.

Замечания по диссертационной работе

1. Во введении автором делается следующее заключение: «Интенсивность испарения влаги с поверхности картофеля и овощей зависит от многих частных явлений, которые трудно поддаются изучению. Поэтому нахождение закономерностей тепловлагообмена должно базироваться на наиболее общем термодинамическом подходе, позволяющем отказаться от анализа частных закономерностей.», что, на мой взгляд, априори неверно. Именно изучение частных закономерностей экспериментально или путём математического моделирования (что в настоящее время вполне осуществимо) позволило бы автору: во-первых, вполне обосновано делать такие заключения, а во-вторых –

выявить основные факторы, влияющие на процессы испарения влаги термодинамического и, или биологического характера.

2. В литературном обзоре приводятся 18 источников (включая учебники, доклады и нормативно техническую литературу и не включая авторские публикации) «моложе» 1999 года, что составляет менее 16% всего списочного состава используемой литературы. Численный состав авторов, ведущих в последние десять-пятнадцать лет исследования по изучаемой автором теме, также ограничен в диссертации несколькими повторяющимися фамилиями, а именно - В.И. Бодров, М.В. Бодров, А.Н. Гвоздков, М.Н. Кучеренко. Следовательно, автором недостаточно глубоко изучены научные публикации зарубежных и отечественных авторов.
3. Фраза «теплофизическая модель тепломассообмена», на мой взгляд, надумана. Процесс тепломассообмена и есть теплофизический процесс. Модель же, как объект исследования, может быть математической, натурной или экспериментальной.
4. Фраза «удельный экономический эффект» скорее должна звучать как «годовой экономический эффект», так как экономия приводится автором за годовой период наблюдения, что естественно для хранения СРС. Удельный же экономический эффект должен быть отнесён, например, к тонне растительного сырья.
5. Утверждение автором, что «в технической литературе недостаточно данных по одновременной автоматизации температурных и влажностных параметров воздушной среды» в корне неверно, так как современные средства АСУ ТП позволяют автоматизировать практически любой процесс. Если же применительно к овощехранилищам таких систем до сегодняшнего дня не существовало, что маловероятно, то автору необходимо было самому разработать технологическую схему автоматизации на основании проведённых им исследований, тем более что элементная база датчиков и систем управления в настоящее время это позволяет.
6. Фраза автора «Для термодинамического обоснования характера направления кривых $\theta = \text{const}$ М.Н. Кучеренко [59, 60] были проведены аналитические

исследования, в результате которых были определены эмпирические зависимости» требует пояснения. Эмпирические зависимости получаются, как правило, при анализе экспериментальных данных. Автору необходимо уточнить, чьи экспериментальные данные анализировала М.Н. Кучеренко.

7. Автору необходимо пояснить фразу «Специфические условия микроклимата хранилищ сочного растительного сырья (низкая t_v , высокая ϕ_v) не дают получить достаточную точность определения перепада температур и коэффициента теплообмена на внутренней поверхности ограждения α_v ». Имеется в виду, что конкретно мешало автору измерить данные параметры с необходимой точностью.
8. Фраза «Линии постоянных потенциалов также являются кривыми, но их нанесение на $I-d$ – диаграмму не объяснено авторами [9, 32]» является некорректной по отношению к этим авторам (в т.ч. к Богословскому В.Н.). Следовало глубже изучить работы этих авторов, возможно, объяснения и нашлись бы.
9. Фраза «Основная цель планирования эксперимента – достижение максимальной точности решения поставленной задачи при минимальном количестве опытов и сохранения достоверности результатов [4, 92]. Биологически активная продукция, участвующая в эксперименте, вызывает необходимость повтора опыта в количестве **три раза** [70]» требует от автора пояснения. На мой взгляд, проведение эксперимента и его планирование заключается в выявлении закономерностей, изучении физических основ процесса, выявлении определяющих факторов на изучаемый процесс при использовании соответствующей измерительной системы. Пока не ясна полностью картина физического процесса нельзя, даже используя мощнейшие математические аппараты по планированию и обработке экспериментальных данных, сказать сколько раз нужно повторить эксперимент. Например, исследуемый процесс может оказаться стохастическим, или связан с особенностями биологической активности объекта исследования.
10. Методика замера температуры и относительной влажности в контейнере не расписана автором достаточно подробно. Зонд прибора testo 435-2 имеет длину

рабочей части 150-200 мм при диаметре полой трубки 30 мм, в которую он помещался, и ширине контейнера 800 мм. Хотелось бы знать, на какую глубину помещался зонд, затыкалось ли отверстие, через которое вводился зонд, и какое время необходимо было выждать для установления показаний термогигрометра. Вызывает также вопросы фраза автора «Процесс измерения неизбежно сопровождается ошибками, которые вызваны несовершенством измерительных средств, нестабильностью условий проведения измерений, несовершенством самого метода и методики измерений, недостаточным опытом и несовершенством органов чувств человека, выполняющего измерения, а также другими факторами», что снижает качество и достоверность полученных результатов.

11. При обработке экспериментальных данных ($t_{в}$, и $\phi_{в}$) автором не приводится алгоритм расчёта потенциала влажности Θ , а также погрешность при его вычислении.
12. Автором не обоснована фраза «Вместо общепринятой среднесуточной температуры предлагается принять следующую температуру наружного воздуха [15]: $t_{н}^H = 0,5(t_{н.в} + t_{ср}) - 0,25t_{а}$ ». Следовало более детально сформулировать своё предпочтение к методике расчёта среднесуточной температуры предложенной авторами работы [15].

Тем не менее, указанные замечания в целом не снижают качество рецензируемой работы, и не оказывают определяющего влияния на положительную оценку работы в целом.

Заключение

Диссертация Кузнецова Е.П. на тему «Термодинамическое обоснование режимов работы систем обеспечения микроклимата хранилищ биологически активной продукции» соответствует пунктам 1 и 3 паспорта специальности 05.23.03 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение», требованиям, предъявляемым п.10, п.11, п.13 и п.14 «Положения о присуждении учёных степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842); представляет собой самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно

обоснованные технические, технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Соискатель Кузнецов Евгений Петрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Официальный оппонент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», кандидат технических наук по специальности 05.23.03 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение», доцент



Мансуров
Рустам Шамильевич

«03» ноября 2016 г.

Подпись Мансурова Рустама Шамильевича заверяю:

Почтовый адрес:

630008, Новосибирск-8, ул. Ленинградская, 113

Телефон: 8 (383) 266-38-21 (раб.),

8 (909) 534-71-43 (моб.)

e-mail: rmansurov@inbox.ru



Мансуров Р.Ш.
ЗАВЕРЯЮ
Яковух Н.И.