

ОТЗЫВ

официального оппонента

БОДРОВА Михаила Валерьевича,

доктора технических наук, профессора кафедры «Отопление и вентиляция»

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный

архитектурно-строительный университет»

на диссертационную работу Кузнецова Евгения Петровича

на тему: «Термодинамическое обоснование режимов работы систем

обеспечения микроклимата хранилищ биологически активной продукции»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирова-

ние воздуха, газоснабжение и освещение

(отрасль науки – технические)

Актуальность темы диссертации

Для большей части России характерны климатические условия, которые обуславливают длительное хранение сочного растительного сырья. Однако, в настоящее время, потери хранящейся продукции достигают 30 %, в результате чего продуктивность и рентабельность сельскохозяйственного производства резко снижается.

Перспективным направлением в снижении потерь и повышении сохранности сочного растительного сырья является обеспечение оптимальных температурно-влажностных режимов в хранилищах, которое можно достичь путем применения систем активной вентиляции, расчет которых основан на оценке интенсивности процессов тепломассообмена в слое хранящейся продукции. Затруднения при выявлении движущей силы тепломассообмена вызывают неоднозначный подход к оценке интенсивности процессов тепломассообмена в слое сочного растительного сырья.

Создание новейших энергоэффективных технологий поддержания параметров микроклимата при хранении сочного растительного сырья с одновременным повышением сохранности продуктов возможно только при комплексном учете динамики тепломассообменных процессов и определяющих их факторов с учетом основных теплофизических характеристик.

В связи с этим выбранная автором тема диссертационного исследования является весьма актуальной и своевременной.

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

Обоснованность научных положений диссертационного исследования доказывается глубоким изучением и систематизацией трудов российских и зарубежных ученых в области изучения процессов тепломассообмена в слое биологической продукции и расчета режимов работы систем обеспечения параметров микроклимата при хранении растительного сырья. На основе обзора рассмотренных методов расчета тепломассообмена в биологически актив-

ной продукции сделан вывод, что существующие методики не в полной мере учитывают особенности тепло-влажностных характеристик сырья.

Автором предложена методика расчета интенсивности процессов тепломассообмена в слое сырья на основе градиента полного термодинамического потенциала, позволяющая скорректировать время работы систем вентиляции в хранилище и повысить сохранность хранящейся продукции.

На основе проведенных графо-аналитических исследований $I-d-\theta$ -диаграммы получены математические зависимости и разработана уточненная $I-d-\theta$ -диаграмма в области низких положительных температур. Автором разработан оригинальный инженерный метод расчета режимов работы систем обеспечения микроклимата при хранении биологически активной продукции с использованием уточненной $I-d-\theta$ -диаграммы в области низких положительных температур.

Для подтверждения обоснованности научных положений были проведены натурные исследования динамики изменения потенциала влажности в слое хранящейся продукции. Полученные в результате экспериментальных исследований поля потенциала влажности позволяет рассматривать штабель контейнеров хранящейся продукции как насыпь с равномерно распределенными по объему источниками теплоты и влаги. При постановке эксперимента были использованы современные поверенные приборы. Обработка экспериментальных данных проводилась с помощью автоматизированных программных пакетов Microsoft Office Excel и OriginLab 8.1.

Научные положения, выводы и результаты исследований, опубликованы в 10 печатных работах, в том числе в 4 статьях в рецензируемых журналах по списку ВАК. Доклады по теме диссертационной работы были предметом обсуждения на тематических международных и всероссийских научных конференциях.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций сформулированных в диссертации

Основная научная идея диссертации заключается в повышении эффективности хранения сочного растительного сырья путем разработки методики расчета интенсивности процессов тепломассообмена в слое на основе градиента полного термодинамического потенциала.

В качестве новых научных результатов отмечаются следующие положения:

- аналитические зависимости потенциала влажности θ от упругости водяного пара p_n с нанесением линий постоянных потенциалов $\theta = \text{const}$ на $I-d-\theta$ -диаграмму в области низких положительных температур;

- уточненная теплофизическая модель тепломассообмена в слое сочного растительного сырья;

- экспериментальное подтверждение основных аналитических закономерностей изменения потенциала влажности в насыпи сочного растительного сырья;

- метод расчета режимов работы систем активной вентиляции в хранилищах сочного растительного сырья с применением уточненной $I-d-\theta$ -диаграммы в области низких температур.

Достоверность результатов исследований гарантирована достаточной их обоснованностью, корректностью сделанных допущений, достаточной сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований. Предложенные аналитические зависимости не противоречат основным положениям существующих теорий тепломассопереноса и результатам ранее выполненных исследований.

Значимость результатов, полученных в диссертации

Одним из основных значимых результатов проведенных автором исследований является предложенный инженерный метод расчета режимов работы систем обеспечения микроклимата при хранении сочного растительного сырья, основанный на понятии потенциала влажности, с использованием $I-d-\theta$ -диаграммы в области низких положительных температур, учитывающий тепловлажностные показатели продукции, включающий: аналитическое и графическое определение значений потенциала влажности воздуха в процессе вентилирования; аналитическое определение коэффициента влагообмена в слое хранящейся продукции; расчет времени работы систем обеспечения микроклимата для обеспечения максимальной сохранности продукции.

Предложенная инженерная методика расчета времени работы систем обеспечения микроклимата внедрена в практическую деятельность предприятия ООО Агрофирма «Белозерки». Полученный экономический эффект от оптимизации режимов работы систем активной вентиляции при хранении сочного растительного сырья (картофеля) в натуральных условиях составил 600 000 руб. в год.

Результаты проведенных исследований успешно используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет».

Общая характеристика диссертационной работы

Диссертационная работа изложена на 126 страницах и состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка литературы и трех приложений. Список использованной литературы включает 119 источников, иллюстрационный материал содержит 55 рисунков, в тексте имеются 20 таблиц.

Структура работы согласуется с целями и задачами диссертационного исследования. *Во введении* обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы ее цель и основные задачи, научная и практическая значимость решаемых задач, дана краткая характеристика работы.

В первой главе рассмотрены способы хранения и поддержания параметров микроклимата при хранении биологически активной продукции. *Во второй главе* представлены результаты графо-аналитических исследований $I-d-\theta$ -диаграммы в области низких положительных температур и предложена уточненная теплофизическая модель тепломассопереноса в слое хранящейся продукции при различных способах обработки воздуха. *В третьей*

главе представлены результаты натурных исследований динамики изменения потенциала влажности в слое хранящейся продукции. В четвертой главе рассмотрены условия применения естественных источников энергии для поддержания микроклимата в хранилище и предложена инженерная методика расчета времени работы систем вентиляции. В приложениях приведены результаты экспериментальных исследований и документы, подтверждающие практическое использование полученных в работе результатов.

В диссертации имеются необходимые ссылки на авторов и используемые материалы. Текст диссертации изложен на высоком научном уровне. Диссертация содержит научно-обоснованное решение актуальной для строительного проектирования производственных сельскохозяйственных зданий задачи, обладает научной новизной, имеет значимость для теории и практики, представляет собой законченное научное исследование.

Замечания по диссертационной работе

1. Автор оставил без объяснения начальные условия эксперимента, а именно: выбор количества контейнеров с сочным растительным сырьем. Не приводится объяснение выбора геометрического места расположения контейнеров с сочным растительным сырьем относительно друг друга и в хранилище в целом, что имеет большое влияние на полученные конечные результаты.

2. При проведении натурального эксперимента не учитывалась степень загруженности хранилища.

3. В работе на представлен сравнительный анализ предлагаемой уточненной $I-d-\theta$ -диаграммы в области низких положительных температур с диаграммой, представленной ранее в работах проф. В.Н. Богословского и доц. А.Н. Гвоздкова.

4. Вывод № 1 по главе 3 (стр. 100) не следовало приводить как не несущий научной ценности.

5. В работе не приведены сортовые особенности сочного растительного сырья (картофеля) при определении коэффициента массопереноса на основе понятия потенциал влажности в системе «сочное растительное сырье – влажный воздух».

6. На рис. 2.3. (стр. 63) неверно указана единица измерения осредненного коэффициента теплопередаче, следовало указать: $K_{ср}$, (Вт/м²·К).

7. В формуле (4.20) на стр. 121 не корректно указана величина единицы измерения осредненной закупочной цены картофеля C_3 : руб/т, руб/цент. и т.п.

8. Имеются отдельные редакционные замечания, связанные с оформлением списков авторских публикаций и использованной литературы, а именно:

- имеются орфографические ошибки в источниках № А.3 (стр. 127) и № 40 (стр. 132);

- отсутствует единообразие при оформлении подобных источников, например № 16 и № 97, являющимися по своей сути авторефератами диссертаций на соискание ученой степени доктора технических наук.

Хотелось бы отметить, что отдельные указанные замечания и недостатки не снижают новизну и достоверность проведенных автором экспериментальных и теоретических исследований, а также общего положительного впечатления от рецензируемой работы.

Диссертация написана грамотным техническим языком, имеет четкую логичную структуру; автореферат полно отражает содержание диссертационной работы.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Кузнецова Евгения Петровича «Термодинамическое обоснование режимов работы систем обеспечения микроклимата хранилищ биологически активной продукции» соответствует паспорту специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (отрасль науки – технические), а также требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства (от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Считаю, что Евгений Петрович Кузнецов заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
научная специальность 05.23.03 – Теплоснабжение,
вентиляция, кондиционирование воздуха,
газоснабжение и освещение,
профессор кафедры «Отопление и вентиляция»
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
архитектурно-строительный университет»



Бодров Михаил Валерьевич

Адрес: 603950, г. Нижний Новгород,
ул. Ильинская, 65, тел.: 8 (831) 430-54-85,
e-mail: tes84@inbox.ru
26 октября 2016 г.

Подпись профессора, д.т.н. М.В. Бодрова заверяю
Проректор по научной работе ННГАСУ



И.С. Соболев