

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «Тюменский
индустриальный университет»,
к.т.н., доцент

Новоселов Олег Александрович

2016 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации - Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный 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, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (отрасль науки – технические)

Актуальность темы диссертации. Поддержание оптимальных параметров микроклимата при хранении биологически активной продукции является основным фактором, влияющим на сохранность продукции при длительном хранении.

Диссертационная работа Кузнецова Е.П. посвящена решению важной научно-технической проблемы – повышению энергоэффективности систем обеспечения требуемых параметров микроклимата при хранении сочного растительного сырья и обеспечению высокой сохранности продукции.

Актуальность диссертационной работы определяется тем, что снижение энергоемкости сельскохозяйственного производства и обеспечение высокой сохранности сельскохозяйственной продукции в послеуборочный период является основой продовольственной безопасности страны.

Основной причиной значительных потерь продукции при хранении является отсутствие научно-обоснованных способов контроля и поддержания влажностного режима в объеме хранилища, работа существующих систем вентиляции зачастую учитывает только температурную составляющую при создании и поддержании микроклимата при хранении растительного сырья. Перспективным направлением оптимизации режимов работы систем обеспечения микроклимата в хранилищах биологически активной продукции является учет тепловлажностных характеристик продукции, основанный на применении теории полного термодинамического потенциала (потенциала влажности) в качестве движущей силы тепломассопереноса.

Применение разработанного метода расчета режимов работы систем обеспечения микроклимата хранилищ биологически активной продукции обеспечивает не только наиболее полное использование искусственно генерируемой теплоты, но и позволяет снизить убыль продукции за счет обеспечения требуемых температурно-влажностных параметров в период хранения.

В связи с этим, актуальность представленной диссертации, как с теоретической, так и с практической стороны, не вызывает сомнений.

Целью исследования является повышение эффективности хранения сочного растительного сырья путем разработки методики расчета интенсивности процессов тепломассообмена в слое сырья на основе градиента полного термодинамического потенциала.

К достоинствам диссертационной работы можно отнести актуальность постановки задач исследований, логическую последовательность и грамотность изложения материала, а также использование современных методов исследований.

Структура и содержание. Диссертация состоит из введения, 4 глав, основных выводов, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 126 страницах, содержит 20 таблиц, 55 рисунков и 119 литературных источников, в том числе 19 иностранных.

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 диссертации рассматриваются вопросы обеспечения требуемых параметров микроклимата при хранении биологически активного сырья. Оценены физико-механические и теплофизические характеристики сочного растительного сырья, способы хранения и современные методики расчета режимов работы систем вентиляции при хранении. Показано, что основные затруднения при рассмотрении процессов теплопереноса в системе «влажный воздух – слой биологически активного сырья» вызывает определение движущей силы тепловлагообмена. Выявлены преимущества теории потенциала влажности при расчетах динамики теплообмена в слое хранящейся продукции.

На основании литературных источников сформулированы цель и задачи исследований.

Во второй главе приведены результаты графо-аналитических исследований зависимости потенциала влажности θ от упругости водяного пара p_p . Получены аналитические зависимости для определения значений потенциала влажности и нанесены линии постоянных потенциалов $\theta = \text{const}$ на $I-d-\theta$ -диаграмму в области низких положительных температур. Предложена уточненная теплофизическая модель теплообмена в слое хранящейся продукции.

В третьей главе представлены результаты натурных исследований динамики изменения потенциала влажности в слое хранящейся продукции. На основе полученных экспериментальных значений температуры и относительной влажности построены поля потенциала влажности и выявлена закономерность изменения значений потенциала влажности по высоте слоя растительного сырья. Равномерный характер полей потенциала влажности позволяет рассматривать штабель контейнеров как насыпь с равномерно распределенными по объему источниками теплоты и влаги.

Четвертая глава посвящена разработке инженерного метода расчета режимов работы систем обеспечения микроклимата при хранении растительного сырья с использованием уточненной $I-d-\theta$ -диаграмму в области низких положительных температур. Получены аналитические зависимости коэффициента массопереноса от температуры и удельного расхода воздуха. Предложена методика определения оптимального времени работы систем вентиляции при контроле влажностного режима в объеме хранилища.

Представлены условия применения естественного холода при хранении сочного растительного сырья. Показан анализ обеспеченности естественных холодом для климатических условий Среднего Поволжья. Установлено, что обеспеченность параметров наружного воздуха для хранения в климатических условиях Самарской области составляет $K_{об} = 0,45$, для Нижегородской области – $K_{об} = 0,35$.

Даны рекомендации по оптимизации и повышению энергоэффективности работы систем обеспечения микроклимата в хранилищах сочного растительного сырья. Произведена оценка экономической эффективности предлагаемых инженерных решений.

Значимость полученных автором результатов

Научная новизна исследований

В работе предложен новый термодинамический подход к проектированию и расчету систем обеспечения микроклимата при хранении биологически активной продукции, основанный на теории потенциала влажности.

Термодинамически обоснованы и получены аналитические зависимости для расчета значений потенциала влажности θ в области низких положительных температур (ниже 10 °С) с нанесением линий постоянных потенциалов на $I-d-\theta$ -диаграмму.

Предложена уточненная теплофизическая модель теплообмена в слое биологически активного сырья, сорбирующая способность воздуха и

направление процессов тепломассообмена в слое однозначно определяются разностью потенциалов влажности.

Получены аналитические зависимости для определения количественных показателей интенсивности процессов тепломассопереноса в слое биологически активной продукции.

Практическая значимость

Ценность работы состоит в том, что проведенные исследования позволяют обоснованно применять значения потенциала влажности при расчете режимов работы системы вентиляции при хранении сочного растительного сырья и достичь высокой степени сохранности продукции при длительном хранении.

Разработанная методика, учитывающая тепловлажностные показатели хранящейся продукции, включает в себя аналитическое и графическое определение значений потенциала влажности воздуха в объеме хранилища, в слое продукции и при подготовке воздуха в приточных установках и позволяет вести расчет времени работы систем вентиляции для обеспечения оптимальных параметров микроклимата и максимальной сохранности продукции.

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

Теоретическая значимость

Результаты проведенных исследований применяются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» в курсовом и дипломном проектировании, в курсе лекций по дисциплинам «Вентиляция промышленных зданий», «Энергетическая оценка объектов теплогазоснабжение и вентиляция», в процессе выполнения выпускных

квалификационных работ бакалавров по направлению 08.03.01
Строительство.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Разработанная методика расчета времени работы систем вентиляции может быть использована при проектировании и эксплуатации систем обеспечения параметров микроклимата хранилищ сельскохозяйственной продукции.

Существенное практическое значение предложенной методики подтверждается Актом внедрения результатов диссертационной работы в практику деятельности ООО Агрофирма «Белозерки».

Однако необходимо отметить, что по диссертационной работе имеются ряд вопросов и замечаний.

Основные замечания по диссертации и автореферату:

1. Необходимо ли вносить конструктивные изменения в существующие системы вентиляции действующих хранилищ, чтобы применить предложенную методику расчета времени работы систем вентиляции?

2. Из работы не ясно как реализуется автоматизация регулирования работы системы вентиляции при применении предложенного метода расчета времени работы систем вентиляции. Разрабатывались ли автором принципы алгоритмизации предложенной методики расчета времени работы систем вентиляции?

3. Для более широкого внедрения энергоэффективных способов хранения было бы целесообразным рассмотреть климатические характеристики других районов страны с выявлением количественных характеристик обеспеченности требуемых параметров атмосферного воздуха как источника естественного холода.

4. Поля потенциалов влажности (рисунки 3.3, 3.5, 3.7, 3.9, 3.11, 3.13), температур и относительной влажности (приложении Б),

представленные в тексте диссертации не имеют размерных сеток. В тоже время на поля потенциала влажности, представленные в автореферате на рисунке 11, размерная шкала по длине и высоте нанесена.

5. В качестве пожелания необходимо отметить, что автору при проведении экспериментальных исследований следовало расширить перечень сельскохозяйственных культур, подлежащих хранению, и получить для них необходимые показатели интенсивности процессов тепломассопереноса.

Заключение

Представленные замечания не снижают общей оценки работы и не влияют на результаты диссертации. Данная работа выполнена на высоком уровне, по своему содержанию, предмету и методам исследований соответствует специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (отрасль науки – технические). Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа «Термодинамическое обоснование режимов работы систем обеспечения микроклимата хранилищ биологически активной продукции» является законченной научно-квалификационной работой и полностью соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, а её автор, Кузнецов Евгений Петрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Диссертационная работа, автореферат и отзыв на диссертацию Кузнецова Е.П. рассмотрены на заседании кафедры «Теплогасоснабжение и вентиляция» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет».

В заседании приняли участие сотрудники подразделений ФГБОУ ВО «ТИУ», научно-исследовательская деятельность которых соответствует тематике диссертации соискателя.

Протокол № 3 от 20 октября 2016 г.

Голосовали «за» - 12 чел.;

«против» - нет;

«воздержались» - нет.

Заведующий кафедрой
«Теплогазоснабжение и
вентиляция», к.т.н., доцент

Жилина Татьяна Семеновна

Профессор кафедры
«Теплогазоснабжение и
вентиляция»,
д.т.н., профессор

Чекардовский Михаил Николаевич

Подпись	<i>Жилиной Т.С.</i>
заверяю	
Документовед общего отдела ТИУ	<i>В.И. Власова С.Б.</i>
	<i>25.10.2016</i>



Жилина Татьяна Семеновна, заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», кандидат технических наук, доцент.

Адрес: 625000, Российская Федерация, г. Тюмень, ул. Луначарского, д.2, каб.133

Телефон: 8(3452) 28-39-24

Эл. почта: ktgv@tgasu.ru

Чекардовский Михаил Николаевич, профессор кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», доктор технических наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение, профессор.

Адрес: 625000, Российская Федерация, г. Тюмень, ул. Луначарского, д.2, каб.133

Телефон: 8(3452) 28-39-24

Эл. почта: ktgv@tgasu.ru