

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чуйкина Сергея Владимировича «Методология создания систем обеспечения микроклимата в условиях фазовых превращений в помещении», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение в диссертационный совет 24.2.286.02, созданного на базе Воронежского государственного технического университета.

Создание систем обеспечения микроклимата помещений с учетом архитектурно-планировочных, санитарно-гигиенических, энергоэффективных, особенностей, в зависимости от климатологических характеристик и вида проводимых мероприятий, с соблюдением температурно-влажностного режима с учетом фазовых превращений во влажном воздухе, а также их методов расчета является и одной из сложных и актуальных задач в системах жизнеобеспечения.

Решение таких сложных задач требует точности проводимых расчетов основных параметров микроклимата помещений, за частую сопровождается созданием математических моделей, экспериментальными исследованиями для предварительной оценки принимаемых проектных решений по способу организации распределения воздуха.

Автором глубоко и основательно изучен объект исследования, проведен анализ современного состояния вопроса, сформированы основные положения методологии системы обеспечения микроклимата в условиях фазовых превращений крытых ледовых катков, о чем свидетельствует содержание первой главы, поставленная цель и задачи исследования работы.

Поставленная в работе цель и задачи исследования отражает высокий научный профессионализм автора.

Анализируя энергетическую эффективность существующих схем организации распределения воздуха по зонам ледового поля автором в главе 2 разработана компьютерная модель вентиляционных потоков в помещении ледового катка для различных схем распределения воздуха. Исследованы параметры влажного воздуха как на поверхности льда, так и в помещении в целом. Получены системы уравнение описывающие фазовые превращения во влажном воздухе помещения ледового катка. Результаты компьютерного моделирования подтверждаются результатами натурных обследований с погрешностью 12-18%.

На основании анализа термодинамических процессов, протекающих при тепломассообмене массива искусственного льда с влажным воздухом для трех основных случаев эксплуатации крытых ледовых катков автором в главе 3 сформулирована рабочая гипотеза и построена математическая модель развития течения тонкой пленки жидкости на горизонтальной поверхности льда под действием сдвиговых усилий потока воздуха, учитывающая возможность двойного фазового перехода воды.

Получены закономерности, описывающие изменение продольного профиля тонкой пленки, возникающие при течении жидкости под действием сдвиговых

усилий, позволяющие повысить точность расчета коэффициента теплоотдачи льда при различных значениях подвижности воздуха, его температуры и влажности.

Предложена модифицированная модель расчета коэффициента теплоотдачи горизонтальной поверхности льда, учитывающая переменную толщину пленки при ее волновом течении по горизонтальной пластине, которая позволит избежать формирования избыточных мощностей систем кондиционирования на этапе их проектирования и повысить эффективность управления режимами работы системы подготовки приточного воздуха для обеспечения требуемых свойств искусственного льда при изменении вида проводимых мероприятий без дополнительных энергозатрат.

Экспериментальные исследования, проведенные автором в главе 3 подтверждают формирование волнового течения пленки воды на поверхности тающего льда при условиях течения набегающего потока воздуха, характерных для неорганизованного воздухообмена сопровождающегося явлением Стефана.

По результатам исследований температурно-влажностных режимов несущих и ограждающих конструкций перекрытия помещения ледового катка в процессах теплообмена с внутренним влажным воздухом помещения автором в главе 4 построена модель сложного теплообмена конструкции перекрытия ледового катка с влажным воздухом верхней зоны, основанная на совместном решении системы уравнений теплопроводности, Фурье, Стефана-Больцмана и Бугера-Бэра, для определения времени ее охлаждения до температуры точки росы при регулировании режима работы системы обеспечения микроклимата. Это позволило учесть ослабление радиационного выхолаживания внутренних поверхностей элементов перекрытия, что объясняется способностью влажного воздуха поглощать излучение от массива искусственного льда.

Разработаны усовершенствованная методика и программа расчета нестационарного радиационно-конвективного теплообмена конструкций перекрытия ледового катка, отличающиеся от существующих учетом смещения теплового центра при несимметричном охлаждении в случае разнонаправленности тепловых потоков на противоположных гранях конструкции. Также учтены пространственные и конструктивные характеристики элементов перекрытия путем введения среднего коэффициента облучения и суммарного коэффициента теплоотдачи поверхностей тел конечных размеров. Предложенные изменения способствуют повышению точности расчета времени охлаждения внутренней поверхности перекрытия до температуры точки росы при работе и простое системы обеспечения микроклимата, что позволяет снизить капитальные и эксплуатационные затраты на проектируемые системы.

Анализируя энергетическую эффективность существующих схем организации воздухораспределения зоны ледового поля автор в главе 5 предлагает новый подход к организации воздухораспределения в помещении крытого катка и конструкция приточно-вытяжной установки системы кондиционирования, отличающиеся от существующих возможностью двухступенчатого смешения наружного и рециркуляционного воздуха, отбираемого из верхней и нижней частей обслуживаемой зоны, и направленные на регулирование влагосодержания приточного воздуха путем использования градиентов температуры и влажности. Предложенные кон-

структивные решения позволяют добиться снижения энергетических затрат на осушение наружного воздуха при эксплуатации системы кондиционирования в холодный период года.

Разработаны методика и программный комплекс на языке программирования Python для расчета параметров микроклимата зоны ледового поля для автоматизированного определения оптимального соотношения расходов подаваемого воздуха на первую и вторую ступени рециркуляции, учитывающие интенсивность массообмена между воздухом и пленкой конденсата при ее волновом течении посредством тройной аналогии тепломассообменных процессов. Составленное математическое описание позволяет определить наиболее рациональный режим работы оборудования системы кондиционирования исходя из минимума энергозатрат в зависимости от изменяющихся температуры и влажности наружного воздуха для предлагаемого и существующих подходов к организации воздухораспределения в крытых ледовых катках без зрителей.

По результатам исследований в главе 6 автором разработаны и обоснованы математическая модель и алгоритм расчета обобщенного векторного критерия поиска наилучшего варианта проектного решения при теоретическом обосновании системы обеспечения микроклимата крытого катка, базирующиеся на основе метода взвешенных сумм. Важной характеристикой модели является применение укрупненных параметров, описывающих изменение расходов теплоты, холода, электроэнергии, трудоемкости производимых работ, степени осушения воздуха и коэффициента эффективности воздухообмена систем вентиляции и кондиционирования. Разработанный пакет программ для ЭВМ предназначен для автоматизации части расчетов при вариантном проектировании систем обеспечения микроклимата с ограниченным набором исходных данных и сохраняет допустимую точность расчета качественных и количественных характеристик проектируемой системы. Верификация модели по сумме дисконтированных затрат на этапах строительства и эксплуатации позволила выявить область ее применимости с учетом вложений в центральный кондиционер; систему приточно-вытяжных воздуховодов, включая затраты на тепловую изоляцию, воздухораспределительные и воздухозаборные устройства: компрессорные установки; систему автоматики и регулирования.

Достоверность представленных результатов исследования подтверждается проведением экспериментальных исследований.

Существенных замечаний по работе не имеются.

Автореферат диссертации четко представляет поставленные задачи и методы их решения, дает возможность вынести заключение об актуальности темы диссертационной работы, степени разработанности, характере новых научных результатов и их достоверности. Диссертационные исследования Чуйкина Сергея Владимировича обладают теоретической и практической ценностью. Содержание диссертации отражено в достаточном количестве опубликованных работ и докладах представительных на научных конференциях.

Диссертационная работа Чуйкина Сергея Владимировича «Методология создания систем обеспечения микроклимата в условиях фазовых превращений в помещении», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук

по специальности 2.1.3 – «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение», соответствует критериям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней, а соискатель Чуйкин Сергей Владимирович заслуживает присуждения степени доктора технических наук по специальности 2.1.3 – «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Доцент, кандидат технических наук, доцент,
01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника», заведующий кафедрой «Теплоэнергетика и холодильные машины»,
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»
414056, Астраханская область, г. о. город Астрахань, г. Астрахань, ул. Татищева, стр. 16/1
телефон: 8-8512-614-190
e-mail: kaften.astu@mail.ru

Ильин Роман Альбертович



20.05.2025 г.

Кандидат технических наук, доцент,
01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника», доцент кафедры «Теплоэнергетика и холодильные машины», ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»
414056, Астраханская область, г. о. город Астрахань, г. Астрахань, ул. Татищева, стр. 16/2
телефон: 8-8512-614-282
e-mail: kaften.astu@mail.ru

Атдаев Динамутдин Ибрагимович



20.05.2025 г.

