

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доцента, кандидата технических наук Шилкина Николая Васильевича на диссертационную работу Кирушка Дмитрия Александровича на тему «Косвенное испарительное охлаждение в системах кондиционирования воздуха с использованием пластинчатых теплообменников», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Актуальность темы исследования

Актуальность темы исследования обусловлена современными требованиями к качеству микроклимата и показателям воздушно-теплового комфорта, что обуславливает использования охлаждения приточного воздуха в системах кондиционирования в теплый период года. Традиционно для холодоснабжения используются искусственные источники холода – холодильные машины разных типов, но их применение обусловлено значительными затратами энергии, что, в свою очередь, приводит к значительным эксплуатационным затратам, увеличению эмиссии парниковых газов в атмосферу, высоким пиковым нагрузкам в системе электроснабжения в летние дни. Эти обстоятельства обуславливают интерес к различным методам охлаждения приточного воздуха, одним из которых является испарительное охлаждение. В мировой и отечественной практике известны работы по данной теме, практические реализованы проекты испарительного охлаждения, но вместе с тем методы их научно-технические обоснования и применения являются недостаточно разработанными. В этой связи тема диссертационной работы Кирушка Дмитрия Александровича, посвященной испарительному охлаждению, является актуальной.

Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, приложений. Объем диссертации составляет 125 страниц, включая рисунки, таблицы. Список литературы содержит 126 источника, из них 15 на иностранных языках.

Во введении обоснована актуальность работы, представлена степень разработки темы исследования, определены объект и предмет исследования, цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, подтверждена степень достоверности, результаты работы и личный вклад автора.

В первой главе представлен анализ современной ситуации в области разработки и расчета энергоэффективных схем обработки воздуха. Выполнен обзор различных способов обработки приточного воздуха в теплый период года без использования искусственных источников холода (холодильных машин) – прямого и косвенного испарительного охлаждения. Рассмотрены достоинства и недостатки различных схем обработки воздуха для охлаждения без использования холодильных машин. Рассмотрены методы расчета процессов в оборудовании для обработки воздуха при испарительном охлаждении. Обоснована актуальность использования численных и аналитических методов расчета процессов изменения тепловлажностной обработки воздуха при проектировании, пусконаладке, а также регулировании систем кондиционирования воздуха. Приведен обзор методов расчета теплообменных аппаратов. Описаны современные подходы к определению области применения энергоэффективных схем обеспечения микроклимата в теплый период года – выявлению зоны климатических параметров, для которой является целесообразной реализация той или иной энергоэффективной схемы обработки приточного воздуха.

Во второй главе автором обоснована конструкция установки кондиционирования воздуха с применением косвенного испарительного охлаждения в пластинчатом рекуператоре, допускающей изменение

направления потоков воздуха в холодный и теплый периоды года с целью использования увлажнителя для обработки притока. Преимуществом модифицированной схемы кондиционирования воздуха является возможность использования установки кондиционирования воздуха на протяжении всего года с применением одной секции адиабатического увлажнения. На представленную конструкцию получен Патент РФ. Для оценки тепломассобменных процессов автором была разработана математическая модель теплообмена в пластинчатом рекуператоре в условиях увлажнения вспомогательного потока воздуха. На основе разработанной математической модели составлен алгоритм расчета и разработана программа, реализующая данный алгоритм. С использованием разработанной программы выполнена оценка эффективности пластинчатого рекуператора за счет испарения жидкой влаги из вспомогательного потока воздуха.

В третьей главе приведено описание натурального эксперимента и анализе его результатов. Целью эксперимента являлась количественная оценка уноса жидкой влаги из секции сотового увлажнителя. По результатам экспериментального исследования подтверждено наличие уноса влаги из секции увлажнения при изменении направления потока воздуха и получена зависимость величины уноса от относительной скорости воздуха в геометрическом сечении установки. Результаты эксперимента показали возможность реализации одного из преимуществ предлагаемой схемы обработки приточного воздуха по сравнению с существующими аналогами – увеличения температурной эффективности пластинчатого рекуператора в теплый период вследствие испарения уносимых капель на поверхности теплообмена и отвода дополнительного количества теплоты, необходимого на испарение, от охлаждаемого потока через поверхность.

В четвертой главе рассмотрен вопрос о возможности осуществления предложенной схемы в зависимости от климатических характеристик района строительства. Для сокращения числа используемых исходных данных

автором были выявлены корреляционные соотношения между расчетными параметрами наружного климата. Проведенные автором расчеты подтвердили, что предложенная схема обработки воздуха при использовании на большей части территории Российской Федерации дает возможность не применять в теплый период года искусственные источники холода.

В пятой главе технико-экономическое сравнение предлагаемой конструкции с ближайшим существующим аналогом с использованием метода совокупных дисконтированных затрат. Проведенные автором расчеты показывают достаточно низкие сроки окупаемости предложенного решения, что демонстрирует экономическую целесообразность его практической реализации.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Подтверждением обоснованности и достоверности представленных в диссертации научных положений, выводов и рекомендаций является применение методов математического моделирования процессов обработки воздуха, разработки алгоритма расчета и программной реализации расчетной модели. Проведенные автором теоретические расчеты подтверждены результатами экспериментального исследования.

Научные положения, выводы и рекомендации исследования обладают научной новизной, которая состоит в уточнении математической модели тепломассопереноса в пластинчатом рекуператоре при использовании косвенного испарительного охлаждения, аналитического описания процессов обработки приточного воздуха с использованием испарительного охлаждения, выявления условий термодинамической и экономической целесообразности применения испарительного охлаждения в различных климатических районах строительства.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическую значимость работы составляет полученная автором зависимость коэффициента температурной эффективности пластинчатого рекуператора за счет использования скрытой теплоты испарения от изменения влагосодержания охлаждающего воздушного потока и от конструктивных характеристик теплообменника, определение предельного количества уносимой в рекуператоре влаги, выявлении в пределах территории РФ климатической зоны, в которой целесообразно применение предложенной автором схемы обработки приточного воздуха и анализа ее экономической целесообразности.

Практическую значимость работы составляют предложенное автором схемное решение установки кондиционирования воздуха с косвенным испарительным охлаждением в пластинчатых теплообменниках, пригодное для использования в теплый и холодный период года при функционировании одних и тех же элементов тепломассообменного оборудования, инженерная методика и оценки применения такой конструкции, рекомендации по ее энергетической и экономической целесообразности в зависимости от расчетных параметров наружного климата.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Подтверждением обоснованности и достоверности представленных в диссертации научных положений, выводов и рекомендаций является применение общепринятых научных подходов для моделирования тепломассообменных процессов, происходящих в пластинчатом рекуператоре.

Сравнение результатов натурного исследования и результатов численного моделирования показали хорошую сходимость.

Основные результаты работы были отражены в работах, опубликованных в изданиях, включенных в перечень рецензируемых

научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени, а также докладывались на научных конференциях и семинарах.

Замечания

1. В формулах, приведенных в разделе 1.2, не все используемые величины в явном виде расшифрованы, хотя и используются общепринятые обозначения.
2. Выражение (1.19) более правильно было бы называть не уравнением, а определением для комплекса NTU.
3. В разделе 2.3 следовало бы привести физические соображения, обосновывающие форму получаемых аппроксимационных выражений для поправочных коэффициентов $f(NTU')$ к коэффициенту температурной эффективности рекуператора.
4. Формулы без номеров на стр.63 повторяют соответственно формулы (2.3) и (1.24).
5. На стр.71 – из текста работы не вполне очевидно, как были получены относительные погрешности измерения скорости и массы для соответствующих приборов.
6. Следовало бы увеличить число рассматриваемых вариантов приточных установок при оценке технико-экономической целесообразности предложенной схемы.

Заключение

Диссертационная работа Кирушка Дмитрия Александровича является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация на тему «Косвенное испарительное охлаждение в системах кондиционирования воздуха с использованием пластинчатых теплообменников» отвечает критериям,

установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Кирушок Дмитрий Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук,
доцент, профессор кафедры
«Инженерное оборудование
зданий», Федеральное
государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования «Московский
архитектурный институт
(государственная академия)»

Шилкин Николай Васильевич



«24» апреля 2023г.

Адрес: 101000, Россия, Москва, ул. Рождественка, 11, ФГБОУ ВО «Московский архитектурный институт (Государственная академия)»
E-mail: office@markhi.ru
Тел.: 8 (495)628-86-47, 625-50-82, 625-16-57

Подпись

Шилкина Н.В.

заверяю

Начальник общего отдела

