

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук

КИБОРТА ИВАНА ДМИТРИЕВИЧА

на диссертационную работу Петрова Михаила Михайловича на тему:
«Оценка эффективности утилизации теплоты в системах вентиляции с использованием тепловых насосов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3 –
«Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение»

Представленная диссертационная работа Петрова М.М. выполнена на кафедре «Теплогасоснабжение и вентиляция» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет». Диссертация содержит 158 страниц основного текста и состоит: из введения, 5 глав, выводов, списка литературы из 124 источников, содержит 115 рисунок, 33 таблиц, 4 приложений.

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа посвящена актуальной теме, направленной на решение проблемы повышения эффективности систем утилизации теплоты удаляемого вентиляционного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования с использованием воздушных тепловых насосов.

Вследствие повышения уровня жизни ужесточаются требования к проектируемым инженерным системам. В частности, это приводит к увеличению расхода воздуха, проходящего тепловлажностную обработку в вентиляционных установках объектов капитального строительства, что влечет за собой рост энергопотребления. С целью снижения энергозатрат необходимо проводить научные исследования, направленные на повышение эффективности систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Использование воздушных тепловых насоса, как встраиваемого оборудования в приточно-вытяжную установку, оценка их эффективности и определение граничных условий их применимости, с учетом различных компоновок вентиляционных установок и применяемых хладагентов, а также разработка методик расчета, позволяющих выполнять прогнозирование работы такого холодильного оборудования на широком диапазоне исходных данных, является одной из актуальных задач.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

В диссертации представлены зависимости эксплуатационных и энергетических показателей приточно-вытяжных установок со встраиваемым тепловым насосом от расхода воздуха, температур удаляемого и наружного воздуха и выбора хладагента (R125, R134a, R152a, R22, R32, R410a, R404a).

Разработана математическая модель совместного расчета приточно-вытяжной установки и встраиваемого воздушного теплового насоса, обеспечивающая наилучшую сходимость результатов моделирования и лабораторного эксперимента. Математическая модель реализована на базе специально разработанного автором программного комплекса «HeatPumpАН».

На базе экспериментального исследования, проведенного на лабораторном стенде, установлена зависимость действительного коэффициента преобразования от критерия Клаузиуса. Также предложен «показатель качества» хладагента, равный произведению критерия Клаузиуса и температурного симплекса, учитывающего критическую температуру хладагента, определена зависимость для определения показателя качества.

Степень достоверности результатов обеспечена использованием фундаментальных научных положений и законов теплообмена; использованием современных методов проведения научных исследований, средств измерений и прикладных программ, а также удовлетворительной сходимостью результатов расчетов, моделирования и экспериментальных исследований.

Научная новизна диссертационной работы

Научная новизна заключается в следующем:

- математической модели совместной работы приточно-вытяжной установки и встраиваемого в неё воздушного теплового насоса в зависимости от компоновки оборудования при использовании различных хладагентов;
- критериальной зависимости действительного коэффициента преобразования одноступенчатого парокомпрессионного теплового насоса от критерия Клаузиуса;
- модифицированном показателе качества хладагента, равном произведению критерия Клаузиуса и предлагаемого температурного симплекса, учитывающего критическую температуру хладагента;
- критериальной зависимости действительного коэффициента преобразования одноступенчатого парокомпрессионного теплового насоса от модифицированного показателя качества хладагента.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы состоит в закономерностях, описывающих рабочий цикл одноступенчатых парокомпрессионных тепловых насосов в составе приточно-вытяжных установок систем вентиляции и центральных кондиционеров.

Практическая значимость работы заключается в рекомендациях по проектированию систем вентиляции и кондиционирования воздуха с применением тепловых насосов, программном комплексе HeatPumpАН для проектирования установок, установленных условиях экономически целесообразного применения различных компоновок приточно-вытяжных установок со встраиваемым воздушным тепловым насосом, внедрении результатов в практику проектирования и учебный процесс.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Соискателем четко сформулированы цель и задачи исследования, обоснован выбор современных методов исследований, адекватных решаемым задачам. Выводы и практические рекомендации логично вытекают из результатов каждой главы и диссертации в целом, соответствуют поставленной цели. Адекватность математической модели работы теплового насоса проверена сопоставлением с результатами экспериментальных исследований.

Степень завершенности диссертации в целом и качество ее оформления

Диссертация Петрова М.М. является завершенным научно-исследовательским трудом, направленным на решение вопросов повышения энергоэффективности систем вентиляции и кондиционирования воздуха в строительстве путем применения воздушных тепловых насосов. Поставленная актуальная цель исследования решается последовательно. Дается полное представление о результатах работы и положений, выносимых на защиту.

Диссертация написана технически грамотным языком, обладает логической последовательностью изложения.

Качество оформления диссертации соответствует основным требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Соответствие содержания автореферата диссертации

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию кандидатской диссертации и является кратким ее изложением. Содержание автореферата включает в себя краткое описание всех основных этапов исследования. Представлены актуальность темы исследования, цели и

задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы проведения исследования, степень достоверности, апробация результатов, внедрение, заключение и список основных трудов автора по теме диссертации

Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы заключается в анализе литературных данных об исследованиях отечественных и зарубежных ученых в области применения воздушных тепловых насосов в системах вентиляции и кондиционирования воздуха, постановке цели и задач исследования, выборе методов исследования, разработке основных положений, определяющих научную новизну и практическую значимость работы, проведении экспериментальных исследований, обработке результатов исследований, разработке математической модели и программного комплекса «HeatPumpАН», разработке рекомендаций для проектирования тепловых насосов в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.

Полнота опубликованных основных результатов диссертации

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 9 печатных работах, из которых 5 работ в научных журналах, рекомендованных ВАК; получено Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечания по диссертации

По диссертационной работе имеются следующие пожелания и замечания:

1) На рисунке 2.16 опечатка: «расход фреона 111,66 кг/с», речь явно идет о «кг/ч».

2) Во второй главе следовало указать коэффициенты детерминации предлагаемых аппроксимирующих уравнений для граничных условий, представленных в таблицах 2.4 и 2.5.

3) В третьей главе на стр. 83 сказано: «стоит отметить, что $k_{yt}^ч$ не может быть отрицательным», однако при условии, что $Q_{yt} < Q_p$, значение предлагаемого коэффициента будет отрицательным. Стоит уточнить, что имелось ввиду?

4) В третьей главе на стр. 98 сказано: «Учитывая, что R32 и R410a обладают схожими параметрами рабочих давлений, можно считать, что первый является перспективной заменой второго для существующих воздушных ТН». Однако если учесть, что R32 горючий (класс A2L), а R410a практически негорючий (класс A1), то системы работающие на R410a, могут не соответствовать по требованиям безопасности для работы

на R32, следовательно, простой переход для существующих систем может быть невозможным.

5) В пятой главе следовало бы более подробно раскрыть методику расчета стоимости эксплуатации рассматриваемого оборудования.

6) По тексту диссертации имеются редакционные замечания: в таблице 2.6 энтропия обозначается «s», а по тексту диссертации и в списке сокращений для энтропии введено обозначение «S»; не дана расшифровка для обозначения «ПКХМ», однако для парокомпрессионной холодильной машины введено обозначение «ПХМ»; по тексту диссертации критерий Клаузиуса обозначается как «Cl», а в списке сокращений введено обозначение «Kl»; источники литературы 9, 10 и 18, 19 идут не в алфавитном порядке.

Указанные замечания, не снижают новизну, теоретическую, практическую значимость проведенных автором исследований, а также общего положительного впечатления от работы.

Текст диссертации и автореферата составлен грамотно и логично с учетом требований, предъявляемых к научным работам.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

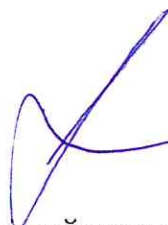
Рассматриваемая диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. По каждой главе и в целом по работе сделаны четкие выводы.

Тема диссертации Петрова Михаила Михайловича и содержание диссертации соответствует п.3 «Разработка и совершенствование систем теплогасоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха, разработка методов энергосбережения систем и элементов теплоснабжения, вентиляции, кондиционирования воздуха, газоснабжения и освещения, охраны воздушного бассейна, защиты от шума зданий и сооружений, аспирации и пневмотранспорта, включая использование альтернативных, вторичных и возобновляемых источников энергии; развитие методов моделирования многофазных потоков и динамических процессов в аэродисперсных системах», п.4 «Разработка математических моделей, методов, алгоритмов и компьютерных программ, использование численных методов, с проверкой их адекватности, для расчета, конструирования и проектирования систем теплоснабжения, вентиляции, кондиционирования воздуха, газоснабжения и освещения, охраны воздушного бассейна, защиты от шума зданий и сооружений, повышения их надежности и эффективности», паспорта специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Диссертационная работа Петрова Михаила Михайловича является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация на тему: «Оценка эффективности утилизации теплоты в системах вентиляции с использованием тепловых насосов» отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Петров Михаил Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук по специальности
05.23.03 – «Теплоснабжение, вентиляция,
Кондиционирование воздуха, газоснабжение
и освещение», заведующий
кафедрой «Архитектура и строительство»
ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный
технический университет»



Киборт И.Д.

04.09.2016

Адрес: 169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская д. 13

Телефон: +7 (8216) 77-45-09

E-mail: ikibort@ugtu.net

Подпись заведующего
ученой секретар
ученого совета



Н.Н. Лебедев