

Отзыв официального оппонента

Аверковой Ольги Александровны на диссертационную работу Киборт Ивана Дмитриевича «**Развитие методов расчета и экспериментальных исследований утилизации тепловой энергии удаляемого вентиляционного воздуха**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 - «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение»

Диссертационная работа Киборт Ивана Дмитриевича выполнена на кафедре «Теплогасоснабжения и вентиляции» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет». Она состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложений. Общий объем работы составляет 187 страниц текста, включающий в себя 96 рисунков, 30 таблиц, 95 формул и 5 приложений.

Актуальность избранной темы диссертационного исследования

В основу актуальности ложится проблема высокого уровня расхода тепловой энергии на обеспечение нормативного микроклимата помещений зданий и сооружений различного назначения. В соответствии с данной проблемой, развитие и совершенствование энергосберегающих технологий в системах вентиляции и кондиционирования является одним из основополагающих направлений в науке микроклимата. В качестве путей решения рассматриваемой проблемы можно привести в пример исследования альтернативных способов утилизации тепловой энергии, а также совершенствование методических основ для их проектирования и анализа.

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

В диссертационной работе автора приводится один из способов анализа и расчета системы утилизации тепловой энергии удаляемого воздуха на основе воздушного теплового насоса. Особенностью данного способа является графоаналитический формат, визуально представляющий цельную картину зависимостей параметров работы системы, что, безусловно, упрощает процесс подбора рационального оборудования. Для достижения заданной цели, автором решен ряд задач:

- разработана математическая и имитационная модель системы утилизации, позволяющая получить параметры работы системы для диапазона исходных данных; разработаны имитационные модели пластинчатого утилизатора и утилизатора с промежуточным теплоносителем для проведения сравнительного анализа энергоэффективности;
- получены зависимости основных параметров работы системы утилизации, таких как коэффициент преобразования энергии, площади теплообменных поверхностей конденсатора и испарителя, затрат энергии на преодоление

аэродинамических и гидравлических сопротивлений;

- проведены экспериментальные исследования на предмет адекватности имитационных моделей системы утилизации, пластинчатого утилизатора и утилизатора с промежуточным теплоносителем;
- определены границы рационального функционирования системы утилизации в климатических и экономических условиях Российской Федерации;
- разработано программное обеспечение для генерирования основного содержания графоаналитической методики анализа и подбора системы утилизации.

Степень достоверности научных положений, выводов и рекомендаций соответствует современным требованиям. Не вызывают сомнения обоснованность научных положений, достоверность выводов и рекомендаций.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- на основе разработанной имитационной модели системы утилизации получены зависимости коэффициента преобразования энергии от расхода воздуха, перепада температур удаляемого и приточного воздуха, перепада температур в узловых точках пароконденсационного цикла, аэродинамических и гидравлических сопротивлений;
- введена величина общего коэффициента преобразования энергии, учитывающая потери энергии на работу системы утилизации и позволяющая провести прямое сравнение эффективности системы утилизации с утилизаторами классической конструкции;
- разработаны графоаналитическая методика, позволяющая выбрать наиболее энергоэффективный вариант системы утилизации, и программное обеспечение для формирования графического содержания методики;
- в результате анализа данных, полученных при помощи имитационного моделирования и экспериментальных данных работы системы утилизации на основе воздушного теплового насоса, пластинчатого утилизатора и утилизатора с промежуточным теплоносителем получен коэффициент детерминации в пределах $0,89 \div 0,95$, что доказывает адекватность имитационных моделей;
- обозначены граничные условия экономически обоснованного функционирования системы утилизации на основе воздушного теплового насоса с учетом климатических и экономических условий Российской Федерации;

В целом, научная значимость диссертационной работы может быть охарактеризована положительно.

Конечным результатом диссертационного исследования является предложенная автором графоаналитическая методика расчета и анализа системы утилизации тепловой энергии на основе воздушного теплового насоса и соответствующее программное обеспечение. Данная методика была успешно внедрена в деятельность ряда организации, что подтверждает ее практическую ценность:

- ООО «СПБ-Гипрошахт». Методика расчета и анализа системы утилизации применяется при проектировании вентиляции объектов наземного шахтного

комплекса;

– ИП «Чупров С.А.». Методика расчета и анализа системы утилизации применяется при анализе выбора типа утилизатора тепловой энергии удаляемого воздуха.

Результаты внедрения подтверждены соответствующими актами.

Степень завершенности диссертации в целом и качество ее оформления

В целом, диссертация Киборт И.Д. является завершенным научным исследованием, направленным на решение как вопросов, связанных с развитием энергоэффективных систем кондиционирования и вентиляции, оборудованных альтернативным типом утилизаторов, так и вопросов рационализации процесса подбора теплоутилизационного оборудования. В работе последовательно изложен подход к достижению поставленной цели исследования, который в полном объеме дает представление о результатах положений, выносимых на защиту.

Диссертация написана технически грамотным языком, содержательна, обладает внутренним единством и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

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

Можно отметить значительное применение современных вычислительных технологий, позволивших реализовать принцип визуального выбора рациональной компоновки системы утилизации без применения существенного математического аппарата.

Заслуживает внимания и оригинальный формат представления данных, безусловно, рекомендуемый к применению для представления массива параметров утилизаторов иных типов.

Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации. В автореферате отражены все основные проблемно-тематические блоки исследования – актуальность, цели и задачи, новизна исследования, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования, степень достоверности, апробация результатов, реализация результатов работы, выводы. Структурно автореферат диссертационного исследования выстроен лаконично и обоснованно.

Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Личный вклад Киборт И.Д. состоит в:

– непосредственном участии на всех этапах исследования зависимостей параметров работы системы утилизации тепловой энергии удаляемого воздуха на основе воздушного теплового насоса;

- разработке имитационной модели и программного обеспечения для формирования графической методики;
- разработке, сборке и наладке экспериментальных стендов исследования теплофизических параметров утилизаторов различного типа;
- проведении экспериментальных исследований на предмет адекватности разработанных имитационных моделей;
- апробации результатов исследования;
- подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Полнота опубликованных основных результатов диссертации

Основные результаты исследований по теме диссертации в достаточном объеме отражены в 13 работах, в числе которых 5 статей, опубликованы в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ.

Замечания по диссертации

1. В литературном обзоре хотелось бы увидеть больше информации касательно существующего опыта применения воздушных тепловых насосов, в том числе в качестве утилизатора тепловой энергии удаляемого воздуха.

2. В разделе «Положения выносимые на защиту» приведены не научные положения, а перечень результатов, полученных автором.

3. В работе достаточно поверхностно приведена математическая модель работы системы утилизации. Не описаны возможности разработанного программного комплекса. Желательно было бы его зарегистрировать в Роспатенте и получить соответствующее свидетельство.

4. В таблицах методики не приводится соответствующий расход хладагента.

5. Редакционные замечания:

– в разделе 2.3.1 на рисунках с изображением кривых зависимости площади от температур по оси абсцисс, не указан перепад Δt ;

– приведенные в диссертации блок-схемы алгоритмов не соответствуют этому понятию (рисунки 3.7-3.9, 3.11): выполнены не по ГОСТу, по ним не представляется возможным произвести расчет. Это скорее пояснительные схемы или иллюстрации.

Заключение

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления от диссертационной работы, теоретической и практической значимости выполненных исследований. Диссертационная работа является самостоятельно выполненной, законченной научно-квалификационной работой. Полученные автором результаты достоверны, а выводы обоснованы. Считаю, что на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения и сформулированы практические выводы, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области специальностей 05.23.03 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение» п.3 «Создание и развитие эффективных методов расчета и экспериментальных исследований систем теплоснабжения,

