

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

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

Одним из перспективных направлений в области энергосбережения является применение в системах вентиляции тепловых насосов (ТН), для которых низкая потенциальным источником выступает удаляемый вентиляционный воздух.

Основная сложность внедрения такого оборудования связана с высокими капитальными затратами. При этом производители вентиляционного оборудования не предоставляют никакой расчетной документации, методик и программных комплексов для проектирования воздушных тепловых насосов за исключением программ подбора серийного оборудования. Таким образом, применение тепловых насосов в приточном вытяжных установках, создание методик расчета и инженерного программного обеспечения позволит улучшить технико-экономические показатели внутренних инженерных систем.

Данная работа посвящена повышению эффективности систем утилизации теплоты удаляемого вентиляционного воздуха путем применения парокомпрессионных тепловых насосов в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.

Проведен анализ опыта применения и проектирования парокомпрессионных тепловых насосов в системах вентиляции и кондиционирования воздуха, разработана математическая модель систем утилизации теплоты удаляемого вентиляционного воздуха со встроенным в приточно-вытяжную установку воздушным тепловым насосом, выполнены экспериментальные исследования работы воздушного парокомпрессионного теплового насоса, разработаны методы повышения эффективности применения тепловых насосов в системах вентиляции.

Объектом исследования являются приточно-вытяжные установки систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Автором в диссертационной работе была решена актуальная научно-практическая задача разработки программного комплекса, позволяющего проводить как частный расчёт, так и целого массива данных с пошаговым изменением исходных данных при точно вытяжных установках с отстраиваемыми воздушными тепловыми насосами различные компоновки работающих на хладагентах: R125, R134a, R152a, R22, R32, R410a, R404a; разработанный методические указания по расчету приточно-вытяжных установок со встраиваемым тепловым насосом; определены условия экономически целесообразного применения различных компоновок при точно вытяжных установок со встраиваемым воздушным тепловым насосом с учетом климатологии Российской Федерации.

Результаты выполненных исследований:

1. Проведен анализ современных методов утилизации теплоты вытяжного воздуха с применением воздушного ТН.
2. Разработана математическая модель совместного расчета приточно-вытяжной обстановке и встраиваемого воздушного ТН.
3. Разработан программный комплекс HeatPumpАН.
4. Рассмотрено влияние расхода воздуха температуры низко- и высокопотенциальной среды выбора рабочего тела конструктивных характеристик вентиляционной установки на эксплуатационные характеристики различных компоновок приточно-вытяжных установок.
5. На основе натурных испытаний выполнено исследование работы теплового насоса, направленное на установление закономерностей его функционирования и проверку достоверности созданной численной модели.
6. В результате экспериментального исследования получена обобщенная критериальная зависимость связывающая $K_{\text{ТН}}$ одноступенчатого ТН с критерием Cl .

7. Введен модифицированный показатель качества хладагента для парокомпрессионного воздушного встраиваемого теплового насоса FOM.

8. На основе разработанной математической модели одноступенчатого парокомпрессионного теплового насоса установлена критериальная зависимость действительного коэффициента преобразования одноступенчатого парокомпрессионного теплового насоса от модифицированного показателя качества хладагента FOM.

9. Установлены основные критерии, определяющие целесообразность применения различных компоновок с ТН в зависимости от климатологии Российской Федерации.

10. Сформулированы основные способы повышения эффективности систем утилизации теплоты в приточно-вытяжных установках систем вентиляции и кондиционирования при встраивании в них воздушных тепловых насосов и разработаны рекомендации по их проектированию.

Результаты диссертационного исследования и сформулированные на их основе выводы в достаточной мере обоснованы и аргументированы, полно освещены в печати и имеют конкретный практический выход. Основные положения диссертации достаточно полно отражены в 9 научных работах, в том числе и в зарубежных изданиях, имеется 1 патент по теме диссертации.

По автореферату имеются незначительные замечания редакционного характера.

В целом, диссертационная работа Петрова Михаила Михайловича на тему: «Оценка эффективности утилизации теплоты в системах вентиляции с использованием тепловых насосов» является завершённой научно-исследовательской работой. По структуре, содержанию и объёму диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в соответствии с требованиями ВАК РФ, а соискатель Петров Михаил Михайлович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Отзыв обсуждён и утверждён на заседании кафедры теплогазоснабжения и вентиляции (протокол №8 от 01.09.2026 г).

Заведующий кафедрой
теплогазоснабжения и вентиляции
учреждения образования
«Брестский государственный
технический университет»,
к.т.н., доцент
Специальность 05.14.04 «Промышленная
теплоэнергетика»

Владимир
Геннадьевич
Новосельцев



Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»
224017, г. Брест, ул. Московская, 267
тел. 80162321731, tgw@bstu.by

09.09.2026