

УДК 621.577:697.1

**ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ:
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ****Пивоваров Вячеслав Русланович,**

Студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

wyacheslav25.pivovarov@mail.ru

Аннотация

В статье рассмотрены тепловые насосы как один из наиболее перспективных источников тепловой энергии для систем отопления зданий. Актуальность темы обусловлена ростом стоимости традиционных энергоресурсов, необходимостью повышения энергоэффективности зданий и сокращения негативного воздействия энергетики на окружающую среду. Проанализированы основные принципы работы тепловых насосов, их классификация, преимущества и ограничения применения в различных климатических условиях. Особое внимание уделено вопросам энергоэффективности, экономической целесообразности и перспективам внедрения теплонасосных технологий в строительной отрасли. Показано, что использование тепловых насосов позволяет существенно снизить потребление первичных энергоресурсов и обеспечить устойчивое развитие систем теплоснабжения в долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: тепловой насос, отопление зданий, теплоснабжение, энергоэффективность, возобновляемые источники энергии, энергосбережение, низкотемпературное отопление, инженерные системы зданий.

**HEAT PUMPS IN BUILDING HEATING SYSTEMS: CURRENT STATUS AND
IMPLEMENTATION PROSPECTS****Pivovarov Vyacheslav Ruslanovich,**

Student

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

ABSTRACT

This article examines heat pumps as one of the most promising sources of thermal energy for building heating systems. The topic is relevant due to the rising cost of traditional energy resources, the need to improve the energy efficiency of buildings, and the reduction of the negative impact of energy on the environment. The article analyzes the basic operating principles of heat pumps, their classification, advantages, and limitations of use in various climatic conditions. Particular attention is paid to energy efficiency, economic feasibility, and the prospects for implementing heat pump technologies in the construction industry. It is shown that the use of heat

pumps can significantly reduce primary energy consumption and ensure the long-term sustainability of heating systems.

Keywords: heat pump, building heating, heat supply, energy efficiency, renewable energy sources, energy saving, low-temperature heating, building engineering systems.

Введение

Вопросы повышения энергоэффективности зданий остаются одними из наиболее актуальных направлений развития строительной отрасли и коммунальной энергетики. Существенная часть потребляемой энергии расходуется на отопление помещений, особенно в регионах с продолжительным отопительным периодом. Вследствие этого поиск новых технических решений, способных обеспечить снижение энергозатрат без ухудшения качества теплоснабжения, представляет значительный практический интерес.

На протяжении многих десятилетий основой отопления являлись системы, использующие природный газ, уголь, жидкое топливо или электрическую энергию. Несмотря на широкое распространение таких решений, их эксплуатация связана с высоким потреблением природных ресурсов и значительными выбросами загрязняющих веществ в окружающую среду.

Одним из наиболее перспективных направлений развития отопительных систем считается применение тепловых насосов. Данная технология позволяет использовать низкопотенциальную тепловую энергию окружающей среды и преобразовывать её в тепло, пригодное для отопления зданий. В статье рассмотрены современные теплонасосные системы, особенности их эксплуатации, преимущества, ограничения и перспективы дальнейшего внедрения.

Методы и материалы

Работа теплового насоса основана на переносе тепловой энергии от источника с более низкой температурой к потребителю с более высокой температурой. На первый взгляд подобный процесс может показаться противоречащим законам физики, однако для его реализации используется дополнительная энергия, затрачиваемая на работу компрессора.

Основными элементами теплового насоса являются испаритель, компрессор, конденсатор и дросселирующее устройство. В процессе работы хладагент циркулирует по замкнутому контуру и последовательно изменяет своё агрегатное состояние.

На первом этапе тепло извлекается из окружающей среды. Источником тепловой энергии могут выступать наружный воздух, грунт, поверхностные или подземные воды. Полученное тепло используется для испарения хладагента. Далее пары хладагента поступают в компрессор, где происходит повышение давления и температуры. После этого тепловая энергия передаётся в систему отопления через конденсатор.

Главной особенностью теплового насоса является способность вырабатывать значительно больше тепловой энергии по сравнению с количеством потребляемой электроэнергии. В большинстве современных установок на каждый киловатт затраченной электроэнергии приходится от трёх до пяти киловатт произведённого тепла [1].

Существует несколько основных типов тепловых насосов, различающихся по источнику низкопотенциального тепла.

Наиболее распространёнными являются воздушные тепловые насосы. В данном случае тепловая энергия извлекается из наружного воздуха. Популярность подобных систем объясняется относительно невысокой стоимостью монтажа и отсутствием необходимости проведения масштабных земляных работ.

Несмотря на очевидные преимущества, эффективность воздушных тепловых насосов существенно зависит от температуры окружающей среды. При сильных морозах их производительность снижается, что требует использования дополнительных источников тепла [2].

Другой разновидностью являются грунтовые тепловые насосы. Тепловая энергия в этом случае извлекается из верхних слоёв грунта посредством горизонтальных или вертикальных теплообменников. Температура грунта значительно стабильнее температуры наружного воздуха, поэтому такие системы отличаются высокой эффективностью даже в холодное время года.

Также применяются водяные тепловые насосы, использующие тепло грунтовых вод, рек, озёр и других водоёмов. Подобные системы характеризуются высокими показателями эффективности, однако возможность их использования определяется местными природными условиями.

В последние годы всё большее распространение получают комбинированные решения, позволяющие использовать сразу несколько источников низкопотенциальной энергии. Это позволяет повысить надёжность и устойчивость работы системы отопления.

Одним из основных факторов, способствующих росту популярности тепловых насосов, является их высокая энергоэффективность.

Для оценки эффективности работы используется коэффициент преобразования энергии, который показывает отношение произведённой тепловой энергии к затраченной электрической энергии. Чем выше данный показатель, тем эффективнее работает установка.

Для большинства современных тепловых насосов значение коэффициента преобразования находится в диапазоне от 3 до 5. Это означает, что оборудование позволяет получать в несколько раз больше тепловой энергии по сравнению с объёмом потребляемой электроэнергии.

Особенно высокая эффективность достигается при использовании тепловых насосов совместно с низкотемпературными системами отопления. В первую очередь речь идёт о водяных тёплых полах, стеновых панелях и низкотемпературных радиаторах.

Снижение температуры теплоносителя уменьшает нагрузку на компрессор и способствует повышению коэффициента преобразования. В итоге эксплуатационные расходы становятся существенно ниже по сравнению с традиционными системами отопления [3].

Дополнительным преимуществом является возможность работы теплового насоса в режиме охлаждения помещений. Это позволяет использовать одно оборудование одновременно для отопления и кондиционирования здания.

Вопрос экономической эффективности играет важную роль при выборе инженерных систем.

Первоначальные затраты на приобретение и монтаж теплового насоса зачастую превышают стоимость традиционного отопительного оборудования. Особенно это касается грунтовых систем, для которых требуется устройство скважин или протяжённых теплообменников.

Однако более высокие капитальные вложения компенсируются снижением эксплуатационных расходов. Благодаря высокой эффективности оборудования затраты на отопление могут существенно уменьшаться на протяжении всего срока службы системы [4].

Следует учитывать, что экономическая эффективность во многом зависит от стоимости электроэнергии, климатических условий и характеристик здания. Чем лучше теплоизоляция объекта, тем более заметным становится эффект от применения теплонасосных технологий.

Немаловажным фактором является и срок службы оборудования. Современные тепловые насосы способны эффективно работать более двадцати лет при условии своевременного технического обслуживания.

Одним из ключевых преимуществ тепловых насосов считается снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Традиционные системы отопления зачастую сопровождаются сжиганием топлива и выбросами углекислого газа. Тепловые насосы не производят тепловую энергию путём горения, а лишь переносят её из окружающей среды.

Вследствие этого объём выбросов парниковых газов значительно сокращается. Особенно заметный экологический эффект достигается при использовании электроэнергии, полученной из возобновляемых источников.

Кроме того, уменьшается потребление ископаемых видов топлива, что способствует более рациональному использованию природных ресурсов.

В современных условиях, когда всё больше внимания уделяется вопросам экологической безопасности и устойчивого развития, данный фактор приобретает особую значимость.

Несмотря на многочисленные преимущества, применение тепловых насосов связано с рядом ограничений.

Одной из основных проблем остаётся высокая стоимость оборудования и монтажа. Для многих потребителей именно этот фактор становится препятствием для внедрения современных теплонасосных технологий.

Существенное влияние оказывают климатические условия. В регионах с очень низкими зимними температурами эффективность воздушных тепловых насосов может снижаться, что требует использования резервных источников тепла [5].

Определённые сложности возникают и при реконструкции существующих зданий. Многие старые объекты проектировались под высокотемпературные системы отопления. Для эффективной работы тепловых насосов зачастую требуется модернизация отопительных приборов и повышение качества теплоизоляции здания.

Дополнительное значение имеют вопросы подготовки специалистов, способных выполнять проектирование, монтаж и обслуживание теплонасосного оборудования.

Также необходимо учитывать зависимость системы от электроснабжения. При отключении электроэнергии работа теплового насоса становится невозможной без использования резервных источников питания.

В последние годы рынок тепловых насосов демонстрирует устойчивый рост во многих странах мира. Особенно активно данные технологии внедряются в странах Европы, Северной Америки и Восточной Азии.

Рост популярности обусловлен повышением цен на традиционные энергоресурсы, ужесточением экологических требований и совершенствованием технических характеристик оборудования.

Современные модели отличаются более высокой эффективностью, сниженным уровнем шума и расширенными возможностями автоматического управления.

В Российской Федерации внедрение тепловых насосов пока происходит менее активно. Основными причинами являются сравнительно невысокая стоимость природного газа в отдельных регионах, недостаточная информированность потребителей и значительные первоначальные инвестиции.

Тем не менее интерес к данной технологии постепенно увеличивается. Особенно это заметно в индивидуальном жилищном строительстве и на объектах, расположенных вне зон централизованного газоснабжения [1].

Анализ современных тенденций показывает, что роль тепловых насосов в системах отопления будет постепенно возрастать.

Развитие технологий производства компрессоров, теплообменников и систем автоматизации способствует дальнейшему повышению эффективности оборудования. Одновременно снижаются эксплуатационные расходы и повышается надёжность установок.

Большие перспективы связаны с интеграцией тепловых насосов в интеллектуальные системы управления зданиями. Автоматическая адаптация режимов работы позволяет дополнительно сократить энергопотребление и повысить комфорт эксплуатации.

Активно развивается направление гибридных систем, объединяющих тепловые насосы с солнечными электростанциями, солнечными коллекторами и другими источниками энергии [4].

Всё большее значение приобретают вопросы декарбонизации экономики. В этих условиях теплонасосные технологии рассматриваются как один из ключевых инструментов сокращения выбросов парниковых газов в строительном секторе.

Заключение

В статье были рассмотрены принципы работы тепловых насосов, основные разновидности оборудования и особенности их применения в системах отопления зданий. Показано, что использование низкопотенциальной тепловой энергии окружающей среды позволяет существенно повысить энергоэффективность теплоснабжения.

Было установлено, что тепловые насосы обладают рядом значительных преимуществ, включая снижение эксплуатационных расходов, уменьшение выбросов загрязняющих веществ и возможность интеграции с возобновляемыми источниками энергии.

Одновременно с этим существуют определённые ограничения, связанные со стоимостью оборудования, климатическими особенностями отдельных регионов и необходимостью модернизации существующих инженерных систем.

В итоге можно отметить, что тепловые насосы представляют собой одно из наиболее перспективных направлений развития современных систем отопления зданий. Дальнейшее совершенствование технологий и рост требований к энергоэффективности будут способствовать расширению масштабов их применения в ближайшие годы.

Список литературы:

1. Шелгинский А. Я., Яковлев И. В. Анализ применения теплонасосных установок в системах теплоснабжения // Вестник МЭИ. 2018. № 2. С. 42–52. DOI: 10.24160/1993-6982-2018-2-42-52.
2. Белобородов С. С., Гащо Е. Г., Ненашев А. В. Особенности применения тепловых насосов и электроотопления в системах централизованного теплоснабжения // Вестник МЭИ. 2024. № 2. С. 101–109. DOI: 10.24160/1993-6982-2024-2-101-109.
3. Логинова С. А., Тимошин А. А. Оценка перспектив применения теплонасосных систем теплоснабжения жилых зданий // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2022. № 4(42). С. 22–26. DOI: 10.52684/2312-3702-2022-42-4-22-26.
4. Михайлова Ю. А. Применение теплонасосной установки для теплоснабжения жилых зданий // Вестник магистратуры. 2020. № 5-4(104). С. 61–63.
5. Усольцев Д. Е., Михайлова Л. Ю. Использование тепловых насосов для отопления жилых зданий, удаленных от источников централизованного теплоснабжения в Тюменской области // Вестник магистратуры. 2023. № 11-4(146). С. 6–9.

References:

1. Shelginsky A. Ya., Yakovlev I. V. Analysis of the Application of Heat Pump Units in Heat Supply Systems // MPEI Bulletin. 2018. No. 2. pp. 42–52. DOI: 10.24160/1993-6982-2018-2-42-52.
2. Beloborodov S. S., Gasho E. G., Nenashev A. V. Features of the Application of Heat Pumps and Electric Heating in District Heating Systems // MPEI Bulletin. 2024. No. 2. pp. 101–109. DOI: 10.24160/1993-6982-2024-2-101-109.
3. Loginova S. A., Timoshin A. A. Assessment of the Prospects for the Application of Heat Pump Systems for Heating Residential Buildings // Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region. 2022. No. 4(42). pp. 22–26. DOI: 10.52684/2312-3702-2022-42-4-22-26.
4. Mikhailova Yu. A. Application of a Heat Pump Unit for Heating Residential Buildings // Bulletin of the Magistracy. 2020. No. 5-4(104). pp. 61–63.
5. Usoltsev D. E., Mikhailova L. Yu. Use of Heat Pumps for Heating Residential Buildings Remote from Centralized Heat Supply Sources in the Tyumen Region // Bulletin of the Magistracy. 2023. No. 11-4(146). P. 6–9.