



Universitatea Tehnică a Moldovei

ANALIZA SURSELOR DE ENERGIE TERMICĂ PENTRU ÎNCĂLZIREA CLĂDIRILOR

Student:

Carajeleascov Vasile

Conducător:

**Gutul Vera,
conf. univ., dr.**

Consultant:

**Putiveț Serghei,
as. univ.**

Chisinau, 2026

АННОТАЦИЯ

Carajeleascov Vasile. Analiza surselor de energie termică pentru încălzirea clădirilor.

Chisinau, 2026.

Содержание работы: введение, 6 разделов, выводы, список используемой литературы в количестве 33 источников, текстовой части из 69 страниц, а также 29 рисунков, 4 таблиц и 3 приложений.

Ключевые слова: теплоснабжение, котельные, теплоэлектроцентрали, тепловые насосы,

Область исследования: источники тепла разного типа для теплоснабжения систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения жилых и общественных зданий.

В работе выполнен анализ условий для применения источников тепла разного типа, представлены параметры для выбора наиболее эффективных типов, которые обеспечивают экономичную работу систем теплоснабжения. Тепловая энергия должна быть получена не только путем сжигания органического топлива, но и от нетрадиционных источников тепла (тепло атмосферного воздуха, солнечная энергия, тепло грунтовых вод и непосредственно грунта, а также при утилизации вторичных энергоресурсов, таких как теплота вентиляционных выбросов промышленных предприятий).

Рассмотрены особенности работы различных видов источников тепла и проанализированы способы повышения их энергетической эффективности.

Для теплоснабжения индивидуальных жилых домов рекомендованы наиболее эффективные тепловые насосы. Приведены технические характеристики, указаны их основные преимущества и недостатки, особенности эксплуатации.

Adnotare

Carajeleascov Vasile. Analiza surselor de energie termică pentru încălzirea clădirilor. Chisinau, 2026.

Cuprinsul lucrării: introducere, 6 secțiuni, concluzii, o listă a literaturii utilizate în număr de 33 de surse, o parte de text de 69 de pagini, precum și 29 de figuri, 4 tabele și 3 anexe.

Cuvinte cheie: alimentare cu căldură, centrale termice, centrale electrice combinate, pompe de căldură.

Domeniu de cercetare: diverse tipuri de surse de căldură pentru sistemele de încălzire, ventilație și alimentare cu apă caldă în clădiri rezidențiale și publice.

Această lucrare analizează condițiile de utilizare a diferitelor tipuri de surse de căldură și prezintă parametri pentru selectarea celor mai eficiente tipuri care asigură funcționarea economică a sistemelor de alimentare cu căldură. Energia termică ar trebui generată nu numai prin arderea combustibililor fosili, ci și din surse alternative de căldură (căldură atmosferică, energie solară, căldură din apele subterane și din sol, precum și prin utilizarea resurselor energetice reziduale, cum ar fi căldura provenită din emisiile de ventilație industrială).

Sunt examinate caracteristicile de funcționare ale diferitelor tipuri de surse de căldură și sunt analizate metodele de îmbunătățire a eficienței energetice a acestora.

Cele mai eficiente pompe de căldură sunt recomandate pentru încălzirea clădirilor rezidențiale individuale. Sunt prezentate specificațiile tehnice, principalele avantaje și dezavantaje ale acestora, precum și caracteristicile operaționale.

Summary

Carajeleascov Vasile. Analysis of thermal energy sources for heating buildings. Chisinau, 2026.

Contents of the work: introduction, 6 sections, conclusions, a list of used literature in the amount of 33 sources, a text part of 67 pages, as well as 29 figures, 4 tables and 3 appendices.

Keywords: heat supply, boiler houses, combined heat and power plants, heat pumps, heating.

Research area: various types of heat sources for heating, ventilation, and hot water supply systems in residential and public buildings.

This paper analyzes the conditions for using various types of heat sources and presents parameters for selecting the most efficient types that ensure the economical operation of heat supply systems. Thermal energy should be generated not only by burning fossil fuels but also from alternative heat sources (atmospheric heat, solar energy, groundwater and soil heat, as well as by utilizing waste energy resources, such as the heat from industrial ventilation emissions).

The operating characteristics of various types of heat sources are examined, and methods for improving their energy efficiency are analyzed.

The most efficient heat pumps are recommended for heating individual residential buildings. Technical specifications, their main advantages and disadvantages, and operational features are outlined.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....	11
1.1. Виды потребителей тепловой энергии. Сезонные и круглогодичные тепловые нагрузки.....	11
1.2. Основные параметры систем теплоснабжения.....	12
1.3. Критерии сравнительного анализа источников тепла (экономичность, экологичность, надёжность)	14
2. КОТЕЛЬНЫЕ КАК ИСТОЧНИК ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ.....	16
2.1. Принцип работы и конструктивные особенности котельных установок.....	16
2.2. Виды котельных по типу топлива, их преимущества и недостатки. Экологические аспекты.....	17
2.3. Сфера применения и типичные объекты теплоснабжения.....	18
3. ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ (ТЭЦ) В СИСТЕМАХ ТЕПЛО- СНАБЖЕНИЯ.....	22
3.1. Принцип когенерации: одновременная выработка тепла и электроэнергии.....	22
3.2. Достоинства и ограничения ТЭЦ.....	23
4. ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ТЕПЛА.....	25
4.1. Принцип работы теплового насоса	25
4.2. Виды тепловых насосов по источнику низкопотенциального тепла	26
4.3. Преимущества и недостатки тепловых насосов.....	33
5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ	39
5.1. Энергетическая эффективность источников тепла.....	39
5.2. Экологический проблемы, связанные с выбросами CO ₂ , SO _x и других загрязнителей атмосферы.....	41
5.3. Надёжность и устойчивость теплоснабжения.....	41
5.4. Техничко-экономические показатели: капитальные затраты на внедрение; эксплуатационные расходы; срок окупаемости.....	43

5.5. Применение тепловых насосов в системах центрального, группового и индивидуального отопления.....	45
6. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ.....	62
6.1. Модернизация котельных.....	62
6.2. Развитие ТЭЦ: повышение КПД, интеграция с ВИЭ.....	64
6.3. Потенциал тепловых насосов в условиях энергоперехода.....	65
ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ	67
ЛИТЕРАТУРА.....	68
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	70
Приложение 1. Разновидности котельных.....	70
Приложение 2. Теплоэлектроцентраль на природном газе.....	72
Приложение 3. Разновидности тепловых насосов.....	73

Введение

Системы теплоснабжения являются неотъемлемой частью человеческой жизнедеятельности, они удовлетворяют потребности человека в отоплении и горячем водоснабжении. Различают системы двух типов: централизованные и децентрализованные (к ним также относятся местные системы теплоснабжения). Данные системы отвечают за покрытие нагрузок на отопление и ГВС, для административных, общественных и жилых зданий, также за обеспечение промышленных предприятий теплоносителем с необходимыми для выпуска продукции параметрами.

Актуальность работы. В централизованных системах источниками теплоты выступают теплоэлектроцентрали или крупные котельные с высоким КПД. протяженность труб около 10-15 км и мощностью 1000-3000 МВт для ТЭЦ. и мощностью 100-500 МВт для котельных. Такие системы имеют несколько источников теплоты, это обеспечивает максимальную надежность и маневренность таких систем за счет закольцовок между несколькими источниками тепловой энергии, что увеличивает надежность системы теплоснабжения в отопительный период и снижает затраты на выработку и транспортировку тепловой энергии потребителям в неотапливаемый период. Для крупных городов такие системы наиболее перспективны, особенно теплофикационные, так как расходуют меньше топлива и имеют более высокий КПД, кроме того, на таких системах теплоснабжения легче очистить дымовые газы от вредных веществ для здоровья человека. К минусам можно отнести высокие затраты и сложность в обслуживании трубопроводов с большим диаметром, также возрастает стоимость ремонта или замены таких участков.

Децентрализованные системы теплоснабжения состоят из мелких источников теплоты. Такие системы обеспечивают одно здание, либо малую группу зданий, либо используется поквартирное или коттеджное отопление. Индивидуальные теплогенераторы в квартирах позволяют организовать автономное отопление, обеспечивая комфорт и возможность регулировать температуру в помещениях. Основные варианты включают газовые, электрические, дизельные и твердотопливные модели. К достоинствам можно отнести свободное регулирование потребителем температурного режима, также снижение капитальных затрат. Недостатками являются: снижение экономической эффективности системы централизованного теплоснабжения; увеличение себестоимости отпускаемой энергии; использования только одного типа топлива (снижает надежность); высокие риски для жизни людей при аварийных условиях работы котла, отапливающего отдельное здание.

Тепловые насосы — это энергоэффективные системы, которые извлекают тепло из окружающей среды (воздуха, грунта или воды) и переносят его для дальнейшего применения в системах отопления и горячего водоснабжения зданий. Они работают по принципу обратного холодильника, используя хладагент и компрессор для преобразования

низкопотенциальной тепловой энергии в энергию более высокого потенциала, пригодную для отопления и горячего водоснабжения.

Цель работы состоит в исследовании способов получения тепловой энергии для теплоснабжения жилых, общественных и промышленных зданий, их сравнение по различным параметрам с использованием энергоэффективного оборудования, а также систем автоматического регулирования подачи тепла потребителям. Необходим анализ экономической эффективности принимаемых решений. В результате исследования будут даны рекомендации по оптимизации систем теплоснабжения от различных источников тепла.

Основные направления работы:

1. Рассмотрение современных теплогенерирующих установок, в том числе с применением нетрадиционных источников энергии, таких как тепло атмосферного воздуха, грунта, гунтовых вод и воды рек и озер.
2. Выявление факторов, влияющих на производство тепловой энергии в системах теплоснабжения.
3. Изучение и технический анализ современных установок для получения тепловой энергии. Оценка эффективности различных типов теплогенераторов. с учетом теплотехнических и экономических показателей.
4. Составление рекомендаций по выбору эффективных источников теплоснабжения жилых и общественных зданий.

Научная новизна состоит в исследовании информации, посвященной экономному теплоснабжению зданий жилого и общественного назначения. Будут рассмотрены наиболее важные факторы, определяющие эффективность и энергосбережение источников тепла с учетом истощаемости природных энергетических ресурсов, роста цен на энергоносители и необходимости снижения вредных выбросов в окружающую среду.

Практическими результатами работы будут рекомендации, адресованные инженерам и специалистам по проектированию, которые касаются разработки и применения энергоэффективных систем, предназначенных для получения тепловой энергии из разных источников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М.: Энергоиздат, 360 с., 1982.
2. Богуславский, Л. Д. Ливчак В.И. Титов В.П. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха // М.: Стройиздат, 1990
3. Дмитриев А. Н., Ковалев, И. Н., Табунщиков, Ю. А., Шилкин, Н. В. Руководство по оценке экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия. - М.: АВОК-ПРЕСС. 2005.
4. Карауш С. А. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство»/ А.Н. Хуторной. - Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2003.
5. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для теплоэнерг. спец. вузов. — М.-Л.: Энергия, 1987. — 400 с.
6. Strategia Energetică a Republicii Moldova până în anul 2050 (SEM 2050)
7. Зубатый А.Л. Стратегия теплоснабжения города Кишинева // Отчет Института энергетики Академии наук РМ, рукопись, 1999-2000гг.
8. Калнинь И.М., Савицкий И.К. Тепловые насосы: вчера, сегодня, завтра. Холодильная техника, №10, 2000г.
9. Галимова Л.В., Попов А.А. Система ТЭЦ – абсорбционная холодильная машина. Холодильная техника №10, 1998г.
10. Геотермальные тепловые насосы. <https://www.klerk.ru/materials/2021-03-30/teplovye-nasosy-razbiraem-ih-dostoinstva-i-nedostatki/>
11. <https://limitenergy.ru/invertornyj-teplovoy-nasos-sila-am-12-5-i-hc/>
12. Тепловые насосы: разбираем их достоинства и недостатки. <https://www.klerk.ru/materials/2021-03-30/teplovye-nasosy-razbiraem-ih-dostoinstva-i-nedostatki/>
13. Зубатый А.Л., Журавлев А.А., Шит М.Л. Повышение энергоэффективности централизованного теплоснабжения путем применения теплонасосных установок. // Повышение энергоэффективности централизованного теплоснабжения. Институт Энергетики Академии Наук Молдовы, с. 55-60.
14. Директива ЕС по энергоэффективности теплоснабжения. <http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l27064.htm>
15. ЕН РА. Отчет по снижению выбросов CO₂ благодаря тепловым насосам // European HCA, Азов, Майоп. 2021.
16. Загрязнение атмосферного воздуха: причины и последствия. <https://plus-one.ru/manual/2021/09/08/zagryaznenie-atmosfernogo-vozduha-prichiny-i-posledstviya>
17. Шит М.Л., Журавлев А.А., Попонова О.Л., Шит Б.М., Тимченко Д.В. Применение теплонасосных установок в квартальных тепловых сетях централизованного теплоснабжения // IV Международная конференция «Возобновляемая и малая энергетика», Москва. Тезисы докладов,

с. 57...61. 24-25 октября 2007 г.

18. Журавлев А.А., Шит М.Л., Шит Б.М. Управление теплонасосной установкой на диоксиде углерода в широком диапазоне изменения тепловой нагрузки". Наукові праці Одеської Національної Академії Харчових Технологій, Том.32, V1, 2008.
19. Усенков Р.А., Коханова С.Я. Авраменко С.М., Иванов В.Е. Использование теплового насоса для обеспечения работы систем отопления и горячего водоснабжения // Вестник НовГУ. Серия: Технические науки. 2021. № 4(125). С. 117-122.-001: 10.34680/2076-8052.2021.4 (125). 117-122.
20. World's largest heat pump under development in Germany. <https://newsroom.strabag.com/en/press-releases/group/2025-10/worlds-largest-heat-pump-to-be-built-in-mannheim>
21. Кузьмин С.И. Использование системы водоотведения здания для тепловых насосов. Сборник научных трудов Ангарского ГТУ. 2022. № 1. С. 98 102. ОО1: 10.36629/2686-7788-2022-1 -98-102.
22. Хакимуллин Б.Р., Багаутдинов И.З. Перспективы использования тепловых насосов в системе отопления и горячего водоснабжения //Иновационная наука. 2016.-№4.-С. 51-52.
23. Жуков Л.И., Матвеев Д.С. Тепловые насосы в системах центрального отопления//Теплоэнергетика и теплоснабжение. 2019. - №4. С. 45 52. ЕЮ1: 10.7868/80040603119040065.
24. Кольцевая система кондиционирования воздуха в гостинице https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2605%D1%8D
25. Colda Iolanda, Guțul Vera G., Guțul Vera I. Analiza standardelor europene de performanță energetică a clădirilor privind sistemele de ventilare și condiționarea aerului. Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului. Ediția a X-a. 27 noiembrie 2020. UTM. Chișinău. În: Culegere de articole. ISBN 978-9975-87-779-4. p. 230-238. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/126017.
26. Леонов В.Ф. Современные разработки тепловых насосов: тенденции и перспективы // Энергосбережение и водоснабжение. - 2018. № 6. - С. 22 29.
27. Семенов Л.П., Громов С.Н. Оптимизация режимов работы тепловых насосов в многоквартирных домах // Известия вузов. Энергетика. - 2020. - Т. 63, №5.-С. 108-117.- ЭО1: 10.46982/1996-1073 2020 5 108.
28. Глобальное энергопотребление и роль тепловых насосов. Доклад Международного энергетического агентства (IEL). 2022. (дата обращения: 18.03.2026).
29. Объедкова О.И., Кондратов И.С., Семинско Л.С. Эффективность применения тепловых насосов // Современные наукоемкие технологии. 2013. №8 (1).- с. 43 44.
30. Vera Grigore Guțul, Vasile Leu, Vera Ion Guțul. Analysis of the possibility of reducing energy consumption through the bivalent heating scheme with heat pump intercalation. Revista Ingineria Instalațiilor. Number 1.2026, p. 18-21. ISSN: 2810-5303. ISSN-L: 2810-5303.