



Universitatea Tehnică a Moldovei

STOCAREA ENERGIEI TERMICE ȘI UTILIZAREA ACESTEIA PENTRU ÎNCĂLZIREA CLĂDIRILOR

Student:

Zagornean Constantin

Conducător:

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

Consultant:

**Putiveț Serghei,
as. univ.**

Chisinau, 2026

Adnotare

Zagorncan Constantin. Stocarea energiei termice și utilizarea acesteia pentru încălzirea clădirilor.

Chisinau, 2026

Această lucrare conține o introducere, trei secțiuni, recomandări și concluzii, o listă de referințe cu 24 de surse, 59 de pagini de text, 20 de figuri.

Cuvinte cheie: alimentare cu căldură, stocare a energiei termice, încălzire, ventilație, eficiență energetică.

Domeniu de cercetare: stocare a căldurii pentru utilizare în timpul sezonului rece în sistemele de încălzire, ventilație și climatizare.

Această lucrare analizează condițiile de utilizare a dispozitivelor de stocare a energiei și descrie cele mai comune tehnologii de stocare termică și la rece pentru sistemele de încălzire, ventilație și climatizare. Sunt prezentați parametrii pentru selectarea celor mai eficiente dispozitive și tipuri de stocare a energiei termice, asigurând funcționarea economică a sistemelor de ventilație integrală (IVC). O cerință importantă este ca energia termică să fie obținută din surse de căldură netradiționale (energie solară, căldură din ape subterane și sol și utilizarea deșeurilor industriale).

Sunt examinate caracteristicile de funcționare ale diferitelor tipuri de acumulatori de căldură și sunt analizate metodele de creștere a eficienței energetice a sistemelor de încălzire, ventilație și climatizare care utilizează astfel de echipamente.

Cele mai eficiente acumulatori de căldură sunt recomandate pentru încălzirea clădirilor rezidențiale individuale. Sunt descrise caracteristicile lor tehnice, avantajele și dezavantajele, precum și recomandările de utilizare.

Summary

Zagornean Constantin. Thermal energy storage and its use for heating buildings. Chisinau, 2026

This paper contains an introduction, three sections, recommendations and conclusions, a reference list of 24 sources, 59 pages of text, 20 figures.

Keywords: heat supply, thermal energy storage, heating, ventilation, energy efficiency.

Research area: heat storage for use during the cold season in heating, ventilation, and air conditioning systems.

This paper analyzes the conditions for the use of energy storage devices and describes the most common thermal and cold storage technologies for heating, ventilation, and air conditioning systems. Parameters for selecting the most efficient thermal energy storage devices and types are presented, ensuring the economical operation of IVC systems. An important requirement is that the thermal energy must be obtained from non-traditional heat sources (solar energy, groundwater and soil heat, and the utilization of industrial waste).

The operating characteristics of various types of heat accumulators are examined, and methods for increasing the energy efficiency of heating, ventilation, and air conditioning systems using such equipment are analyzed.

The most efficient heat accumulators are recommended for heating individual residential buildings. Their technical characteristics, advantages and disadvantages, and operating recommendations are described.

CUPRINS

INTRODUCERE.....	7
1. BAZE TEORETICE ALE ACUMULĂRII DE ENERGIE TERMICĂ.....	9
1.1 Importanța acumulării de căldură.....	9
1.2 Materiale și procese utilizate în acumulatorii de căldură.....	10
1.3 Principalele tehnologii pentru acumularea de căldură și frig.....	14
2. TEHNOLOGII DE ACUMULARE A CĂLDURII ÎN SISTEMELE DE ALIMENTARE CU CĂLDURĂ.....	22
2.1 Principalele tipuri de acumulatori de energie termică.....	22
2.2 Principii de funcționare ale acumulatorilor termici.....	26
2.3 Sisteme de control și monitorizare în procesele de stocare a energiei termice ..	24
3. APLICAREA STOCĂRII DE ENERGIE PENTRU ALIMENTAREA CU CĂLDURĂ A CLĂDIRILOR.....	26
3.1 Eficiența acumulatorilor de căldură.....	26
3.2 Fezabilitatea economică a implementării sistemelor de acumulare a energiei termice.....	28
3.3 Aspecte de mediu ale aplicării tehnologiei Stocarea căldurii.....	30
3.4 Aplicarea practică a unităților de stocare a căldurii.....	32
3.5 Acumulatori de căldură cu schimbare de fază	43
3.6 Calculul unei unități de stocare a căldurii pentru un sistem de încălzire al unei clădiri rezidențiale private.....	50
3.7 Perspective pentru dezvoltarea sistemelor de stocare a căldurii.....	55
CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI.....	57
BIBLIOGRAFIE.....	58

INTRODUCERE

Relevanța temei acestei lucrări

Una dintre provocările presante pentru proiectanții și inginerii care lucrează în industria de încălzire și ventilație este îmbunătățirea eficienței energetice a sistemelor. Acest lucru este deosebit de important, având în vedere efortul global de conservare a combustibililor fosili, precum și costul în continuă creștere al surselor de energie, cum ar fi gazele naturale, cărbunele și petrolul.

În orașe și zonele rurale, principalii consumatori de energie termică sunt locuințele și instalațiile de utilități, precum și instalațiile industriale. Clădirile rezidențiale și instalațiile de utilități necesită căldură pentru încălzire, ventilație, aer condiționat și alimentare cu apă caldă. Instalațiile industriale, pe de altă parte, utilizează căldură pentru procesele industriale. Uniformitatea consumului de căldură poate varia pe parcursul zilei, săptămânii, lunii și sezonului. Acest lucru este influențat de tipul de consum de căldură și de condițiile meteorologice. Sarcinile termice ale instalațiilor industriale pot fi atât sezoniere, cât și pe tot parcursul anului, în funcție de procesele utilizate.

Neuniformitatea sezonieră este cauzată de condițiile climatice, care afectează consumul de căldură. Consumul de căldură al sistemelor de încălzire și ventilație din sectorul locuințelor și utilităților depinde în principal de schimbările temperaturii exterioare, umidității exterioare și forței vântului din zonă.

Costurile de încălzire, ventilație și aer condiționat pot fi reduse prin utilizarea surselor alternative de căldură și prin reciclarea căldurii reziduale industrial [25-28].

Sarcinile termice pentru încălzire, ventilație și climatizare sunt sezoniere, apărând în timpul sezonului rece și lipsind în timpul sezonului cald. În acest caz, utilizarea acumulatorilor de căldură sezoniere va aduce beneficii economice.

Consumul anual de căldură, determinat de condițiile meteorologice din zona de alimentare cu căldură (iarni reci sau calde), fluctuează semnificativ. Pentru a ține cont de variațiile sezoniere la proiectarea sistemelor de alimentare cu căldură, se utilizează parametri climatici standard pentru zona de construcție: durata sezonului de încălzire și temperatura aerului exterior în timpul sezonului de încălzire. În practica încălzirii clădirilor, este, de asemenea, obișnuit să se reprezinte grafic durata sarcinii termice sezoniere.

Există un mare interes în acumularea de energie termică din surse netradiționale (cum ar fi radiația solară) în timpul sezonului cald și utilizarea acesteia pentru încălzirea clădirilor în timpul sezonului rece. Acest lucru necesită dezvoltarea sistemelor de stocare a energiei termice - acumulatori termice sezoniere. Acest studiu prezintă o analiză detaliată și identifică modalități potențiale de utilizare a energiei solare pentru încălzirea clădirilor prin stocarea acesteia în acumulatori sezoniere. Scopul studiului este de a reduce semnificativ consumul de energie pentru încălzire și ventilație în clădirile rezidențiale și publice. Este necesară analizarea sistemelor

existente de stocare a energiei termice. Această analiză include luarea în considerare a modelelor de consum sezonier de căldură pentru încălzirea clădirilor, precum și a eficienței sistemelor de stocare și a consumului de energie termică.

Scopurile și obiectivele lucrări

Scopul acestui studiu este de a investiga diverse metode și echipamente pentru acumularea energiei solare termice în timpul sezonului cald și apoi stocarea acesteia pentru utilizarea în sistemele de încălzire în timpul sezonului rece. Aceasta include utilizarea echipamentelor eficiente din punct de vedere energetic, precum și a sistemelor de reglare automată a consumului de căldură și furnizare de căldură consumatorilor. Un obiectiv important este analiza eficienței economice a soluțiilor analizate. Studiul va oferi recomandări pentru optimizarea sistemelor de încălzire, ventilație și climatizare pentru a reduce consumul de energie în clădirile rezidențiale și publice.

Principalele obiective și scopuri ale studiului:

1. Examinarea sistemelor HVAC moderne care utilizează surse alternative de energie, inclusiv radiația solară, căldura solului și apa din râuri și lacuri.
2. Identificarea factorilor care influențează consumul de energie termică în sistemele de încălzire și ventilație.
3. Studiarea și analiza sistemelor moderne de generare a energiei termice din surse alternative și stocarea energiei rezultate. Evaluarea eficienței diferitelor tipuri de sisteme sezoniere de stocare a căldurii.
4. Compararea diferitelor tipuri de sisteme de stocare a căldurii, luând în considerare indicatorii termici și economici, cheltuielile de capital, costurile de operare și perioadele de recuperare a investiției.
5. Elaborarea de recomandări pentru selectarea sistemelor eficiente de stocare sezonieră a energiei termice și aplicarea acestora în încălzirea clădirilor rezidențiale și publice.

Noutate științifică

Studiul prezentat conține informații valoroase despre încălzirea eficientă a clădirilor rezidențiale și publice. Acesta conține o analiză a factorilor importanți de eficiență și conservare a energiei în contextul epuizării resurselor naturale de energie, al creșterii costurilor energiei și al obiectivului de reducere a emisiilor nocive în atmosferă.

Semnificația practică a lucrării

Semnificația practică a lucrării constă în faptul că oferă recomandări pentru ingineri și proiectanți de sisteme de încălzire și ventilație privind dezvoltarea și aplicarea sistemelor eficiente din punct de vedere energetic pentru obținerea, acumularea și utilizarea energiei termice din surse de căldură netradiționale, ceea ce reduce semnificativ costurile de încălzire a clădirilor.

Sistemele moderne de încălzire se confruntă cu o serie de provocări legate de consumul inegal de energie termică, necesitatea îmbunătățirii eficienței energetice și integrarea surselor regenerabile de energie. Sistemele de stocare a căldurii oferă o soluție promițătoare pentru optimizarea funcționării acestor sisteme, permițând acumularea excesului de căldură în perioadele de producție și eliberarea acesteia în perioadele de consum maxim.

Această lucrare examinează principiile de proiectare și funcționare ale diferitelor sisteme de stocare a energiei termice și le analizează din perspectiva economiei, eficienței energetice și ecologiei.

Perspectivile dezvoltării sistemelor de stocare a căldurii în condiții moderne sunt extrem de largi. Acestea reprezintă un element important în tranziția către energia durabilă, permițând utilizarea surselor regenerabile de energie, reducând consumul de energie și reducând emisiile nocive în mediu.

Cercetarea și dezvoltarea în domeniul materialelor, proiectărilor, sistemelor de control automat și al altor măsuri economice vor facilita adoptarea pe scară largă a tehnologiilor de stocare a căldurii în sectoarele construcțiilor și energiei din Republica Moldova.

BIBLIOGRARIE

1. Bekman G., Gilli P. V. Teplovoe akkumulirovanie ehnergii. Per. s angl. pod red. V. M. Brodyanskogo. — M.: Mir, 1987. — 271 s.
2. Levenberg V. D. Akkumulirovanie tepla. — Kiev: Tehnika, 1991. — 168 s.
3. <https://www.techcult.ru/technology/13653-podzemnoe-energohranilishe>
4. Reznickij L. A. Teplovyje akkumulyatory. — M.: Ehnergoatomizdat, 1996. — 91 s..
5. Andryushchenko A. I. Osnovy termodinamiki ciklov teploehnergeticheskikh ustanovok: Uchebnoe posobie. — M.: Vysshaya shkola, 1985. — 320 s.
6. <https://www.dw.com/ru/solnechnaja-jenergetika-v-germanii-vse-bolshe-solnca-panelej-i-deneg/a-62254025>. Fortov V. E., Popel' O. S. Ehnergetika v sovremennom mire. — Dolgoprudnyj: Intellekt, 2011.
7. Elistratov V. V. Ispol'zovanie vozobnovlyaemoj ehnergii. — SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2008.
8. Sotnikova O. A. Akkumulyatory teploty teplogeneriruyushchih ustanovok sistem teplosnabzheniya // AVOK. — 2003. — № 5.
9. <https://bakilux.com/blog/chto-takoe-teploakkumulyator-s-teploobmennikom-gvs-i-kak-eto-rabotaet/>
10. Galkovskij V. A., Ruchkina S. A. Analiz primeneniya akkumulyatorov teploty fazovogo perehoda v sisteme ventilyacii zdaniy // Naukovedenie. — 2016. — T. 8, №
11. Allahverdyan N. L. Akkumulyatory teplovoj ehnergii i ih primenenie // Molodoj uchyonyj. — 2016. — № 8 (112). — S. 174–176.
12. Viskanta R. Teploobmen pri plavlenii i zatverdevanii metallov // Sovremennoe mashinostroenie. Seriya A. — 1989. — № 6. — S. 119–139.
13. Ostapenko V. V. Fazoperehodnoj akkumulyator teploty dlya nuzhd sistem teplosnabzheniya: Dis. ... kand. tehn. nauk. — Makeevka: Donbasskaya nac. akad. str-va i arhitektury, 2015.
14. Umerenkov E. V. Razrabotka akkumulyatorov teploty na fazovom perehode dlya sistem teplosnabzheniya: Avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. — Kursk, 2012. — 33 s.
15. Kukolev M. I. Osnovy proektirovaniya teplovyh nakopitelej ehnergii. — Petrozavodsk, 2001.
16. 17. Hasenöhl T. An Introduction to Phase Change Materials as Heat Storage Mediums. — Lund University, 2009.

17. <https://onterm.ru/blog/teploakkumulyator-dlya-otopleniya-dlya-chego-nuzhen>
18. <https://hes-hp.ru/wp-content/uploads/2023/06/albom-shemnyh-reshenij-hes-eco.pdf>
19. Marchenko O. V., Solomin S. V. *Efficiency of wind energy utilization for electricity and heat supply in northern regions of Russia* // Renewable Energy. — 2004. — Vol. 29, No. 11. — P. 1793–1809.
20. Serov S. F., Degtyarev N. S. Teploakkumuliruyushchie sistemy v teplosnabzhenii individual'nyh domov.
21. Ozgener O. *Use of solar assisted geothermal heat pump and small wind turbine systems for heating* // Energy. — 2010. — Vol. 35. — P. 262–268.
22. F. Ryossner, O.B. Rudakov, Yu.S. Al'binskaya, E.A. Ivanova, V.T. Percev. *Primenenie mikrokapsulirovannyh teploakkumuliruyushchih materialov s fazovym perehodom v stroitel'stve.*
23. :<https://teplotorg.ru/calc/teploakkumulyator.php>
24. <https://www.rusinzh.ru/kalkulyatory/raschet-obema-teploakkumulyatora>
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/sites/default/files/imag_file/p-230-238.pdf
26. Guțul V. G., Zaițev O., Colomieț T., Guțul V.I. Calitatea aerului interior și eficiența energetică a clădirilor. Modul de curs pentru studii superioare de master și doctorat. Chișinău 2020. ISBN 978-9975-3299-5-8. 189 p.
<https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/33237/Calitate-aer-interior-eficienta-energ-cladiri-Modul-curs.pdf?sequence=1>
27. Guțul V. G., Guțul V.I. Bazele aerodinamicii ventilării: Programul 0732.4 Ingineria sistemelor termice, de gaze și climatizare pentru clădiri. Chișinău 2025. 188 p. ISBN 978-9975-3686-9-8. URI: <https://repository.utm.md/handle/5014/33929>
28. 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.
https://www.aiiro.ro/upload/files/2026/Revista_Ingineria_Instalatiilor_1-2026_web.pdf