

**STUDIUL MATERIALELOR TERMOIZOLANTE
UTILIZATE ÎN SACET**

Student:

Mironov Dumitru

Coordonator:

**Leu Vasile
lect. univ., dr. ing.**

Chișinău, 2023

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Urbanism și Arhitectură
Departamentul Alimentații cu Căldură, Apă, Gaze și Protecția Mediului

Admis la susținere
Șef departament:
Guțul Vera, conf. univ., dr. în științe tehnice
“ _____ ” _____ 2023

Studiul materialelor termoizolante utilizate în SACET

Teză de master

Student:

**Mironov Dumitru,
gr. IIAMC-211M**

Coordonator:

**Leu Vasile,
lect. univ., dr. ing.**

Recenzent:

**Leu Vasile,
lect. univ., dr. ing.**

Chișinău, 2023

ADNOTAREA

MIRONOV Dumitru “Studiul materialelor termoizolante utilizate în SACET”, teza de master, Chișinău 2023.

Structura tezei: introducere, trei capitole, concluzii, bibliografie din 26 de titluri, anexe, 60 de pagini text de bază.

Cuvinte-cheie: eficiența energetică, izolația termică, pierderi de energie, optimizarea, energia verde.

Problematica studiului: Criza energetică din ultimii ani pune problema reducerii pierderilor de energie termică și eficientizarea procesului de alimentare a consumatorilor prin aplicarea soluțiilor moderne inclusiv și în ramura izolației termice a conductelor și utilajului. Conform rapoartelor titularilor de licență pierderile totale de energie termică constituie cca. 17% din totalul energiei termice livrate în rețea, iar pierderile prin izolația termică constituie cca. 89% din totalul pierderilor [4]. Reducerea acestor pierderi prin alegerea materialelor termoizolante moderne va contribui la mărirea eficienței energetice a sistemului și micșorarea tarifului pentru consumatorul final.

Scopul și obiectivele lucrării: Cercetarea pierderilor de căldură în cadrul sistemului centralizat de alimentare cu energie termică, precum și a structurii acestor pierderi. Studiul profund al materialelor termoizolante utilizate pentru reducerea pierderilor de căldură prin izolația termică. Analiza proprietăților și compararea diferitor tipuri de izolații termice din punct de vedere tehnic și economic. Obținerea concluziilor și formularea recomandărilor pentru majorarea eficienței energetice a sistemului centralizat de energie termică prin micșorarea pierderilor de energie termică.

Metodele aplicate la realizarea cercetării:

- Compararea directă a valorilor obținute în urma calculelor cu programele specializate (ex. Excel);
- Cercetarea și observarea situației în domeniu în baza exemplurilor reale;
- Analiza SWOT (Strengths (puncte tari), Weaknesses (puncte slabe), Opportunities (posibilități), Threats (riscuri));
- Metodele grafice de cercetare și analiză, obținute în urma calculelor.

Rezultatele obținute: În urma cercetărilor și calculelor efectuate s-a stabilit materialul pentru izolația termică optim din punct de vedere preț și calitate; s-a determinat grosimea optimă și pierderile de căldură optime în baza valorilor normative în vigoare ale fluxului termic pentru diferite modalități de pozare a conductelor rețelelor termice (Anexele E, F, G, H). Au fost formulate recomandări cu privire la izolații termice.

MIRONOV Dumitru “Study of thermal insulation materials used in district heating”, thesis, Chişinău 2023.

Structure of the thesis: introduction, three chapters, conclusions, bibliography of 26 titles, appendices, 60 pages of basic text.

Key words: energy efficiency, thermal insulation, energy losses, optimization, green energy.

The issue of the study: The energy crisis of recent years poses the problem of reducing thermal energy losses and making the process of supplying consumers more efficient by applying modern solutions, including in the branch of thermal insulation of pipes and equipment. According to the license holders' reports, the total thermal energy losses are approx. 17% of the total thermal energy delivered to the network, and losses through thermal insulation are approx. 89% of total losses. Reducing these losses by choosing modern thermal insulation materials will contribute to increasing the energy efficiency of the system and reducing the tariff for the final consumer.

The purpose and objectives of the work: Research of heat losses within the centralized thermal energy supply system, as well as the structure of these losses. In-depth study of thermal insulation materials used to reduce heat loss through thermal insulation. Analysis of properties and comparison of different types of thermal insulation from a technical and economic point of view. Drawing conclusions and formulating recommendations for increasing the energy efficiency of the centralized thermal energy system by reducing thermal energy losses.

The methods applied to the research:

- Direct comparison of the values obtained from calculations with specialized programs (ex. Excel);
- Research and observation of the situation in the field based on real examples;
- SWOT analysis (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats);
- The graphic methods of growth and analysis, obtained from the calculations.

The results obtained: Following the research and calculations carried out, the optimal thermal insulation material was established in terms of price and quality; the optimal thickness and optimal heat losses were determined based on the normative values in force of the heat flow for different ways of laying the pipes of the thermal networks (Appendices E, F, G, H). Recommendations were made regarding thermal insulation.

CUPRINS

INTRODUCERE	8
1. ANALIZA STĂRII ACTUALE A SISTEMULUI CENTRALIZAT DE ALIMENTARE CU ENERGIE TERMICĂ.....	10
1.1. Sectorul energetic. Sistemul de alimentare centralizat cu energie termică	10
1.2. Analiza evoluției livrărilor de energie termică.....	17
1.3. Investițiile în sectorul energetic. Dezvoltarea și modernizarea sectorului energetic.....	21
1.4. Studiul impactului crizei energetice mondiale asupra serviciilor de alimentare centralizată cu energie termică.....	25
1.5. Studiul cadrului normativ și legal în domeniul izolației termice.....	29
2. IZOLAȚIA TERMICĂ. ASPECTE TEORETICE PRIVIND CALCULUL PIERDERILOR DE ENERGIE TERMICĂ.....	31
2.1. Izolația termică a conductelor rețelelor termice.....	31
2.2. Determinarea coeficientului de conductivitate termică.....	34
2.3. Ecuația diferențială a transferului de căldură.....	37
2.4. Transferul de căldură prin conducție prin perete plan/cilindric simplu sau compus.....	40
2.5. Transfer global de căldură.....	43
2.6. Transfer global de căldură prin sol.....	46
3. CERCETAREA PROPRIETAȚILOR MATERIALELOR TERMOIZOLANTE.....	48
3.1. Caracteristicile tehnice ale materialelor termoizolante și a conductelor.....	48
3.2. Studiul dependenței proprietăților izolației termice de durata de exploatare.....	50
3.3. Determinarea grosimii optime a izolației termice.....	52
3.4. Studiul conductelor bitubulare preizolate.....	53
CONCLUZII.....	57
BIBLIOGRAFIE.....	59
ANEXE.....	61

INTRODUCERE

Agravarea crizei energetice mondiale, în special, în spațiul european care se produce în ultimii ani este cauzată de mai multe evenimente de forță majoră. Scumpiri fără precedent a resurselor energetice primare (gaze naturale, petrol, păcură, benzină, motorină etc.) duc la creșteri de preț la energia secundară produsă cu ajutorul resurselor primare (energia termică și electrică). Republica Moldova nu deține sursele considerabile proprii de resurse energetice. Din aceste considerente o parte esențială a resurselor energetice este importată din alte țări vecine. Acest fapt influențează esențial asupra independenței energetice a Republicii Moldova, punând în pericol fiabilitatea livrărilor de energie termică și electrică pentru consumatorul final, precum și influențează costul energiei produse și livrate.

Cel mai mare producător și furnizor de energie termică și electrică din mun. Chișinău este S.A. TERMOELECTRICA care anterior funcționa în mare parte pe baza gazelor naturale. Însă creșterea esențială a prețurilor și pericolul sistării livrărilor de gaze naturale pentru Republica Moldova a creat necesitatea trecerii la surse energetice alternative, cum ar fi păcură.

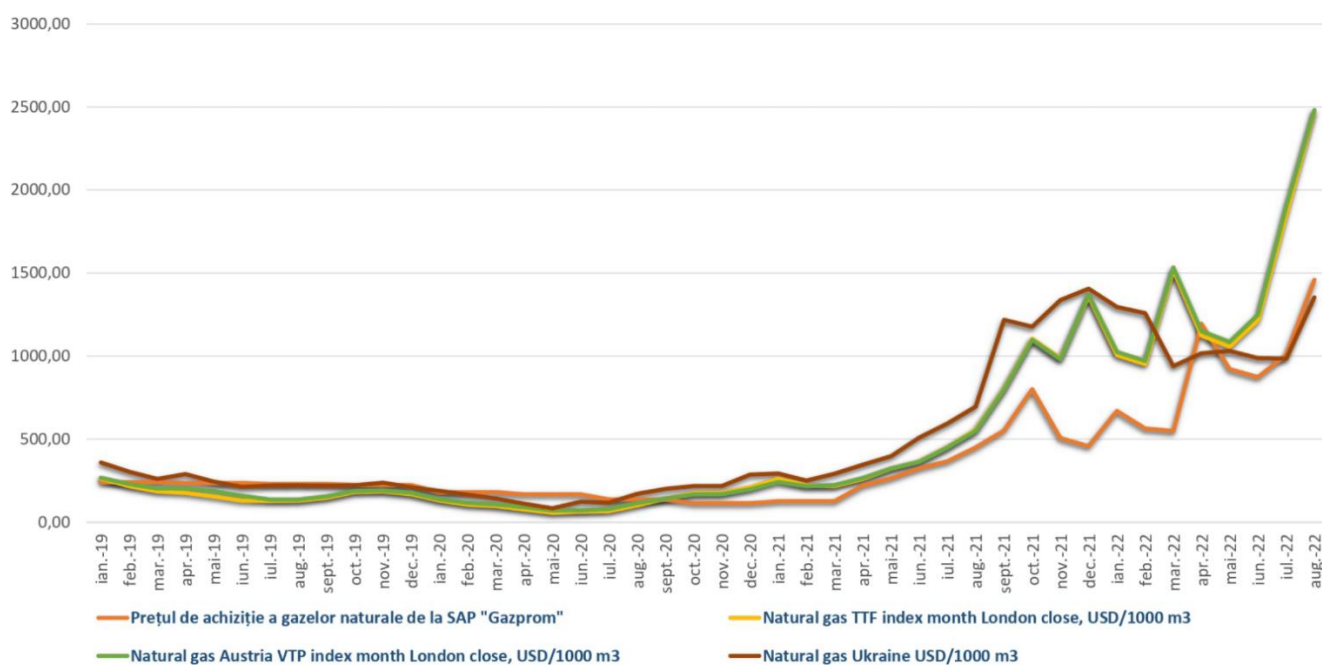


Fig. 1. Evoluția prețului de achiziție a gazelor naturale pentru Republica Moldova în perioada ianuarie 2019 – august 2022.

Sursa: [1].

După cum se observă din graficul din fig. 1 prețul de achiziție a gazelor naturale a crescut în anul 2022 cu mai mult de 10 ori față de anii 2019 și 2020. Totalul necesar de păcură este estimat la 216000 tone pentru perioada octombrie 2022 – aprilie 2023. Acest volum de păcură substituie aproximativ 312 000 000 m³ de gaze naturale. Prețul mediu de procurare a păcurii (luând în considerație și transportul feroviar) constituie 1000 USD/tonă, ceea ce înseamnă o economisire de aproximativ 3 ori prin trecerea de la gaze naturale la păcură în situația actuală.

Reducerea influenței negative a crizei energetice pentru Republica Moldova poate fi efectuată printr-un complex de măsuri la nivel guvernamental (prin acordarea compensațiilor populației, reducerea taxei

pentru valoarea adăugată pentru resursele energetice importate etc.), nivel local, precum și la nivel de întreprinderi de producere, cum ar fi S.A. TERMOELECTRICA. Printre soluțiile posibile pentru întreprinderi de producere pot fi modernizarea capacităților de producere prin înlocuirea componentelor învechite cu un randament redus, introducerea în procesul de producere a elementelor de cogenerare (producerea concomitentă a energiei electrice și termice), precum și reducerea pierderilor de energie termică prin modernizarea sistemului de distribuție a energiei termice. Pierderile de energie termică reprezintă risipă de energie în mediul ambiant prin izolația termică învechită, deteriorată precum și cu un coeficient de transfer termic ridicat.

Aplicarea materialelor termoizolante moderne în cadrul SACET poate contribui la reducerea pierderilor de energie termică începând cu sursa de căldură, sistemul de distribuție și terminând cu consumatorul final. Luând în considerație lungimea totală mare a conductelor învechite în cadrul SACET din mun. Chișinău, pierderile de energie termică ating valori considerabile. Reducerea acestor pierderi duce la reducerea costului de producere, respectiv la micșorarea prețului final al energiei termice pentru consumatorul final, ceea ce face încălzirea centralizată mai avantajoasă față de alte surse de energie termică, cum ar fi încălzire autonomă pe bază de cazane pe gaze naturale sau încălzire prin pompe de căldură pe baza de electricitate. Înlocuirea conductelor învechite prin unele moderne preizolate cu poliuretan expandat și manta din polietilenă sau alte tipuri de izolații termice mărește fiabilitatea și viabilitatea întregului sistem prin reducerea pierderilor de energie termică prin stratul termoizolant și prin scurgerile de agent termic prin neetanșeitățile conductelor vechi.

În anul 2014 cu suportul Băncii Mondiale a fost demarat proiectul investițional care vizează îmbunătățirea și optimizarea SACET din mun. Chișinău. Acest proiect a adus mai multe beneficii prin modernizarea capacităților de producere (de pildă, CET Sursa 1, CET Sursa 2, CT Sud și CT Vest), înlocuirea conductelor învechite și mărirea randamentului punctelor termice centrale și stațiilor de pompare. Aceste acțiuni sunt benefice pentru asigurarea securității energetice a Republicii Moldova și a mun. Chișinău prin asigurarea tuturor consumatorilor cu sarcina energetică necesară pentru asigurarea condițiilor de confort pe perioada rece a anului (perioada de încălzire), precum și fiabilitatea la livrarea apei calde menajere pe întreg parcurs al anului și în orice oră a zilei.

În lucrarea dată tema principală este studiul materialelor termoizolante în cadrul SACET care reprezintă o importanță deosebită pe perioada crizei energetice, ceea ce înseamnă reducerea necesarului de combustibil (fi gaze naturale sau păcură) pentru livrarea aceleiași cantități de energie termică consumatorului final. Acest fapt reduce costul final al energiei termice, ridică fiabilitatea și viabilitatea sistemului, asigură securitatea energetică a statului, precum și mărește atractivitatea alimentării centralizate cu energie termică pentru consumatorii finali existenți și potențiali.

Studiul materialelor termoizolante utilizate în cadrul SACET reprezintă o cercetare complexă din mai multe puncte de vedere și din mai multe considerente pentru a selecta soluții optime pentru izolare termică a echipamentului și a conductelor.

BIBLIOGRAFIE

1. Prezentare: Activitatea S.A. “MOLDOVAGAZ” în anul gazier 2021 – 2022. [citată 16.10.2022]. Disponibil: <https://www.moldovagaz.md/pic/uploaded/docs/Activitatea-anului-gazier-2021-2022-ro.pdf>;
2. Raport final al ESMAP și Băncii Mondiale. Studiul privind optimizarea sistemului de alimentare centralizată cu energie termică din Chișinău. [citată 18.10.2022]. Disponibil: <https://www.esma.europa.eu/document-types/final-report>;
3. Informații tehnice S.A. “TERMOELECTRICA”. [citată 18.10.2022]. Disponibil: <https://termoelectrica.md/>;
4. R A P O R T privind activitatea Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică în anul 2021. [citată 22.10.2022]. Disponibil: <https://anre.md/raport-de-activitate-3-10>;
5. O R D I N Nr. 165 din 09.11.2015 Cu privire la aprobarea graficelor de temperaturi pentru regimurile de lucru ale sistemelor centralizate de alimentare cu energie termică din mun. Chișinău și mun. Bălți;
6. Catalogul caracteristicilor termotehnice ale materialelor de construcții, Ministerul Economiei și Infrastructurii, Chișinău, 2019;
7. <https://www.undp.org/ro/moldova/projects/abordarea-impactului-crizei-energetice-republica-moldova>;
8. SAJIN, Tudor, GRIGORE, Roxana. *Transportul și distribuția agenților termici*. Bacău: ALMA MATER, 2003. 161 p. ISBN 973-8392-40-3;
9. Asociația inginerilor de instalații din România, ILINA, Mihai ș.a. *Manualul de instalații. Instalații de încălzire*. București: ARTECNO, 2002. 483 p. ISBN 973-85936-1-1;
10. NCM G.04.08:2018. *Izolația termică a utilajului și a conductelor*. Chișinău: Ediție oficială, Î.S. “INCERCOM”, 2018;
11. NCM G.04.07:2014. *Rețele termice*. Chișinău: Ediție oficială, MDRC, 2014;
12. СНиП 2.01.01-82. *Строительная климатология и геофизика*;
13. VÂRLAN, Pavel. *Alimentarea centralizată cu căldură*. Indicații metodice pentru elaborarea lucrării de an. Chișinău: U.T.M., 2011;
14. VÂRLAN, Pavel. *Alimentarea centralizată cu căldură*. Chișinău: TEHNICA-INFO, 2010. 380 p.;
15. GONCEARUC, Valeriu. *Termotehnica. Transfer de căldură și masă. Ciclu de prelegeri*. Chișinău: 2000, 140 p.;
16. BEGLEȚ, Natalia, PALAȘ, Serghei, red. resp.: ȚULEANU, Constantin. *Termodinamica tehnică: Note de curs. Partea I*. Chișinău: Tehnica – UTM, 2015. 103 p.;
17. АЛАБОВСКИЙ А.Н., НЕДУЖИЙ И.А. *Техническая термодинамика и теплопередача*, 3-е изд., перераб. и доп. Киев: Выща школа, 1990. 255 с. ISBN 5-11-001997-5;
18. МАНЮК В. И., КАПЛИНСКИЙ Я. И. *Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей*, 3-е изд. Москва: СТРОЙИЗДАТ, 1988;

19. GAVRILĂ, Lucian. *Fenomene de transfer. Vol.II. Transfer de căldură și masă*. Bacău: ALMA MATER, 2000. ISBN 973-99487-6-6;
20. LOGSTOR. District Energy Version 2021.01 (language uk). Catalogul produselor. Disponibil: www.logstor.com/catalogues-and-documentation;
21. SR EN 14308+A1. *Produse termoizolante pentru echipamente din clădiri și instalații industriale din spumă rigidă de poliuretan (PUR) și din spumă de poliizocianurat (PIR)*. București: ASRO, Martie 2013;
22. СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и теплопроводов;
23. GOST 30732-2006 Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. Технические условия;
24. GOST 31309-2005 Материалы строительные теплоизоляционные на основе минеральных волокон. Общие технические условия;
25. Conducte bitubulare preizolate. Prezentarea companiei. [citat 12.12.2022]. Disponibil: <https://www.isoplus-pipes.com/download/flyer.html>;
26. CATALOGUE DISTRICT HEATING/COOLING PRE - INSULATED PIPE SYSTEMS. [citat 12.12.2022]. Disponibil: <https://poliurs.lv/documents/katalogs-en-2022.pdf>.