



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**„Studiul eficienței izolației termice a  
sistemelor de alimentare centralizată cu  
căldură”**

**Masterand:**

**Borodco Nicolai**

**Conducător:**

**Palaș Serghei**

**Chișinău – 2016**

**Ministerul Educației al Republicii Moldova**  
**Universitatea Tehnică a Moldovei**  
**Facultatea Arhitectura si Urbanism**  
**Departamentul Alimentare cu caldura, apa, gaze si protectia mediului**

**Admis la susținere Șef de departament:**  
**conf.dr. Constantin Țuleanu**

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ **2016**

# **„Studiul eficienței izolației termice a sistemelor de alimentare centralizată cu căldură”**

**Teză de master**

**Student: \_\_\_\_\_ Borodco Nicolai**

**Conducător: \_\_\_\_\_ Palaș Serghei**

**Chișinău 2016**

## CUPRINS

<b>REZUMAT</b> .....	5
<b>INTRODUCERE</b> .....	11
<b>1. SCOPUL, DESTINAȚIA IZOLAȚIEI TERMICE A CONDUCTELOR ȘI CERINȚE IMPUSE MATERIALELOR TERMOIZOLANTE</b> .....	13
1.1 Scopul, destinația izolației termice a conductelor și cerințe impuse materialelor termoizolante.....	13
1.2 Construcția elementului termoizolant.....	14
1.3 Rezistența termică a conductelor.....	14
<b>2. METODA DE CALCUL A PIERDERILOR DE CĂLDURĂ</b> .....	18
2.1 Amplasarea în aer liber.....	18
2.2 Amplasarea în sol.....	19
2.2.1 Amplasarea fără canal a unei singure conducte.....	19
2.2.2 Amplasarea fără canal a doua conducte.....	20
2.2.3 Amplasarea în sol în canal a unei singure conducte.....	21
2.2.4 Amplasarea în sol a mai multor conducte într-un canal.....	23
<b>3. PIERDERILE DE CĂLDURĂ ÎN REȚELELE TERMICE</b> .....	24
3.1 Calculul conductelor de abur de transit cu lungimi mari.....	26
3.2 Calculul randamentului izolației termice.....	28
<b>4. METODELE DE DETERMINARE A GROSIMII STRATULUI DE IZOLAȚIE</b> .....	30
4.1 Calculul grosimii stratului termoizolant conform căderii de temperatură a agentului termic.....	31
4.2 Calculul grosimii stratului termoizolant conform valorii preconizate a temperaturii pe suprafața exterioară a construcției termoizolante.....	32
4.3 Calculul grosimii stratului termoizolant conform densității normative a fluxului de căldură.....	32
4.4 Calculul grosimii oprime a stratului termoizolant.....	33
<b>5. METODELE DE REABILITARE REȚELELOR TERMICE PRIN ÎNLOCUIREA CU CONDUCTE PREIZOLATE</b> .....	35
5.1 Instalarea sistemului de supraveghere a avariilor la conducte și preluare date.....	36
5.2 Elementele rețelilor termice preizolate.....	41
5.3 Concluzii.....	44
<b>6. REABILITAREA TRASEULUI TERMIC IZOLAT CU VATĂ MINERALĂ PRIN ÎNLOCUIREA LUI CU IZOLAȚIE TERMICĂ DIN COCHILII DE SPUMĂ POLIURITANICĂ RIGIDĂ DIN MUN. CHIȘINĂU</b> .....	45
6.1 Cochilii din spumă poliuritanică rigidă.....	46
6.1.1 Cochilii din polistiren expandat (EPS).....	50
6.1.2 Cochilii din polistiren extrudat (Styrofoam).....	51
6.1.3 Cochilii din vată minerală.....	52
6.1.4 Montajul cochiliilor.....	53
6.1.5 Folie pentru protecția izolației sistemelor de conducte subterane și supratere pozate în exterior.....	53
6.1.6 Folie autoadezivă pentru protecția izolației sistemelor de conducte subterane și supratere pozate în exterior.....	54
6.1.7 Bandă autoadezivă pentru protecția anticorozivă a țevelor subterane sau supratere.....	56
6.1.8 Modalitățile de prindere a semicochiliilor pentru izolarea conductelor.....	57
6.2 Date generale. Plan general.....	58
6.2.1 Metoda de calcul a pierderilor de căldură. Traseu amplasat aerian.....	59
6.3 Pierderi de căldură ale conductelor montate aerian.....	60
<b>7. PROGRAM DE CALCUL UTILIZAT LA PIERDERILE DE CĂLDURĂ ALE CONDUCTELOR MONTATE AERIAN</b> .....	70
<b>CONCLUZII</b> .....	71
<b>RECOMANDĂRI</b> .....	73
<b>BIBLIOGRAFIE</b> .....	74
<b>ANEXE</b> .....	75

## Lista tabelelor

Tab. 1.1. Valorile coeficientului cedării de căldură $\alpha$ , W/(m <sup>2</sup> · °C).....	15
Tab. 1.2 Coeficientul de conductibilitate termică a solului, $\lambda_s$ .....	16
Tab. 1.3 Conducte preizolate din PEX utilizate în sistemele de încălzire.....	43
Teb. 1.4 Conducte preizolate duble din PEX utilizate în sistemele de încălzire.....	43
Tab. 1.5 Conducte preizolate din PEX utilizate pentru apa caldă de consum.....	44
Tab. 1.6 Conducte preizolate duble din PEX utilizate în apa caldă de consum.....	44
Tab. 1.7 Caracteristici tehnice.....	47
Tab. 1.8 Conductivitatea termică a principalelor materiale termoizolante.....	63
Tab. 1.9 Temperatura medie $T_{miz}$ a stratului de izolație de bază.....	63
Tab. 1.10 Rezultatele calculului pierderilor de căldură a conductelor T1 izolate cu cochilii din spumă poliuritanică rigidă $\lambda = 0,027$ [W/mK] (după reabilitarea traseului) montate aerian în dependență de diametru.....	64
Tab. 1.11 Rezultatele calculului pierderilor de căldură a conductelor T2 izolate cu cochilii din spumă poliuritanică rigidă $\lambda = 0,027$ [W/mK] (după reabilitarea traseului) montate aerian în dependență de diametru.....	65
Tab. 1.12 Rezultatele calculului pierderilor de căldură a conductelor T3 izolate cu cochilii din spumă poliuritanică rigidă $\lambda = 0,027$ [W/mK] (după reabilitarea traseului) montate aerian în dependență de diametru.....	66
Tab. 1.13 Rezultatele calculului pierderilor de căldură a conductelor T1 izolate cu vată minerală din fibre de sticlă $\lambda = 0,040$ [W/mK] (pîna la reabilitarea traseului) montate aerian în dependență de diametru.....	67
Tab. 1.14 Rezultatele calculului pierderilor de căldură a conductelor T2 izolate cu vată minerală din fibre de sticlă $\lambda = 0,040$ [W/mK] (pîna la reabilitarea traseului) montate aerian în dependență de diametru.....	68
Tab. 1.15 Rezultatele calculului pierderilor de căldură a conductelor T3 izolate cu vată minerală din fibre de sticlă $\lambda = 0,040$ [W/mK] (pîna la reabilitarea traseului) montate aerian în dependență de diametru.....	69

## Lista figurilor

Fig. 1.1. Schema de calcul termic a unei conducte amplasate în sol fără canal.....	19
Fig. 1.2 Schema de calcul termic a două conducte amplasate în sol fără canal.....	20
Fig. 1.3 Schema de calcul la amplasare în canal a unei singure conducte.....	22
Fig. 1.4 Schema de calcul la amplasarea în canal a doua conducte.....	22
Fig. 1.5 Soluționarea grafică a locului de începere a condensării aburului înconduct.....	25
Fig. 1.6 Schema de calcul a conductei cu abur supraîncălzit.....	27
Fig. 1.7 Secțiune ansamblu izolație.....	28
Fig. 1.8 Secțiune ansamblu izolație nouă.....	29
Fig. 1.9 Determinarea grosimii optime a izolației.....	30
Fig. 1.10 Sistemului de supraveghere a avariilor la conducte și preluare date.....	38
Fig. 1.11 Aparatul de testare BS-MH3 care indica pe display, in 15 trepte, asa numitele trepte MH in functie de rezistenta izolatiei si intensitatea umiditatii.....	39
Fig. 1.12 Structura generala a Sistemului de Supraveghere/Monitorizare.....	40
Fig. 1.13 Cot preizolat.....	41
Fig. 1.14. Cot preizolat dublu.....	41
Fig. 1.15. Reducție preizolată.....	42
Fig. 1.16. Ramificație preizolată.....	42
Fig. 1.17 Cochilii din spumă poliuretanică cu protecție de aluminiu.....	48
Fig. 1.18 Cochilii din spumă poliuretanică.....	48
Fig. 1.19 Cochilii din spumă poliuretanică.....	49
Fig. 1.20 Cochilii din spumă poliuretanică.....	49
Fig. 1.21 Manta de protecție din tablă zincată pentru conductele preizolate pozate aerian.....	49
Fig. 1.22 Cochilii din polistiren expandat (EPS).....	50
Fig. 1.23 Cochilii din polistiren extrudat (Styrofoam).....	51
Fig. 1.24 Cochilii din polistiren extrudat (Styrofoam).....	51
Fig. 1.25 Cochilii din vată minerală.....	52
Fig. 1.26 Folie autoadezivă pentru protecția izolației.....	55
Fig. 1.27 Bandă autoadezivă.....	56
Fig. 1.28 Bandă autoadezivă.....	56
Fig. 1.29 Semicochilii din spumă de poliuritan rigid.....	57
Fig. 1.30 Semicochilii din spumă de poliuritan rigid.....	57
Fig. 1.31 Semicochilii pentru piese special.....	57

## REZUMAT

**St. Grupei IIAMC – 141 Borodco Nicolai. Studiul eficienței izolației termice a sistemelor de alimentare centralizată cu căldură, teza pentru obținerea titlului de master în tehnică, Chișinău 2016.**

**Domeniul de studiu:** Eficiența izolației termice a sistemelor de alimentare centralizată cu căldură. Teza este dedicată studiului aprofundat în domeniul cercetării posibilităților de creștere a eficacității izolației termice, care ar asigura minimumul rațional de pierderi de căldură și căderea admisibilă a temperaturii agentului termic.

**Teza include:** Introducere; 7 capitole; 50 de pagini text de bază; 31 figuri; 15 tabele; concluzii generale; bibliografie din 20 titluri; 20 anexe.

**Cuvinte-cheie:**; pierderi de căldură; eficiența izolației termice; cochilii din spumă poliuretanică.

Lucrarea se adresează în primul rând studenților masteranților catedrei Alimentații de Căldură și Gaze, Ventilare, dar este utilă și altor specializări, cum ar fi Energetică sau Instalații în Construcții. Capitolul 1 cuprinde o descriere succintă a metodelor de calcul a pierderilor de căldură, scopul, destinația izolației termice a conductelor și cerințe impuse materialelor termoizolante însoțită câteva subcapitole scheme și formule, a elementelor componente ale izolației termice. Un accent deosebit este pus pe elementele specifice rețelelor termice. Metodele de calcul a pierderilor de căldură fac obiectul capitolului 2. În cadrul acestui capitol pe lângă problemă cu caracter general sunt prezentate calculele tipurilor de amplasare a rețelelor termice existente. În capitolul 3 sunt prezentate pierderile de căldură în rețelele termice care mai cuprin și calculul conductelor de abur de transit cu lungimi mari. Capitolul 4 este dedicat metodelor de determinare a grosimii stratului de izolație. Capitolul 5 prezintă aspecte generale privind metode de reabilitare a rețelelor termice prin înlocuirea lor cu conducte preizolate. În capitolul 6 sunt prezentate calculele comparative dintre două tipuri de izolație a tresei termice recent reabilitat din str. Gheorghe Madan 46/6. La final este prezentat programul de calcul utilizat la pierderile de căldură ale conductelor montate aerian.

Lucrarea se încheie cu numeroase anexe, care oferă studenților interesați, informații utile pentru întocmirea proiectelor, lucrărilor de licență și de disertație.

## SUMMARY

**St. Group IIAMC - 141 Borodco Nicolai. Study of the thermal insulation efficiency district heating for systems, to obtaining of master grade in the technical engineering, Chişinau 2016.**

**Field of Study:** Efficiency use of thermal insulation of district heating systems. The thesis is devoted to study in-depth research opportunities to increase efficiency thermal insulation, which ensures minimum heat loss and rationally permissible fluid temperature fall.

**Thesis include:** Introduction; 7 chapters; 50 pages of basic text; 31 figures; 15 tables; general conclusions; bibliography of 20 titles; 20 annexes.

**Keywords:** heat loss; thermal insulation efficiency; shells of polyurethane foam.

The paper is primarily addressed to master degree students of Heat and Gas Supply, Ventilation department but is useful for other specialties, such as energy or building equipment. Chapter 1 provides a brief description of methods for calculating heat loss, purpose, destination insulation pipes and insulating materials requirements imposed several chapters accompanied schemes and formulas, the components of thermal insulation. Special emphasis is placed on specific elements of thermal networks. Methods for calculating heat loss is covered by Chapter 2. In this chapter besides general problem types are presented calculations of thermal networks existing location. In Chapter 3 there are heat loss in heating networks which also included the calculation of the steam transit very long. Chapter 4 is devoted to methods for determining the thickness of the insulation. Chapter 5 presents the general aspects of thermal rehabilitation methods networks by replacing them with pre-insulated pipes. Chapter 6 presents comparative calculations between two types of thermal insulation from the recent rehabilitated line from Gheorghe Madan 46/6 street. At the final its presented the software used calculate the heat loss of the air ducts mounted.

The paper concludes with numerous annexes, which offers to interested students, useful information for drafting, licensing and dissertation work.