

R E P U B L I C A M O L D O V A

C O D P R A C T I C Î N C O N S T R U C Ţ I I

**G.04.11**

REŢELE ŞI ECHIPAMENTE AFERENTE CONSTRUCŢIILOR

## **CP G.04.11:2017**

**Instalații termice, de ventilare și condiționare a aerului**

**Metodologia de calcul a pierderilor de căldură, a consumului neînregistrat de apă caldă, a pierderilor de apă caldă în sistemele comunale de alimentare cu apă caldă menajeră**

**Partea 2. Calculul pierderilor de căldură în sistemele comunale de alimentare cu apă caldă menajeră**

EDIȚIE OFICIALĂ

MINISTERUL ECONOMIEI ȘI INFRASTRUCTURII

CHIȘINĂU 2017

**Instalații termice, de ventilare și condiționare a aerului****Metodologia de calcul a pierderilor de căldură, a consumului neînregistrat de apă caldă, a pierderilor de apă caldă în sistemele comunale de alimentare cu apă caldă menajeră****Partea 2. Calculul pierderilor de căldură în sistemele comunale de alimentare cu apă caldă menajeră**

---

**CZU**

**Cuvinte cheie:** alimentare cu apă caldă, sistem centralizat de alimentare cu apă caldă, sistem descentralizat de alimentare cu apă caldă, alimentare comunală cu apă caldă, pierderi de apă caldă, scurgeri de apă caldă, volum de apă caldă neînregistrat, mijloace de măsurare, contoare, preîncălzitor cu apă, conductă de recirculare de alimentare cu apă caldă menajeră, documente normative în construcții, izolație termică, utilaj, conductă.

---

**Preambul**

- 1 ELABORAT de către Institutul de Cercetări Științifice în Construcții „INCERCOM” Î. S.: ing. Eremencov N. – conducătorul temei, ing. Efremov C.
- 2 ACCEPTAT de către Comitetul Tehnic pentru Normare Tehnică și Standardizare în Construcții CT-C 10 G "Instalații termice de ventilare și condiționare a aerului", procesul-verbal nr. .... din .....2017..
- 3 APROBAT ȘI PUS ÎN APLICARE prin ordinul Ministerului Economiei și Infrastructurii nr. .... din .....2017 (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2017, nr. ...., art. ....), cu aplicare din ..... 2017.
- 4 ÎNLOCUIEȘTE PENTRU PRIMA DATĂ

## Cuprins:

Introducere: .....	IV
1 Domeniu de aplicare .....	7
2 Referințe normative .....	7
3 Termeni și definiții .....	8
4 Prevederi generale .....	10
5 Calculul pierderilor de energie termică cu scurgeri și consum neînregistrat de apă caldă .....	11
5.1 Structura pierderilor de energie termică .....	11
5.2 Calculul pierderilor de energie termică .....	15
6 Calculul pierderilor de energie termică prin construcțiile termoizolante ale conductelor .....	17
6.1 Prevederi generale .....	17
6.2 Reguli de bază privind alegerea izolației termice .....	17
6.3 Determinarea valorilor normative ale pierderilor de energie termică .....	18
6.4 Pierderi de căldură prin conducte .....	21
7 Calculul pierderilor de căldură prin construcții termoizolante ale utilajelor .....	22
Anexa A (obligatorie) Informații generale privind unitățile de măsură ale valorilor fizice aplicate în Metodologie .....	27
Anexa B (informativă) Exemplu de calcul al pierderilor de energie termică cu scurgeri și consum neînregistrat de apă caldă .....	28
Anexa C (informativă) Pierderi de căldură specifice prin conductele ACM .....	30
Anexa D (informativă) Calculul cantității specifice de energie termică necesară pentru încălzirea 1 m <sup>3</sup> de apă rece .....	32
Anexa E (informativă) Regula de bază privind alegerea grosimii "critice" a stratului termoizolant .....	35
Anexa F (informativă) Calculul pierderilor de energie termică a conductelor sistemului existent ACM .....	37
Anexa G (obligatorie) Procedura de determinare a pierderilor de energie termică prin conductele neizolate amplasate orizontal .....	41
Bibliografie: .....	51

## Introducere:

Prezentul document normativ este elaborat în corespundere cu recomandările normelor europene privind eficiența energetică: Directiva 2010/31/EU, EN 15316-3-1, EN 15316-3-2, EN 15316-3-3 și este destinat pentru realizarea, completarea și dezvoltarea cerințelor de proiectare ale sistemelor de alimentare cu apă caldă menajeră cuprinse în documentul normativ prezentând metodologia de calcul a pierderilor și a volumului neînregistrat de apă caldă în sistemele comunale de alimentare cu apă caldă.

Prezentul Cod practic stabilește norme și reguli pentru:

- elaborarea metodologiei efective de determinare a consumului neînregistrat și a pierderilor de apă la transportare, distribuție și depozitare în sistemele comunale de alimentare cu apă caldă menajeră;
- determinarea măsurilor direcționate la reducerea pierderilor și scurgerilor de apă, timpul de stopare a sistemului de alimentare și distribuția apei calde, reducerea consumului de apă și prețul de cost al acesteia.

Metodologia de asemenea prevede:

- modul de calcul și forma de raportare la determinarea consumului neînregistrat și pierderilor de apă caldă în sistemele comunale de alimentare cu apă caldă menajeră;
- modul de determinare a pierderilor naturale de apă caldă la transportare și livrare către consumatori;
- modul de determinare a locurilor deteriorate și scurgerilor de apă caldă în sistemul de alimentare cu apă caldă menajeră;
- modul de determinare a volumului de scurgeri latente de apă caldă în sistemul de alimentare cu apă caldă menajeră.

La elaborarea Metodologiei s-a ținut cont de experiența națională și de starea specifică și evoluția națională în industria de construcții – producere, a economiei, de specificul climateric și geografic al Republicii Moldova.

Partea 2 "Calculul pierderilor de căldură în sistemele comunale de alimentare cu apă caldă menajeră" prezintă partea integrantă din Codul Practic "Metodologia de calcul a pierderilor de căldură, a volumului neînregistrat de apă caldă, a pierderilor de apă caldă în sistemele comunale de alimentare cu apă caldă menajeră".

În partea a 2-a sunt descrise regulile de calcul privind pierderile de energie termică:

- cu scurgeri și consum neînregistrat de apă caldă în sistemul ACM;
- prin izolația termică a utilajului și a conductelor sistemului ACM;
- la funcționarea sistemului ACM în regim de recirculare;
- la funcționarea sistemului ACM în regim de "încălzire" al camerelor de baie și al toaletelor (pardoseli calde).

În partea a 2-a, de asemenea, sunt descrise metodele și modurile de prezentare ale acestor calcule.

În metodele prezentate privind calculul pierderilor de energie termică se ia în considerare cerințele sanitare moderne privind calitatea apei calde pentru prevenirea dezvoltării bacteriilor Legionella.

De asemenea, s-a luat în considerare particularitățile schemelor recent aplicate ale punctului termic pentru încălzirea centrală și ACM cu regim prioritar de încălzire a apei.

Metodologia este elaborată în baza analizei și a datelor generalizate, prezentate de către serviciul de exploatare al sistemului respectiv din cadrul S.A „Termocom”, conform datelor experimentale, obținute în urma examinărilor consumului de apă caldă neînregistrate în sistemul comunal de alimentare cu apă caldă menajeră din municipiul Chișinău.

În Republica Moldova există în prezent două scheme de furnizare a apei calde consumatorilor:

- a) centralizată: în puncte termice centrale (PTC);
- b) descentralizată: în puncte termice individuale (PTI) ale clădirilor rezidențiale și publice.

În ultimul timp, o aplicare largă o are schema de preparare individuală a apei calde menajere - prepararea apei calde în instalațiile locale moderne de capacitate mică: cazane de apă caldă, încălzitoare electrice, generatoare de căldură de uz casnic, etc. Această schemă nu este prevăzută în prezentul Cod Practic.

În țară toate sistemele centralizate de preparare a apei calde menajere au fost proiectate cu contur de circulație, dar mai mult de două decenii acest contur nu funcționează și, prin urmare, numai în rețelele exterioare existente ACM funcționează numai conducta tur. În unele rețele ale străzilor perimetrare (cvartale) ACM conductele de circulație continuă să funcționeze.

În legătură cu recomandările normelor europene în domeniul eficienței energetice a clădirilor și a Legii Republicii Moldova "Cu privire la performanța energetică a clădirilor", precum și cu introducerea unui grup de standarde naționale armonizate, SM SR EN 15316-3, cerințele privind sistemele de alimentare cu apă caldă menajeră au devenit mai dure:

- sistemul ACM trebuie să asigure o cantitate suficientă de energie termică pentru preparare și asigurarea unei temperaturi constante a apei în prizele de apă;
- în clădiri sistemul ACM trebuie să fie echipat cu o circulație constantă a apei;
- sistemul de preparare a apei calde menajere trebuie să asigure o temperatură a apei de cel puțin 55 ° C și nu mai mult de 60 ° C în prizele de apă și sistemul trebuie să garanteze posibilitatea unei dezinfecții termice periodice la o temperatură a apei de cel puțin 70 ° C pentru combaterea bacteriilor Legionella;
- sistemul de preparare a apei calde menajere trebuie să fie prevăzut cu mijloace de protecție împotriva depășirii presiunii și temperaturii admisibile pentru acesta în conformitate cu standardele naționale armonizate.

Deci, în sistemul de apă caldă menajeră existent trebuie restabilit conturul de circulație.

Tariful actual pentru serviciul "de alimentare cu apă caldă menajeră" este prezentat ca o sumă de două componente: costul specific al apei potabile plus costul specific al energiei termice consumate la încălzirea a 1 m<sup>3</sup> de această apă.

În același timp, în multe case, sistemele de circulație ale apei calde menajere funcționează în mod normal, iar energia termică în acest caz este necesară nu numai pentru a asigura parametrii consumului de apă caldă, ce curge din robinet, dar și pentru a compensa pierderile în uscătoarele de prosoape, coloane și pardoseli calde, care parțial sunt racordate la conturul de circulație ACM. Aceste cheltuieli

suplimentare de energie termică pentru încălzirea apei circulante în sistemul ACM reprezintă a treia componentă.

Apa circulantă este de fapt un analog al agentului termic al sistemului de alimentare cu căldură, care poate fi produs la PTC (rețele termice cu patru conducte). De asemenea, apa circulă într-un contur închis în rețelele ACM și este utilizată atât direct pentru încălzirea apei calde menajere, cât și pentru transmiterea căldurii consumatorilor prin instalațiile termice – uscătoare de prosoape și pardoseli calde.

În consecință, tariful actual pentru serviciul de "alimentare cu apă caldă menajeră" nu reflectă cheltuielile reale pentru prepararea apei calde menajere.

Apa caldă în calitate de marfă se transformă direct în casă. Pentru furnizarea acesteia, se achiziționează apă de apeduct sau agent termic, energia termică este folosită pentru încălzirea acesteia pînă la temperatura normativă și pentru asigurarea circulației.

Prin urmare, în tariful pentru serviciul de "alimentare cu apă caldă menajeră" trebuie incluse următoarele cheltuieli:

- a) sursa de apă potabilă furnizată consumatorului;
- b) energia termică conținută în apă (utilizată pentru încălzirea acesteia);
- c) pierderi de energie termică ale conductelor și ale utilajului prin izolația termică;
- d) energia termică, care asigură compensarea pierderilor în uscătoarele de prosoape, în coloane și în pardoseli calde racordate la conturul de circulație ACM.

Dacă toate apartamentele sunt dotate cu apometre individuale de apă caldă - în acest caz, consumul total de căldură și de apă rece pentru ACM este distribuit între apartamente proporțional cu datele apometrelor individuale de apă.

---

**C O D P R A C T I C Î N C O N S T R U C Ţ I I**

---

**Metodologia de calcul a pierderilor de căldură, a consumului neînregistrat de apă caldă, a pierderilor de apă caldă în sistemele comunale de alimentare cu apă caldă menajeră**

**Partea 2 «Calculul pierderilor de căldură în sistemele comunale de alimentare cu apă caldă menajeră»**

Методика расчета тепловых потерь, неучтенных расходов горячей воды, потерь горячей воды в системах коммунального горячего водоснабжения

Часть 2 «Расчет тепловых потерь в системах коммунального горячего водоснабжения»

Method for calculation of heat losses, unaccounted expenses of hot water, and losses of hot water in communal systems of hot water supply

Part 2 «Calculation of heat losses in communal systems of hot water supply»

---

**Data punerii în aplicare: 201X-0X-0X**

## **1 Domeniu de aplicare**

**1.1** Cerințele prezentului Cod Practic se aplică la proiectarea, construcția și exploatarea sistemelor centralizate și descentralizate comunale de alimentare cu apă caldă menajeră.

**1.2** Prezentul Codul practic este destinat întreprinderilor (organizațiilor) de alimentare cu căldură și proprietarilor sistemelor comunale de alimentare cu apă caldă menajeră independent de forma acestora de proprietate.

**1.3** Rezultatele calculelor pierderilor energiei termice și a consumului neînregistrat de apă caldă menajeră în sistemul comunal de alimentare cu apă caldă menajeră se aplică pentru elaborare cu aprobarea ulterioară a normativelor pentru determinarea și stabilirea tarifelor pentru serviciile de alimentare cu apă caldă menajeră pentru populație.

**1.4** Codul practic nu este destinat pentru argumentarea normelor de pierderi a energiei termice în sistemul comunal de alimentare cu apă caldă menajeră.

**1.5** Codul Practic poate fi aplicat de către:

- organizațiile de proiectare la elaborarea capitolelor privind "Eficiența energetică";
- asociațiile locative și cooperative la întocmirea facturilor;
- persoane fizice și individual la efectuarea plăților pentru energia termică consumată pentru încălzirea apei reci.

**1.6** Prezentul Cod Practic nu se aplică sistemelor locale de alimentare cu apă caldă menajeră, care prezintă un ansamblu de încălzitoare autonome de apă și dispozitive pentru distribuția și furnizarea apei calde.

## **2 Referințe normative**

Lista documentelor normative, la care se face referire în prezentul Cod Practic sunt:

NCM G.03.03:2015	Instalații interioare de alimentare cu apă și canalizare
NCM G.04.07:2014	Rețele termice
NCM G.04.08-2006 <sup>1</sup>	Izolația termică a utilajului și a conductelor
CP G.04.05-2006 <sup>2</sup>	Proiectarea izolației termice a utilajului și a conductelor
CP G.04.11-2013	«Методика расчета тепловых потерь, неучтенных расходов горячей воды, потерь горячей воды в системах коммунального горячего водоснабжения. Часть 1 Расчет потерь и неучтенных расходов горячей воды в системах коммунального горячего водоснабжения»
СНиП 2.01.01-82	Строительная климатология и геофизика.
СНиП 3.05.04-85	Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации.
SM SR EN 15316-1:2012	Системы отопления в зданиях. Методика расчета энергопотребления и энергоэффективности системы. Часть 1. Общие требования
SM SR EN 15316-3-1:2012	Instalații de încălzire în clădiri. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 3-1: Instalații de preparare a apei calde menajere, caracterizarea necesarului (cerințe referitoare la consum)
SM SR EN 15316-3-2:2011	Instalații de încălzire în clădiri. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 3-2: Instalații de preparare a apei calde menajere, distribuție.
SM SR EN 15316-3-3:2011	Instalații de încălzire în clădiri. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 3-3: Instalații de preparare a apei calde menajere, generare.

**NOTĂ** - La utilizarea prezentului Cod Practic este rațional să se verifice acțiunea standardelor de referință și a clasificatorilor în sistemul public de informare – pe site-ul oficial al organelor naționale de standardizare din Republica Moldova în rețeaua Internet sau în baza indicatorului de informare anual „Standarde Naționale”, ce este publicat la data de 01 ianuarie a anului curent și conform indicatorilor de informare publicate lunar. Dacă documentul de referință este înlocuit (modificat), atunci prin aplicarea prezentului Cod Practic, trebuie să se ghideze în baza documentului înlocuit (modificat). Dacă documentul de referință este anulat fără substituție, atunci prevederea la care se face trimitere, se aplică în măsura în care nu atinge această referință.

### 3 Termeni și definiții

În prezentul Cod Practic se aplică următorii termeni cu definițiile corespunzătoare:

#### 3.1

**apă caldă:** apă din sistemul de apeduct, ce corespunde cerințelor pentru apa potabilă încălzită maximum pînă la 70 °C, preparată în dispozitive predestinate acestui scop.

#### 3.2

**consumator de energie termică:** persoană fizică, ce locuiește într-un fond municipal de locuințe și care realizează utilizarea energiei termice.

---

<sup>1</sup> În proces de elaborare

<sup>2</sup> În proces de elaborare



**3.3**

**alimentare cu apă caldă menajeră (ACM):** proces tehnologic, ce asigură încălzirea, transportarea și furnizarea apei calde menajere.

**3.4**

**sistem centralizat comunal de alimentare cu apă caldă menajeră (SCACM):** ansamblu de conducte și amplasate în dispozitivele punctelor termice individuale sau centrale pentru încălzirea și distribuția apei calde menajere pentru mai multe clădiri.

**3.5**

**Sistem descentralizat comunal de alimentare cu apă caldă menajeră (SDACM):** la fel ca și în cazul SCCACM, destinat numai pentru încălzirea și distribuirea apei calde menajere pentru o singură clădire.

**3.6**

**punct termic central (PTC):** o clădire tehnică separată, în care este amplasată o instalație de preparare a apei calde menajere pentru necesități de uz casnic la un grup de clădiri rezidențiale și publice.

**3.7**

**normativul pierderilor de energie termică în SCACM:** valoarea pierderilor de energie termică în SCACM planificată și aprobată pentru anul următor de către o organizație de nivel superior, cu scopul de a aproba (revizui) tariful pentru prestarea serviciilor populației pentru furnizarea apei calde menajere.

**3.8**

**consum neînregistrat de apă caldă:** consum de apă caldă, neînregistrat de apometrele consumatorilor din cauza insensibilității la debite mici.

**3.9**

**nod de intrare în clădire:** nodul de intrare a conductelor ACM în clădire care, în lipsa punctului termic individual (în continuare – PTI), sunt instalate supape de închidere și dispozitive de măsurare a energiei termice, a agentului termic și a apei (separat pe conductele de încălzire și alimentare cu apă caldă menajeră).

**3.10**

**pierderi comerciale de apă caldă:** apa caldă preluată de consumatori din sistemul comunal de alimentare cu apă caldă menajeră fără acordul organizației de alimentare cu energie termică și care nu va fi achitată de către aceștia.

**3.11**

**surgeri latente de apă caldă:** o parte din scurgeri de apă caldă, care nu se depistează la inspectarea exterioară a rețelei SCACM.

**3.12**

**conductivitate termică:** procesul de transfer de căldură prin contact direct cu corpurile sau părțile corpurilor, atunci când corpul nu se mișcă în spațiu.

**3.13**

**temperatura:** gradul de încălzire și starea termică a corpului.

**3.14**

**flux de căldură:** cantitatea de căldură (J), care trece în unitatea de timp (s) printr-o suprafață izotermă arbitrară J/s (W).

**3.15**

**coeficient de conductivitate termică:** fluxul de căldură, ce trece printr-un metru pătrat de suprafață izotermă la un gradient de temperatură (K / m), egal cu unitatea.

**3.16**

**transfer de căldură convectiv:** un proces comun de transfer de căldură prin convecție și conductivitate termică.

**3.17**

**transmiterea căldurii:** transferul de căldură convectiv între un lichid și un corp solid.

**3.18**

**Coeficientul de transmitere a căldurii:** cantitatea de căldură (J), transferată de la lichid pe o suprafață solidă (sau invers) într-o unitate de timp (s), printr-o unitate de suprafață (m<sup>2</sup>) la o diferență de temperatură între perete și lichid cu un grad, (K).

**3.19**

**transferul de căldură:** schimbul de căldură între două lichide – agenți termici, separați de perete.

**3.20**

**coeficientul de transfer de căldură:** cantitatea de căldură (J), transferată printr-o unitate de suprafață (m<sup>2</sup>) într-o unitate de timp (s), la diferența de temperatură dintre lichidul încălzit și cel rece cu un grad.

**3.21**

**rezistența termică:** valoarea inversă a coeficientului de transfer termic.

**3.22**

**coeficientul global de transfer de căldură:** caracteristica cantitativă a procesului termic sumar (total sau global), luând în considerare efectul comun al convecției și al conductivității termice, precum și al radiației termice.

**3.23**

**material termoizolant:** materiale cu o valoare redusă a coeficientului de conductivitate termică, mai mică de 0,23 W / (m K), utilizată pentru izolația termică.

**3.24**

**indicatorul de eficiență energetică:** parametrul absolut, specific sau relativ al consumului sau pierderii ale resurselor energetice pentru produsele de orice destinație sau proces tehnologic.

**3.25**

**coeficientul de performanță energetică:** raportul între toată energia utilă în gospodărie (sector, instalație energetică, etc.) la cantitatea totală de energie consumată.

**3.26**

**randament:** raportul dintre energia utilă și energia furnizată; parametru, ce caracterizează perfecțiunea procesului de transformare, conversiune sau transfer de energie.

**3.27**

**Pierdere de energie:** diferența dintre cantitatea de energie furnizată (primară) și consumată (utilă).

## 4 Prevederi generale

**4.1** Codul Practic determină ordinea efectuării calculului și forma de raportare la determinarea pierderilor de energie termică:

- cu pierderi și consum neînregistrat de apă caldă în sistemele comunale de alimentare cu apă caldă menajeră;
- prin izolația termică a conductelor și a utilajului;
- la funcționarea sistemului ACM în regim de "încălzire".

**4.2** Scopul elaborării - metode și moduri de determinare ale pierderilor de energie termică cu pierderi și consum neînregistrat de apă caldă la transportarea și distribuirea acesteia în sistemele centralizate și descentralizate de alimentare cu apă caldă menajeră.

**4.3** Volumul pierderilor energiei termice cu pierderi și consum neînregistrat de apă caldă se determină în baza datelor obținute și prelucrate în partea 1 al prezentului Cod Practic.

Volumul pierderilor energiei termice trebuie să fie determinat de modalitățile, unde obiectivitatea și exactitatea cărora poate fi controlată la oricare etapă de determinare a acestuia.

**4.4** În rezultatul aplicării a prezentei părți a Codului Practic la întreprinderile de alimentare cu căldura trebuie să fie măsurile, îndreptate spre:

- reducerea pierderilor de energie termică cu scurgeri de apă caldă;
- reducerea întreruperilor în funcționare a sistemului de distribuire și furnizare a apei calde;
- micșorarea prețului de cost a apei calde.

**4.5** Codul Practic reglementează structura și modul de determinare a valorilor pierderilor de energie termică cu pierderi și consumuri neînregistrate de apă caldă în sistemul de alimentare și distribuire, unde evidența apei calde se efectuează în baza mijloacelor de măsurare în corespundere cu Legislația și Normele de utilizare a sistemelor comunale de alimentare cu apă caldă menajeră din Republica Moldova.

**4.6** Calitatea apei calde (indicii sanitaro-epidemiologici) livrată în sistemele consumatorilor de ACM, trebuie să corespundă cerințelor [1], precum și recomandărilor [2].

**4.7** Calculul pierderilor de energie termică în sistemul ACM trebuie să fie îndeplinit în baza datelor obținute de serviciile de exploatare ale organizațiilor și întreprinderilor de alimentare cu căldură, ce exploatează sistemele comunale de alimentare cu apă caldă menajeră.

**4.8** Calculul, elaborat în conformitate cu prezentul Cod Practic, prezintă dovada principală a prezenței și mărimii pierderilor resurselor termice și de apă.

**4.9** Lucrările privind calculul pierderilor de energie termică în sistemul ACM trebuie să fie efectuate de către organizațiile specializate licențiate, de către specialiști certificați în domeniu, precum și de către specialiștii organizațiilor de alimentare cu căldură și de către prestatorul de servicii.

**4.10** Detectarea pierderilor de energie termică cu apă caldă și elaborarea măsurilor de reducere a acestora trebuie să se realizeze în baza unei abordări metodice unice aprobate în regiunile Republicii Moldova și întocmite în conformitate cu prezentul Cod Practic.

**4.11** Toate formulele și valorile calculate se prezintă în sistemul unitar cu aplicare la măsurarea pierderilor de căldură în kilocalorii pe oră –  $kcal/h$ .

În caz de necesitate, la traducerea rezultatelor calculului în sistemul internațional de unități, în Anexa A, sunt prezentate relațiile dintre unitățile de valori fizice din diferite sisteme de măsurare.

## **5 Calculul pierderilor de energie termică cu scurgeri și consum neînregistrat de apă caldă**

### **5.1 Structura pierderilor de energie termică**

**5.1.1** Structura pierderilor de energie termică cu scurgeri și consum neînregistrat de apă caldă în SCACM constă din următoarele grupe de pierderi:

- a) Pierderi cu scurgeri de apă caldă din rețele exterioare prin:

- deteriorarea conductelor ale rețelelor exterioare, prin care apa caldă iese la suprafața solului (ruperea țevilor, dezermetizarea și deteriorarea țevilor la sudură, deteriorarea țevilor prin coroziune);
  - golirea conductelor pentru executarea lucrărilor de reparație și schimbarea echipamentului;
  - scurgeri latente de apă caldă din conducte și din armatura de rețea;
- b) pierderi cu consum neînregistrat de apă caldă:
- neînregistrarea apei calde de apometrele consumatorilor din cauza insensibilității la debite mici și din cauza înrăutățirii caracteristicilor metrologice ale apometrelor în procesul de exploatare;
  - pierderi comerciale.

**5.1.2** Structura pierderilor de energie termică cu scurgeri și consum neînregistrat de apă caldă în SDACM constă din următoarele grupe de pierderi:

- c) Pierderi cu scurgeri de apă caldă din rețele exterioare prin:
- deteriorarea conductelor ale rețelelor exterioare, prin care apa caldă iese la suprafața solului (ruperea țevilor, dezermetizarea și deteriorarea țevilor la sudură, deteriorarea țevilor prin coroziune);
  - golirea conductelor pentru executarea lucrărilor de reparație și schimbarea echipamentului;
  - scurgeri latente de apă caldă din conducte și din armatura de rețea;
- d) pierderi cu consum neînregistrat de apă caldă:
- neînregistrarea apei calde de apometrele consumatorilor din cauza insensibilității la debite mici și din cauza înrăutățirii caracteristicilor metrologice ale apometrelor în procesul de exploatare;
  - pierderi comerciale.

**5.1.3** Calculul pierderilor de energie termică trebuie să se bazeze pe date inițiale fiabile ale serviciilor corespunzătoare organizațiilor.

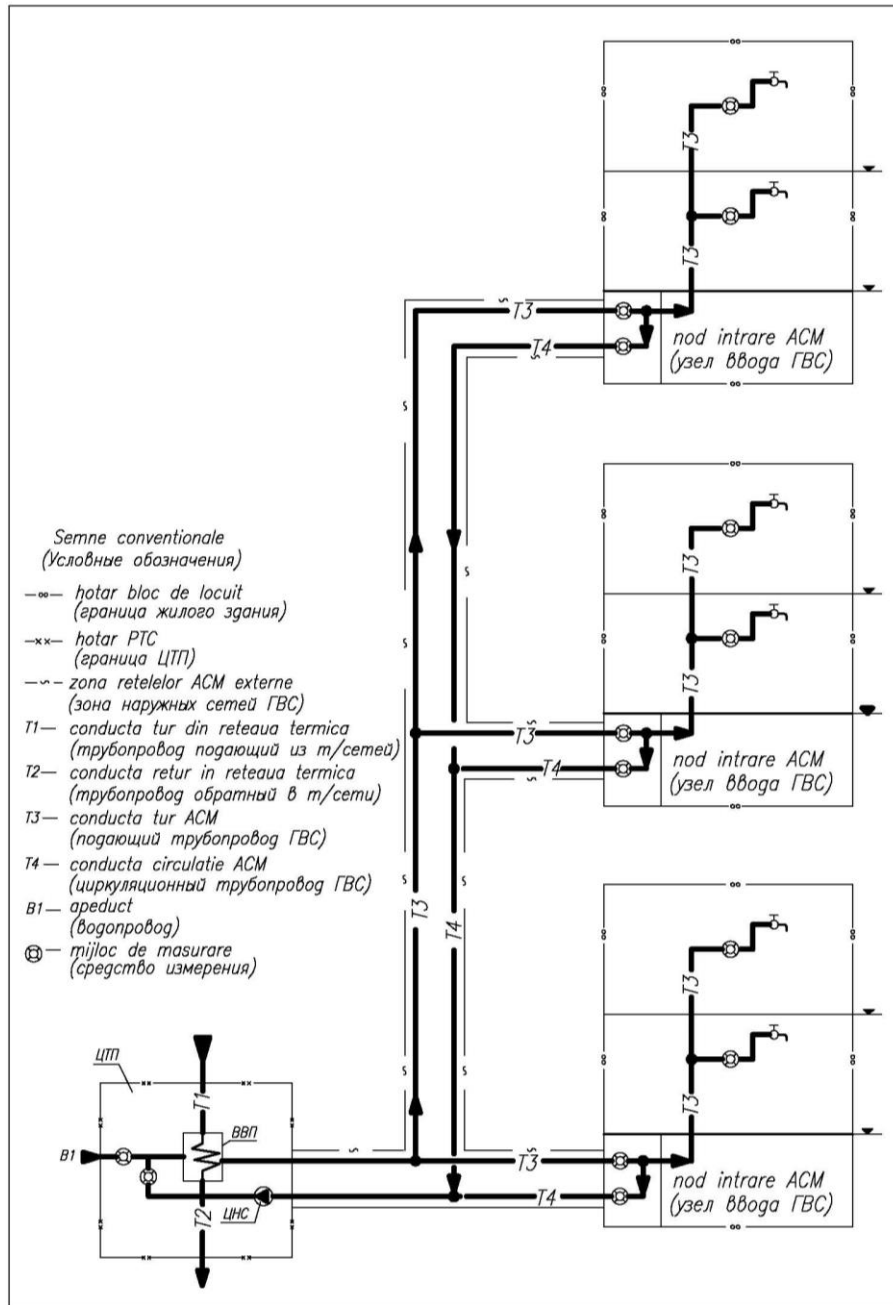
**5.1.4** Lista obligatorie a datelor inițiale:

- a) deteriorarea conductelor rețelelor exterioare:
- suprafața medie a orificiului, a fisurii sau a spargerii în țevi;
  - viteza de ieșire a apei calde din orificiu, fisură sau spargere a țevilor;
  - timpul de la momentul detectării scurgerilor pînă la începerea lucrărilor de reparații;
  - numărul de lucrări de reparații și de restaurare efectuate pentru eliminarea scurgerilor pe an;
  - diametrul conductei deteriorate;
- b) golirea conductelor pentru repararea și înlocuirea echipamentelor:
- lungimea medie specifică de secțiune golită a conductei;
  - diametrul secțiunii golite a conductei;

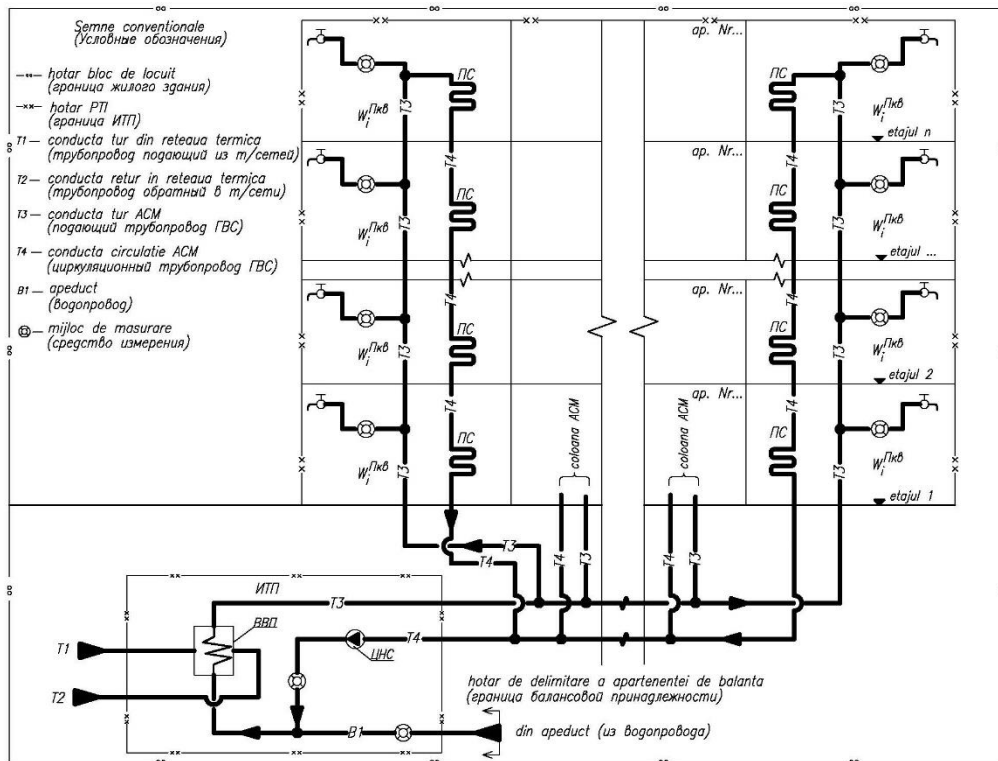
- lungimea secțiunii golite a conductei;
- numărul mediu de reparații efectuate pe 1 km din conductele rețelelor SCACM;
- c) scurgeri latente de apă caldă din conducte;
- d) consumul neînregistrat de apă caldă al apometrelor:
  - cantitatea apometrelor instalate;
  - tipuri de apometre instalate;
  - durata anuală de funcționare a apometrelor instalate;
- e) pierderi comerciale.

**5.1.5** Datele inițiale trebuie să fie prezentate în formă tabelară (Anexa A, partea 1 CP G.04.11).

Schema de bilanț a sistemului centralizat comunal de alimentare cu apă caldă menajeră este prezentată în Fig. 1, schema de bilanț a sistemului descentralizat comunal de alimentare cu apă caldă menajeră - în Fig. 2.



**Fig. 1. Sistemul centralizat de alimentare cu apă caldă menajeră**  
 BBP – supraîncălzitor de apă,  
 ЦНС – pompă de recirculare.



**Fig. 2. Sistemul descentralizat de alimentare cu apă caldă menajeră**  
 ВВП – supraîncălzitor de apă,  
 ЦНС – pompă de recirculare.

## 5.2 Calculul pierderilor de energie termică

**5.2.1** Cantitatea de energie termică necesară pentru încălzirea apei reci pînă la temperatura necesară, trebuie determinată conform formulei:

$$Q^{ACM} = W_i \rho_t c_t (t_{ac} - t_{ar}), 10^{-6}, \text{ Gcal} \quad (5.1)$$

unde:

$W_i$  - volum de apă rece,  $\text{m}^3$ ;

$\rho_t$  - densitatea apei la temperatura setată,  $\text{kg}/\text{m}^3$  la  $t_{26}$ ;

$c_t$  - capacitatea termică specifică la temperatura setată,  $\text{kcal}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$ ;

$t_{ac}$  - temperatura apei calde la ieșire de la sursa de încălzire a apei,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{ar}$  - temperatura apei reci, ce parvine la sursa de încălzire a apei,  $^\circ\text{C}$ .

**5.2.2** Volumul pierderilor de energie termică cu scurgeri și consum neînregistrat de apă caldă trebuie să se determine conform formulei:

$$Q_{pierd.sc}^{ACM} = \sum_{i=1}^n W_{sc.i} \rho_t c_t (t_{ac} - t_{m.an.ar}), 10^{-6}, \text{ Gcal/an} \quad (5.2)$$

unde:

$\sum_{i=1}^n W_{sc.i}$  - suma tuturor volumelor anuale de pierderi și scurgeri de apă caldă, m<sup>3</sup>;

$\rho_t$  - densitatea apei плотность la temperatura setată, kg/m<sup>3</sup>, la  $t_{cg}$ ;

$c_t$  - capacitatea termică specifică la temperatura setată, kcal/(kg °C);

$t_{ac}$  - temperatura apei calde la ieșire de la sursa de încălzire a apei, °C;

$t_{m.an.ar}$  - temperatura medie anuală a apei reci, ce parvine la sursa de încălzire a apei, °C.

**5.2.3** Volumele anuale de pierderi și scurgeri de apă caldă în SCACM trebuie să se determine în conformitate cu metodologia prezentată în partea 1 CP G.04.11.

**5.2.4** Densitatea și capacitatea termică specifică a apei calde la temperatura de la ieșire din sursa de încălzire trebuie admise conform tabelelor termodinamice ale proprietăților apei și aburului.

**5.2.5** Temperatura apei calde la ieșire de la sursa de încălzire a apei trebuie admisă în conformitate cu SM SR EN 15316-3-1.

În legătură cu cerințele sanitare pentru prevenirea dezvoltării bacteriilor Legionella, temperatura apei calde trebuie să fie de cel puțin 55 °C și nu trebuie să depășească 60 °C.

**5.2.6** Temperatura medie anuală a apei reci la intrare în sursa de încălzire a apei trebuie să fie admisă conform datelor oficiale ale organizațiilor de alimentare cu apă din regiunile corespunzătoare Republicii Moldova.

**5.2.7** În absența datelor oficiale, temperatura medie anuală a apei reci se admite să fie determinată conform formulei:

$$t_{m.ar} = \frac{t_{ar}^{inc} n^{inc} + t_{ar}^{tranz} (n - n^{rep} - n^{inc})}{n - n^{rep}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5.3)$$

unde:

$t_{ar}^{inc}$  - temperatura apei reci din rețeaua de apeduct în timpul perioadei de încălzire, se admite egal cu 5 °C;

$t_{ar}^{tranz}$  - temperatura apei reci din rețeaua de apeduct în timpul perioadei de tranziție, se admite egal cu 15 °C;

$n$  - numărul zilelor într-un an (se admite egal cu 365 sau 366), zile;

$n^{inc}$  – durata perioadei de încălzire, zile;

$n^{rep}$  – durata perioadei de reparații în sistemul de alimentare cu căldură (întreruperea funcționării sistemelor de alimentare cu apă caldă menajeră), zile.



**5.2.8** Rezultatele calculelor privind pierderile de energie termică cu scurgeri și consumul neînregistrat de apă caldă trebuie să fie prezentate în formă tabelară și perfectate în conformitate cu formularul prezentat în anexa A partea 1 din CP G.04.11.

**5.2.9** Exemplu de calcul al pierderilor de energie termică cu scurgeri și consum neînregistrat de apă caldă este prezentat în Anexa B.

**5.2.10** Pierderile de energie termică cu scurgeri și consum neînregistrat de apă caldă în SDACM se calculează analog metodologiei de calcul a pierderilor de energie termică în SCACM.

## 6 Calculul pierderilor de energie termică prin construcțiile termoizolante ale conductelor

### 6.1 Prevederi generale

**6.1.1** Reducerea pierderilor de energie termică a sistemului ACM se realizează prin aplicarea unui strat de izolație termică.

**6.1.2** Referitor materialelor termoizolante se includ materialele, la care coeficientul de conductivitate termică la temperatura de + 50 ...+ 100 ° C este mai mică de 0,23 W / (m K).

**6.1.3** Construcțiile izolației termice trebuie să corespundă următoarelor cerințe:

- eficiență energetică - să aibă un raport optim între costul construcției termoizolante și costul pierderilor de căldură prin izolație pe durata de exploatare estimată;
- fiabilitate și durabilitatea - menținerea fără a reduce proprietățile de protecție termică și distrugerea pe durata de exploatare estimată a temperaturii de funcționare, a efectelor mecanice, chimice și a altor efecte;
- siguranță pentru mediul ambiant și pentru personalul de deservire în timpul exploatării și operării.

**6.1.4** Materialele utilizate în construcțiile termoizolante nu trebuie să emită în procesul de exploatare mirosuri nocive, inflamabile și explozive, neplăcute, precum și bacterii patogene, virusuri și ciuperci, în cantități, care depășesc concentrațiile maxime admisibile stabilite în normele sanitare.

**6.1.5** Alegerea materialului termoizolant pentru o construcție concretă se realizează în conformitate cu NCM G.04.08 și CP G.04.05 și, de asemenea, pe baza cerințelor tehnice stabilite în specificațiile tehnice ale fabricilor producătoare.

### 6.2 Reguli de bază privind alegerea izolației termice

**6.2.1** La calculul izolației termice, coeficientul de conductivitate termică  $\lambda_{uz}$  trebuie să se determine conform temperaturii, care prezintă media aritmetică a temperaturilor la suprafețele limită ale stratului izolant conform formulei:

$$\lambda_{iz} = \lambda_0 + bt_m = \lambda_0 + b \frac{(t_{iz}^{int} + t_{iz}^e)}{2} \quad (6.2.1)$$

unde:

$\lambda_0$  - conductivitatea termică la 0 °C, W/(m·°C);

$b$  - coeficient de temperatură;

$t_m$  - temperatura medie a stratului izolan, °C;

$t_{iz}^{int}$  - temperatura suprafeței interioare a stratului izolan, °C;

$t_{iz}^e$  - temperatura suprafeței exterioare a stratului izolan, °C;

**6.2.2** Produsele termoizolante din materiale de etanșare înainte de instalare pe o suprafață izolană trebuie compactate pînă la o densitate medie, care asigură stabilitatea stratului termoizolan în timp și cel mai mare efect termoizolan a construcției izolante.

**6.2.3** În caz de necesitate, determinarea fluxului de căldură din secțiunile izolate ale utilajului și ale conductelor se utilizează următoarele formule:

a) pentru perete plan

$$q = \frac{(t_c - t_e)}{R_e} = \alpha_e (t_c - t_e) \quad (6.2.2)$$

b) pentru perete cilindric

$$q_l = \frac{(t_c - t_e)}{R_l^e} = \alpha_e \pi d_c (t_c - t_e) \quad (6.2.3)$$

unde:

$t_c$  – temperatura suprafeței exterioare a construcției izolante, °C;

$t_e$  – temperatura mediului ambiant, °C;

$R_l^e$  - rezistența termică la transferul de căldură de la construcția izolană în aerul ambiant, (m<sup>2</sup>·°C)/W;

$d_c$  – diametrul exterior al construcției izolante, m.

$\alpha_e$  – coeficient al transferului de căldură de la suprafața izolană a construcției în aerul ambiant, W/(m<sup>2</sup>·°C).

### 6.3 Determinarea valorilor normative ale pierderilor de energie termică

**6.3.1** Determinarea valorilor normative ale pierderilor de căldură orare, Gcal / h, pentru condiții medii anuale (medii sezoniere) de exploatare a conductelor rețelelor ACM se efectuează conform formulei:

$$Q_{norm.an} = \Sigma (q_{norm} L \beta) \cdot 10^{-6} \quad (6.3.1)$$

unde:

$q_{norm}$  – pierderi specifice orare de căldură ale conductelor pentru fiecare diametru, determinate prin recalcularea valorilor tabelare ale normelor privind pierderile specifice orare de căldură la condiții medii anuale (medii sezoniere), kcal / (h m);

$L$  – lungimea secțiunii conductelor a rețelei ACM, m;

$\beta$  - coeficientul pierderilor locale de căldură, luând în considerare pierderile termice ale robinetelor de închidere și ale altor armături, compensatoare și suporturi (se admite 1.2 pentru diametrul conductelor până la 150 mm și 1,15 - pentru diametru de 150 mm și mai mult, precum și pentru toate diametrele conductelor cu pozare fără canal, indiferent de anul de proiectare).

**6.3.2** Valorile pierderilor normative orare de căldură, Gcal / h ale secțiunilor conductelor rețelei ACM analogice cu secțiunile conductelor supuse încercărilor privind pierderile de căldură, conform modului de pozare, tipului construcției izolante și condițiilor de exploatare, sunt determinate pentru conductele cu pozare subterană și supraterană separate conform formulei, analogic formulei:

$$Q_{norm.an} = \Sigma(k_c q_{norm} L \beta) \cdot 10^{-6} \quad (6.3.2)$$

unde:

$k_c$  – coeficient de corecție pentru determinarea pierderilor normative orare de căldură, obținute conform rezultatelor încercărilor privind pierderile termice.

**6.3.3** Valorile coeficientului de corecție  $k_c$  sunt determinate conform formulei:

$$k_c = \frac{Q_{an.încerc}}{Q_{an.norm}} \quad (6.3.3)$$

unde:

$Q_{an.încerc}$  și  $Q_{an.norm}$  – pierderile de căldură determinate în rezultatul încercărilor privind pierderile de căldură, recalculat pentru condițiile medii anuale de exploatare ale fiecărei secțiuni testate a conductelor din rețea ACM și pierderile determinate conform normelor pentru aceleași secțiuni, Gcal / h.

**6.3.4** Valorile pierderilor de căldură ale conductelor rețelei ACM pentru un an, Gcal, sunt determinate pe baza valorilor pierderilor orare de căldură la condițiile medii anuale (medii sezoniere) de exploatare.

**6.3.5** Calculul valorilor așteptate ale indicatorului „pierderi de căldură” în perioada de reglare a schimbărilor planificate ale caracteristicii materiale rețelelor ACM a organizației de alimentare cu căldură, precum și valori medii anuale ale temperaturii apei calde și mediului ambiant (a aerului ambiant sau a solului la schimbarea adâncimii de pozare a conductelor) pentru viitoarea perioadă de reglare conform dimensiunilor, se recomandă efectuarea separată a tipurilor de pierderi de căldură (prin construcțiile termoizolante și cu pierderi de apă caldă). În același timp, pierderile de căldură planificate prin construcțiile termoizolante ale conductelor rețelelor ACM sunt determinate separat pentru pozarea supraterană și subterană.

**6.3.6** Calculul pierderilor medii anuale de căldură preconizate pentru perioada de reglare prin construcțiile termoizolante ale rețelelor ACM se realizează conform formulelor:

a) pentru sectoarele cu pozare subterană:

$$Q_{pt.subt}^{plan} = Q_{pt.subt}^{norm} \frac{\sum M_{subt}^{plan} \left( \frac{t_{tur.m.an}^{plan} + t_{c.m.an}^{plan}}{2} - t_{sol.m.an}^{plan} \right)}{\sum M_{subt}^{norm} \left( \frac{t_{tur.m.an}^{norm} + t_{c.m.an}^{norm}}{2} - t_{sol.m.an}^{norm} \right)} \quad (6.3.3)$$

unde:

$Q_{pt.subt}^{plan}$  - pierderi medii anuale de căldură preconizate pentru perioada de reglare, prin izolație conform sectoarelor cu pozare subterană, Gcal / h;

$Q_{pt.subt}^{norm}$  - pierderi medii anuale de căldură normative (în conformitate cu caracteristicile energetice) prin izolație conform sectoarelor cu pozare subterană, Gcal / h;

$\sum M_{subt}^{plan}$  - caracteristica materială totală a sectoarelor rețelelor ACM cu pozare subterană preconizată pentru perioada de reglare, m<sup>2</sup>;

$\sum M_{subt}^{norm}$  - caracteristica materială totală a sectoarelor rețelelor ACM cu pozare subterană la momentul elaborării caracteristicilor energetice, m<sup>2</sup>;

$t_{tur.m.an}^{plan}$ ,  $t_{c.m.an}^{plan}$ ,  $t_{sol.m.an}^{plan}$  - temperaturi medii anuale a apei calde în conductele de alimentare și de circulație preconizate pentru perioada de reglare și a solului la adâncimea medie de pozare a conductelor, °C;

$t_{tur.m.an}^{norm}$ ,  $t_{c.m.an}^{norm}$ ,  $t_{sol.m.an}^{norm}$  - temperaturi medii anuale a apei calde în conductele de alimentare și de circulație preconizate pentru perioada de reglare și a solului la adâncimea medie de pozare a conductelor, admise la momentul elaborării caracteristicilor energetice, °C;

b) pentru sectoarele cu pozare supraterană:

(separat pentru conductele de alimentare și de circulație)

$$Q_{pt.supr}^{plan} = Q_{pt.supr}^{norm} \frac{\sum M_{supr}^{plan} \left( \frac{t_{tur.m.an}^{plan} + t_{c.m.an}^{plan}}{2} - t_{a.e.med.an}^{plan} \right)}{\sum M_{supr}^{norm} \left( \frac{t_{tur.m.an}^{norm} + t_{c.m.an}^{norm}}{2} - t_{a.e.med.an}^{norm} \right)} \quad (6.3.4)$$

unde:

$Q_{pt.supr}^{plan}$  - pierderi medii anuale de căldură preconizate pentru perioada de reglare, prin izolație conform sectoarelor cu pozare supraterană totale conform conductelor de alimentare și de circulație, Gcal / h;

$Q_{pt.supr}^{norm}$  - pierderi medii anuale de căldură normative (în conformitate cu caracteristicile energetice) prin izolație conform sectoarelor cu pozare supraterană totale conform conductelor de alimentare și de circulație, Gcal / h;

$\sum M_{supr}^{plan}$  - caracteristica materială totală preconizată de reglare ale sectoarelor rețelelor ACM cu pozare supraterană, m<sup>2</sup>;

$\sum M_{supr}^{norm}$  - caracteristica materială totală a sectoarelor rețelelor ACM cu pozare supraterană la momentul elaborării caracteristicilor energetice, m<sup>2</sup>;

$t_{tur.m.an}^{plan}$  - temperatura medie anuală a aerului exterior preconizată pentru perioada de reglare, °C;

$t_{a.e.med.an}^{norm}$  - temperatura medie anuală a aerului exterior, admisă la compilarea caracteristicilor energetice, °C.

**6.3.7** Pierderile medii anuale totale de căldură preconizate pentru perioada de reglare, Gcal/h, se determină conform formulei:

$$Q_{pt}^{plan} = Q_{pt.subt}^{plan} + Q_{pt.supr}^{plan} + Q_{pt.pr}^{plan} \quad (6.3.5)$$

**6.3.8** Valorile normate ale pierderilor de căldură în conductele rețelelor ACM trebuie să se admită conform [3].

În cazul conductelor proiectate pînă în anul 1990, trebuie utilizate valorile normative indicate în Îndrumările Metodice, iar după anul 1990 - valorile normative prezentate în NCM G.04.08.

**6.3.9 Normele privind densitatea fluxului de căldură prin suprafața izolată a obiectelor trebuie admise:**

a) *pentru utilajul și conductele amplasate:*

- la aer deschis – conform tabelelor 2 și 3 din CP G.04.05;
- în încăperi – conform tabelelor 4 și 5 din CP G.04.05

b) *la pozare în canale de netrecut pentru conducte cu două țevi ale rețelelor ACM – conform tabelelor 8 și 9 din CP G.04.05.*

**6.3.10** Formulele de calcul pentru transferul de căldură staționar în construcțiile termoizolante și calculul izolației termice a utilajului și a conductelor sunt prezentate în anexa C din CP G.04.05.

## 6.4 Pierderi de căldură prin conducte

Pierderile de căldură prin conductele sistemului de alimentare cu apă caldă menajeră pot fi determinate conform formulei:

$$Q_{p.c} = \left[ \frac{\sum K_i d_i l_i (t_{in} - t_{sf})}{2} - t_{m.amb} \right] \quad (6.3.6)$$

unde:

$K_i$  – coeficient de transfer de căldură al unei secțiuni de conducte neizolate, kcal/m<sup>2</sup> h °C; poate fi admis  $K_i = 10$  kcal/m<sup>2</sup> h °C;

$d_i$  și  $l_i$  – diametrul conductei pe secțiune și lungimea acesteia, m;

$t_{in}$  și  $t_{sf}$  – temperatura apei calde la începutul și la sfîrșitul secțiunii de calcul al conductei, °C;

$t_{m.amb}$  – temperatura mediului ambiant, °C; se admite conform tipului de pozare în:

- brazde, canale verticale, miniere de comunicații ale cabinelor sanitare  $t_{m.amb} = 23 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- camere de baie  $t_{m.amb} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- bucătării și toalete  $t_{m.amb} = 21 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- casa scării  $t_{m.amb} = 16 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- canale cu pozare subterană a rețelei externe de alimentare cu apă caldă menajeră  $t_{m.amb} = t_{al.c}$ ;
- tuneluri  $t_{m.amb} = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- subsoluri neîncălzite  $t_{m.amb} = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- poduri  $t_{m.amb} = 9 \text{ } ^\circ\text{C}$  (la temperatura medie exterioară a celei mai reci luni a perioadei de încălzire  $t_e = -3,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ );

$\eta$  - randamentul izolației termice ale conductelor; se admite pentru conductele cu diametrul pînă la 32 mm,  $\eta = 0,6$ ; 40-70 mm,  $\eta = 0,74$ ; 80-200 mm,  $\eta = 0,81$ .

În anexe sunt prezentate pierderile specifice de căldură ale conductelor sistemelor de alimentare cu apă caldă menajeră: conform locului și modului de pozare; conform diferenței de temperatură.

În absența informațiilor inițiale necesare pentru calculul pierderilor de căldură prin conductele de alimentare cu apă caldă menajeră, pierderile de căldură, Gcal/h, pot fi determinate prin aplicarea coeficientului special  $K_{p,t}$ , luând în considerare pierderile de căldură ale acestor conducte, conform relației următoare:

$$Q_{p,t} = Q_{hm} K_{p,t} \quad (6.3.7)$$

Fluxul de căldură la alimentarea cu apă caldă menajeră, luând în considerare pierderile de căldură, se poate determina din relația:

$$Q_c = Q_{hm} (1 + K_{p,t}) \quad (6.3.8)$$

Pentru determinarea valorile coeficientului  $K_{p,t}$  se poate utiliza tabelul 7.

**Tabelul 7. Coeficient, ce ia în considerare pierderile de căldură ale conductelor sistemelor de alimentare cu apă caldă menajeră**

Sistemul de alimentare cu apă caldă menajeră	Coeficient, ce ia în considerare pierderile de căldură ale conductelor sistemelor de alimentare cu apă caldă menajeră	
	Cu rețea externă de alimentare cu apă caldă menajeră	fără rețea externă de alimentare cu apă caldă menajeră
cu coloane izolate		
cu uscătoare de prosoape	0,25	0,2
fără uscătoare de prosoape	0,15	0,1
cu coloane neizolate		
cu uscătoare de prosoape	0,35	0,3
fără uscătoare de prosoape	0,25	0,2

## 7 Calculul pierderilor de căldură prin construcții termoizolante ale utilajelor

**7.1** Calculul pierderilor de energie termică cu radiații în mediul ambiant de la suprafața exterioară a utilajelor punctului termic trebuie să fie efectuat în funcție de dependențele și formulele pentru peretele multistrat (sau cu un singur strat), care emite fluxul de energie termică.

**7.2** Cantitatea energiei termice, care trece printr-un perete plat se calculează din conform relației

$$\Delta Q_{m.amb} = k \cdot (t_{int}^{ob} - t_{m.amb}) \cdot F \cdot \tau \cdot 10^{-6} \quad (7.1)$$

unde:

$\Delta Q_{m.amb}$  - pierderi de căldură în mediul ambiant în decursul perioadei de facturare, Gcal;

$k$  - coeficientul de transfer de căldură, kcal/(m<sup>2</sup> h °C);

$t_{int}^{ob}$  - temperatura medie în interiorul obiectului, °C;

$t_{m.amb}$  - temperatura medie a mediului ambiant (în interiorul încăperii punctului termic), °C;

$F$  - aria suprafeței peretelui, m<sup>2</sup>;

$\tau$  - durata de funcționare a utilajului în decursul perioadei de calcul, h.

**7.3** Cantitatea energiei termice, care trece printr-un perete cilindric se calculează din conform relației

$$\Delta Q_{m.amb} = k \cdot (t_{int}^{ob} - t_{m.amb}) \cdot L \cdot \pi \cdot \tau \cdot 10^{-6} \quad (7.2)$$

unde:

$k$  - coeficientul de transfer de căldură, kcal/(m h °C);;

$L$  - lățimea (înălțimea) peretelui, m;

**7.3** Coeficientul de transfer de căldură al unui perete multistrat plat se calculează conform relației:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_1^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (7.3)$$

**7.4** Coeficientul de transfer de căldură al unui perete multistrat cilindric se calculează conform relației:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 \cdot D_1} + \sum_1^n \left( \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{D_{i+1}}{D_i} \right) + \frac{1}{\alpha_2 \cdot D_2}} \quad (7.4)$$

unde:

$\alpha_1$  - coeficientul de transmitere a căldurii pe suprafața interioară a peretelui, kcal/(m<sup>2</sup> h °C), kcal/(m h °C);

$D_i$  - diametrul stratului  $i$  al peretelui cilindric, m;

$\delta_i$  - grosimea stratului  $i$  al peretelui plat, m;

$\lambda_i$  - coeficientul de conductivitate termică al stratului  $i$  al peretelui, kcal/(m h °C);

$\alpha_2$  - coeficientul de transmitere a căldurii pe suprafața exterioară a peretelui, kcal/(m<sup>2</sup> h °C), kcal/(m h °C);

**7.5** Coeficientul de transmitere a căldurii pe suprafața exterioară a peretelui:

$$\alpha_2 = \alpha_{conv} + \alpha_{rad} \quad (7.5)$$

$\alpha_{conv}$  - coeficientul de transmitere a căldurii prin convecție, kcal/(m<sup>2</sup> h °C);

$\alpha_{rad}$  - coeficientul de transmitere a căldurii prin radiație, kcal/(m<sup>2</sup> h °C).

**7.6** Coeficientul de transmitere a căldurii prin convecție  $\alpha_{conv}$  se calculează conform formulei:

$$\alpha_{conv} = \frac{Nu \cdot \lambda}{L_{det}} \quad (7.6)$$

$Nu$  - criteriul Nusselt;

$\lambda$  - coeficientul de conductivitate termică al mediului ambiant, kcal/(m h °C);

$L_{det}$  - dimensiune determinantă, m.

Pentru obiectele amplasate în interiorul încăperii, criteriul Nusselt se determină conform formulei de transfer de căldură în condiții de convecție naturală:

$$Nu = c \cdot (Gr \cdot Pr_{m.amb})^n \cdot \left( \frac{Pr_{m.amb}}{Pr_{per}} \right)^{0,25} \quad (7.7)$$

$Gr$  – criteriul Grashoff;

$Pr_{per}$  – criteriul Prandtl al aerului la temperatura suprafeței exterioare a peretelui;

$c$ ,  $n$  – coeficienți constanți, valoarea cărora este admisă în funcție de forma și orientarea peretelui obiectului:

– perete cilindric plat și vertical:

– la  $Gr \cdot Pr_{m.amb} < 500$   $c = 1,18$ ;  $n = 0,125$ ;

– la  $500 < Gr \cdot Pr_{m.amb} < 500 < 2 \cdot 10^7$   $c = 0,54$ ;  $n = 0,25$ ;

– la  $Gr \cdot Pr_{m.amb} > 2 \cdot 10^7$   $c = 0,135$ ;  $n = 0,33$ ;

– perete cilindric orizontal:



-  $c = 0,51$ ;  $n = 0,25$ .

Criteriul Grashoff se calculează conform relației:

$$Gr = g \cdot \frac{\beta \cdot \Delta t \cdot L_{det}^3}{\nu^2} \quad (7.8)$$

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$  – accelerația gravitațională;

$\beta$  – coeficient de dilatare volumetrică;

$$\beta = \frac{1}{t_{m.amb} + 273} \quad (7.9)$$

$\Delta t$  - diferența de temperatură, °C

$$\Delta t = t_{per} - t_{m.amb} \quad (7.10)$$

$t_{per}$  – temperatura la suprafața exterioară a peretelui obiectului, °C;

$\nu$  - coeficientul de vâscozitate cinematică a aerului,  $\text{m}^2/\text{s}$ .

Dimensiunea determinantă  $L_{det}$  se admite în funcție de forma și orientarea peretelui obiectului, luând în considerare condițiile de transfer de căldură.

Forma și orientarea peretelui	Condițiile transferului de căldură	Dimensiunea determinantă $L_{det}$
Perete cilindric orizontal	Convecție naturală	diametru
	Convecție forțată	diametru
Perete cilindric vertical	Convecție naturală	înălțime
	Convecție forțată	diametru
Perete plat orizontal	Convecție naturală	lățime
	Convecție forțată	lungime
Perete plat vertical	Convecție naturală	înălțime
	Convecție forțată	lungime

Coeficientul de transmitere prin radiație se estimează conform formulei:

$$\alpha_{rad} = C_n \frac{\left(\frac{t_{per} + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{t_{m.amb} + 273}{100}\right)^4}{t_{per} - t_{m.amb}} \quad (7.11)$$

unde  $C_n$  – coeficientul de radiație al suprafeței exterioare a peretelui,  $\text{kcal}/(\text{m h } ^\circ\text{C})$ .

Formulele (1) - (11) se aplică pentru a calcula pierderile de căldură ale obiectelor amplasate în încăpere.

Pierderile de căldură în mediul ambiant de la utilajele amplasate în încăperi se admite să se determine conform formulei:

$$\Delta Q_{m.amb} = q_n \cdot F \cdot \frac{t_{int}^{ob} - t_{m.amb}}{t_{int}^{ob} - 5} \quad (7.12)$$

unde:

$q_n$  - norma densității fluxului de căldură, kcal/(m<sup>2</sup> h), prin suprafața izolată a utilajului cu temperaturi pozitive la amplasare în încăpere și numărul de ore de funcționare este mai mare de 5000, trebuie să fie admise în conformitate cu tabelul 4 din CP G.04.05. La alegerea normei densității fluxului de căldură, trebuie de luat în considerare anul de punere în exploatare a obiectului;

$t_{int}^{ob}$  - temperatura medie în interiorul obiectului, °C;

$t_{m.amb}$  - temperatura medie a mediului ambiant (în interiorul încăperii punctului termic), °C;

$F$  - aria suprafeței peretelui, m<sup>2</sup>.

Norma densității fluxului de căldură se admite conform tabelelor informative din СНИП.

## Anexa A

(obligatorie)

### Informații generale privind unitățile de măsură ale valorilor fizice aplicate în Metodologie

În conformitate cu practica stabilită în municipalități, măsurarea cantității de căldură în calorii (Gcal), toate formulele și valorile calculate nu sunt prezentate în sistemul internațional de unități, dar aplicabile măsurărilor pierderilor de căldură în kilocalorii pe oră - kcal/h.

În tabelul de mai jos este prezentată relația dintre unitățile valorilor fizice din diferite sisteme de măsurare conform SM SR EN 15316-1.

<b>PUTEREA</b>						
Unitate	1 W	1 MW	1 kcal/h	1 Gcal/h		
1 kW	1	$10^{-3}$	860	$0,86 \cdot 10^{-3}$		
1 MW	$10^3$	1	$860 \cdot 10^3$	0,86		
1 kcal/h	$1,163 \cdot 10^{-3}$	$1,163 \cdot 10^{-6}$	1	$10^{-6}$		
1 Gcal/h	$1,163 \cdot 10^3$	1,163	$10^6$	1		
<b>PRESIUNEA</b>						
Unitate	1 kgf/m <sup>2</sup>	1 kgf/cm <sup>2</sup>	1 atm	1 Pa	1 bar	
1 kgf/m <sup>2</sup>	1	$10^{-4}$	$1,02 \cdot 10^{-4}$	9,81	$9,81 \cdot 10^{-5}$	
1 kgf/cm <sup>2</sup>	$10^4$	1	1	0,981	0,968	
1 atm	$10^4$	1	1	$1,01 \cdot 10^{-5}$	1,01	
1 Pa	0,802	$9,81 \cdot 10^4$	$9,87 \cdot 10^{-6}$	1	$10^{-5}$	
1 bar	$1,02 \cdot 10^4$	1,02	0,987	$10^5$	1	
<b>CANTITATEA DE CĂLDURĂ</b>						
Unitate	1 cal	1 kcal	1 Gcal	1 J	1 kJ	1 GJ
1 cal	1	$10^3$	$10^{-9}$	4,187	$4,187 \cdot 10^{-3}$	$4,187 \cdot 10^{-9}$
1 kcal	$10^3$	1	$10^{-6}$	$4,187 \cdot 10^3$	4,187	$4,187 \cdot 10^{-6}$
1 Gcal	$10^9$	$10^6$	1	$4,187 \cdot 10^9$	$4,187 \cdot 10^6$	4,187
1 J	0,239	$0,239 \cdot 10^{-3}$	$0,239 \cdot 10^{-9}$	1	$10^{-3}$	$10^{-9}$
1 kJ	$0,239 \cdot 10^{-3}$	0,239	$0,239 \cdot 10^{-6}$	$10^3$	1	$10^{-6}$
1 GJ	$0,239 \cdot 10^{-9}$	$0,239 \cdot 10^{-6}$	0,239	$10^9$	10	1

## Anexa B (informativă)

### Exemplu de calcul al pierderilor de energie termică cu scurgeri și consum neînregistrat de apă caldă

În calitate de exemplu pentru calculul energiei termice cu scurgeri și a consumului de apă caldă neînregistrat au fost admise datele pentru anul 2013 obținute de la serviciul SCACM al sectorului Botanica din municipiul Chișinău.

#### 1. Date inițiale

1.1 Volumul anual de pierderi și consum neînregistrat de apă caldă -  $W_{pierd+c.n}^{an} = 80807,93 \text{ m}^3/\text{an}$ , inclusiv:

- a) pierderi prin conductele avariate –  $W_1 = 2262,97 \text{ m}^3$ ;
- b) pierderi în timpul golirii conductelor (lucrări de reparație) –  $W_2 = 110,92 \text{ m}^3$ ;
- c) scurgeri latente din SCACM și armătură aferentă rețelei –  $W_3 = 14071,73 \text{ m}^3$ ;
- d) neînregistrarea contoarelor consumatorilor din cauza sensibilității acestora –  $W_4 = 47222,18 \text{ m}^3$ ;
- e) pierderi comerciale –  $W_5 = 17140,13 \text{ m}^3$ .

1.2 Volumul anual de apă caldă furnizat în SCACM consumatorilor -  $G_{ACM}^{an} = 1714013 \text{ m}^3/\text{an}$ .

1.3 Temperatura medie anuală a apei reci generate în sistemul ACM consumatorilor, conform datelor S.A. "APĂ-CANAL CHIȘINĂU" pentru anul 2013 constituie  $12,22 \text{ }^\circ\text{C}$ .

1.4 Temperatura apei calde în sistemul ACM generată consumatorului (la hotarul nodului de intrare în clădire ale rețelelor ACM) constituie  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ .

#### 2 Calculul pierderilor de energie termică

2.1 Cantitatea de energie termică necesară pentru încălzirea apei reci pînă la temperatura corespunzătoare se determină conform formulei:

$$Q^{ACM} = G_{ar}^{an} \rho_t c_t (t_{ac} - t_{m.an.ar}) \cdot 10^{-6}, \text{ Gcal/an} \quad (\text{B.1})$$

unde:

$G_{ACM}^{an} = G_{ar}^{an}$  - volumul anual de apă rece,  $\text{m}^3$ ;

$\rho_t$  - greutatea volumetrică a apei,  $\text{kg}/\text{m}^3$  la  $t_{26}$ ;

$c_t$  - capacitatea termică specifică a apei,  $\text{kcal}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$ ;

$t_{ac}$  - temperatura apei calde la ieșire din sursa de încălzire a apei,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{m.an.ar}$  - temperatura medie anuală de apă rece, ce parvine în sursa de încălzire a apei, °C.

**2.2** Cantitatea de energie termică pierdută în sistemul ACM cu scurgeri și consum neînregistrat de apă caldă, se determină conform formulei:

$$Q_{pierd.sc}^{ACM} = \sum_{i=1}^n W_{sc.i} \rho_t c_t (t_{ac} - t_{m.an.ar}) \cdot 10^{-6}, \text{ Gcal/an} \quad (\text{B.2})$$

unde:

$\sum_{i=1}^n W_{sc.i}$  - suma tuturor tipurilor de pierderi și scurgeri de apă caldă, egal cu:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n W_{sc.i} &= W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 = \\ &= 2262,97 + 110,92 + 14071,73 + 47222,18 + 17140,13 = 80807,93 \text{ m}^3/\text{an} \end{aligned}$$

$\rho_t$  - greutatea volumetrică a apei, kg/m<sup>3</sup>, se admite egală cu 983,24 kg/m<sup>3</sup> la  $t_{zg} = 60$  °C;

$c_t$  - capacitatea termică specifică a apei, kcal/(kg °C), se admite egal cu 1,0 kcal/(kg °C);

$t_{ac}$  - temperatura apei calde la ieșire din sursa de încălzire a apei – 60 °C;

$t_{m.an.ar}$  - temperatura medie anuală de apă rece, ce parvine în sursa de încălzire a apei – 12,22 °C.

În consecință, pierderile anuale de energie termică cu scurgeri și consum neînregistrat de apă caldă în SCACM din sectorul Botanica va constitui:

$$Q_{pierd.sc}^{ACM} = 80807,93 \times 983,24 \times 1 \times (60 - 12,22) \times 10^{-6} = 3796,29 \text{ Gcal/an}$$

**NOTĂ:** Calculul se efectuează în corespundere cu CP G.04.11 partea 1.

## Anexa C

(informativă)

### Pierderi de căldură specifice prin conductele ACM

**Tabelul 1. Pierderi de căldură specifice prin conductele sistemului de alimentare cu apă caldă menajeră (conform locului și modului de pozare)**

Locul și modul de pozare	Pierderi de căldură ale conductei, kcal/h m, cu diametrul convențional, mm						
	15	20	25	32	40	50	70
	2	3	4	5	6	7	8
1							
Coloana principală tur în foraj sau în canalul de comunicație este izolată	-	-	-	-	<u>17,0</u> 21,8	<u>19,1</u> 24,5	<u>23,4</u> 30,0
Coloană fără uscătoare de prosoape, izolată, cu pozare în cabine sanitare, canal sau în canal de comunicație	<u>9,70</u> 12,8	<u>10,8</u> 14,2	<u>11,9</u> 15,7	<u>13,5</u> 17,8	-	-	-
De asemenea, cu uscătoare de prosoape	-	<u>17,8</u> 23,4	<u>20,7</u> 27,3	<u>25,3</u> 33,3	-	-	-
Canal neizolat cu pozare în cabine sanitare, canal sau canal de comunicație, sau deschis în camera de baie, bucătărie	<u>20,7</u> 27,3	<u>25,5</u> 35,6	<u>30,2</u> 39,8	<u>37,8</u> 49,8	-	-	-
Conducte de distribuție izolate (tur):							
În subsol, în casa scării	<u>13,5</u> 16,6	<u>15,0</u> 13,4	<u>16,5</u> 20,3	<u>18,8</u> 23,1	<u>20,8</u> 25,6	<u>23,4</u> 26,8	<u>26,8</u> 36,2
În podul rece	<u>16,6</u> 19,7	<u>18,5</u> 21,9	<u>20,3</u> 24,1	<u>23,2</u> 27,5	<u>25,6</u> 30,4	<u>28,8</u> 34,2	<u>35,2</u> 41,8
În podul cald	<u>11,6</u> 14,7	<u>13,0</u> 16,5	<u>14,3</u> 18,1	<u>16,3</u> 20,6	<u>17,9</u> 22,7	<u>20,2</u> 25,6	<u>24,6</u> 31,2
Conducte de circulație izolate:							
În subsol, în casa scării	<u>10,9</u> 14,0	<u>12,1</u> 15,6	<u>13,3</u> 17,1	<u>15,1</u> 19,4	<u>16,7</u> 21,5	<u>18,8</u> 24,2	<u>23,0</u> 29,6
În podul rece	<u>9,0</u> 12,0	<u>10,0</u> 13,4	<u>11,0</u> 14,8	<u>12,6</u> 16,9	<u>13,8</u> 18,6	<u>15,6</u> 21,0	<u>19,1</u> 25,7
În podul cald	<u>14,0</u> 17,1	<u>15,6</u> 19,1	<u>17,1</u> 20,9	<u>19,4</u> 23,7	<u>21,5</u> 23,7	<u>24,2</u> 29,6	<u>29,6</u> 36,2
Conducte de circulație neizolate							
În apartamente	<u>20,0</u> 26,9	<u>24,6</u> 33,1	<u>29,2</u> 39,3	<u>36,6</u> 49,2	<u>43,0</u> 57,8	<u>52,0</u> 69,9	<u>72,0</u> 96,8
În casa scării	<u>23,5</u> 30,4	<u>28,9</u> 37,4	<u>34,2</u> 44,2	<u>42,8</u> 55,4	<u>50,3</u> 65,1	<u>60,8</u> 78,7	<u>84,5</u> 109,4
Coloane de circulație în redanul cabinei sanitare sau camerei de baie:							
Izolate		<u>9,4</u> 12,9	<u>10,3</u> 14,1	<u>11,7</u> 16,0	<u>12,9</u> 17,7	<u>14,6</u> 20,0	<u>17,8</u> 24,4
Neizolate		<u>23,0</u> 31,5	<u>27,1</u> 31,5	<u>34,0</u> 46,6	<u>40,0</u> 54,8	<u>48,3</u> 66,2	<u>67,2</u> 92,1

**NOTĂ:** La numărător - pierderile specifice de căldură ale conductelor sistemului de alimentare cu apă caldă menajeră fără prize de apă directe în sistemele de alimentare cu energie termică, la numitor - cu priză de apă directă.

**Tabelul 2. Pierderi de căldură specifice prin conductele sistemului de alimentare cu apă caldă menajeră (conform diferenței de temperatură)**

Diferența de temperatură, °C	Pierderile de căldură ale conductei, kcal/h m, cu diametrul convențional, mm											
	15	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
30	22,0	28,0	35,0	44,0	48,0	54,0	68,0	80,0	97,0	119,0	143,0	173,0
32	23,0	30,0	37,0	47,0	50,0	58,0	73,0	85,0	103,0	127,0	152,0	185,0
34	25,0	32,0	39,0	50,0	53,0	61,0	77,0	91,0	110,0	135,0	162,0	196,0
36	26,0	33,0	42,0	53,0	56,0	65,0	82,0	95,0	116,0	143,0	171,0	208,0
38	28,0	35,0	44,0	56,0	60,0	68,0	86,0	102,0	123,0	151,0	181,0	219,0
40	29,0	37,0	46,0	59,0	63,0	72,0	91,0	107,0	129,0	159,0	190,0	231,0
42	31,0	39,0	49,0	63,0	67,0	76,0	97,0	114,0	137,0	169,0	202,0	242,0
44	33,0	42,0	52,0	66,0	71,0	81,0	103,0	121,0	145,0	179,0	214,0	254,0
46	34,0	44,0	54,0	70,0	75,0	85,0	108,0	127,0	154,0	189,0	226,0	265,0
48	36,0	46,0	57,0	73,0	79,0	90,0	114,0	134,0	162,0	199,0	238,0	277,0
50	38,0	48,0	60,0	77,0	83,0	94,0	120,0	140,0	170,0	209,0	250,0	288,0
52	40,0	51,0	63,0	81,0	87,0	99,0	126,0	147,0	179,0	220,0	263,0	300,0
54	42,0	53,0	66,0	85,0	91,0	104,0	132,0	155,0	188,0	230,0	276,0	312,0
56	44,0	56,0	70,0	88,0	95,0	108,0	139,0	162,0	197,0	241,0	289,0	323,0
58	46,0	58,0	73,0	92,0	99,0	113,0	145,0	170,0	206,0	252,0	302,0	335,0
60	48,0	61,0	76,0	96,0	104,0	113,0	151,0	177,0	215,0	263,0	315,0	347,0

**NOTĂ:** La diferența de temperatură a apei calde, ce diferă de la valorile reduse ale acesteia, pierderile specifice de căldură trebuie determinate prin interpolare.

## Anexa D

(informativă)

### Calculul cantității specifice de energie termică necesară pentru încălzirea 1 m<sup>3</sup> de apă rece

Dacă toate apartamentele sunt dotate cu apometre individuale de apă caldă – atunci în acest caz, consumul general de căldură și de apă rece pentru ACM se distribuie între apartamente proporțional cu citirea datelor apometrelor individuale.

Cantitatea de energie termică necesară pentru încălzirea 1 m<sup>3</sup> de apă rece fără a lua în considerare pierderile de energie termică prin conductele sistemului de alimentare cu apă caldă menajeră și cheltuielile pentru încălzirea camerelor de baie, în cazul dacă încălzirea se realizează de la sistemul de alimentare cu apă caldă menajeră, se determină după cum urmează:

$$q_{\text{încalz.}} = \gamma \cdot c \cdot (t_h - t_c) \cdot (1 + K_{PT}) \cdot 10^{-6} \quad (\text{D.1})$$

unde:

$\gamma$  – greutatea volumetrică a apei, kgf/m<sup>3</sup>; valoarea greutății volumetrice a apei se admite în dependență de temperatura la care este efectuată încălzirea apei cu scopul prestării serviciului privind alimentarea cu apă caldă menajeră și se acceptă egală cu:

- 983,24 kgf/m<sup>3</sup> la  $t_h = 60$  °C;
- 985,73 kgf/m<sup>3</sup> la temperatura  $t_h = 55$  °C;
- 988,07 kgf/m<sup>3</sup> la temperatura  $t_h = 50$  °C;

$c$  – capacitatea termică specifică a apei, kcal/(kgf·°C), se admite egală cu 1,0 kcal/(kgf·°C);

$t_h$  – temperatura medie a apei calde în punctele de priză, °C;

$t_c$  – temperatura medie a apei reci în rețeaua de apeduct, °C;

$K_{PT}$  – coeficient, ce ia în considerare pierderile de căldură ale conductelor sistemului de alimentare cu apă caldă menajeră și cheltuielile de energie termică pentru încălzirea camerelor de baie.

10<sup>-6</sup> – conversia unităților de măsură, kcal/Gcal.

Valorile coeficientului  $K_{PT}$ , ce ia în considerare pierderile de căldură prin conductele sistemelor de alimentare cu apă caldă menajeră și cheltuielile de energie termică pentru încălzirea camerelor de baie, se determină conform tabelului D.1.

**Tabelul D.1**

Sistemul de alimentare cu apă caldă menajeră	Coeficient $K_{PT}$ , ce ia în considerare pierderile de căldură ale conductelor sistemului de alimentare cu apă caldă menajeră	
	Cu rețea externă de alimentare cu apă caldă menajeră	Fără rețea externă de alimentare cu apă caldă menajeră
<i>cu coloane izolate</i>		
cu uscătoare de prosoape	0,25	0,2
fără uscătoare de prosoape	0,15	0,1
<i>cu coloane neizolate</i>		
cu uscătoare de prosoape	0,35	0,3
fără uscătoare de prosoape	0,25	0,2



<sup>1</sup> Cota parte a pierderilor de energie termică în rețelele termice externe de alimentare cu apă caldă menajeră este estimată în mărime de 5% de la sarcina termică medie orară privind alimentarea cu apă caldă menajeră a consumatorului.

Temperatura medie a apei reci din rețeaua de apeduct,  $t$ , °C, se admite conform datelor stației locale de meteorologie; în absența unor date fiabile, temperatura medie se determină conform formulei:

$$t_c = \frac{t_c^{\hat{inc}} n^{\hat{inc}} + t_c^{tranz} (n - n^{rep} - n^{\hat{inc}})}{n - n^{rep}} \quad (D.2)$$

unde:

$t_c^{\hat{inc}}$  - temperatura apei reci în rețeaua de apeduct în perioada de încălzire, se admite egală cu 5 °C;

$t_c^{tranz}$  - temperatura apei reci în rețeaua de apeduct în perioada de tranziție, se admite egală cu 15 °C;

$n$  – numărul de zile într-un an (se admite egal cu 365 sau 366), zile;

$n^{\hat{inc}}$  - durata perioadei de încălzire, zile;

$n^{rep}$  - durata perioadei de reparații în sistemul de alimentare cu căldură (întreruperea funcționării sistemelor de alimentare cu apă caldă menajeră), zile.

În tabelul D.2 sunt prezentate rezultatele calculului cantității specifice de energie termică  $q_{\text{încalz}}$ . Pentru încălzirea apei reci pînă la temperatura de 50 °C și 55 °C, precum și temperaturile apei reci de 2 - 20 °C fără a lua în considerare pierderile de căldură și cheltuielile de energie termică pentru încălzirea camerelor de baie.

**Tabelul D.2 – Cantitatea specifică de energie termică pentru încălzirea apei reci**

Temperatura apei reci, °C	Cantitatea specifică de energie termică, $q_{\text{încalz}}$ Gcal/m <sup>3</sup> , la temperatura de încălzire sistemul de alimentare cu căldură	
	încis	
	50 °C	55 °C
2	0,04743	0,05224
3	0,04644	0,05126
4	0,04545	0,05027
5	0,04446	0,04929
6	0,04348	0,04830
7	0,04249	0,04732
8	0,04150	0,04633
9	0,04050	0,04534
10	0,03952	0,04436
11	0,03853	0,04337
12	0,03755	0,04239
13	0,03656	0,04140
14	0,03557	0,040415
15	0,03458	0,03943
16	0,03359	0,03844
17	0,03261	0,03746
18	0,03162	0,03647
19	0,03063	0,03549
20	0,02964	0,03450

În absența dispozitivelor de măsurare a temperaturii de apă caldă, valoarea cantității specifice de energie termică pentru încălzirea 1 m<sup>3</sup> de apă rece pînă la temperatura necesară cu scopul prestării serviciilor comunale de apă caldă menajeră poate fi admisă **0,051 Gcal/m<sup>3</sup>**.

Valorile recomandate sunt calculate pe baza datelor acceptate în conformitate cu documentația tehnică normativă și fără a lua în considerare pierderile de energie termică din conductele sistemului de alimentare cu apă caldă menajeră și cheltuielile pentru încălzirea camerelor de baie în cazul, dacă uscătorul de prosoape este racordat la sistemul de alimentare cu apă caldă menajeră.

## Anexa E

(informativă)

### Regula de bază privind alegerea grosimii "critice" a stratului termoizolant

Reducerea pierderilor de căldură este asigurată cu condiția că rezistența termică  $R_{iz}$  a conductei izolate să fie mai mare decât cea neizolată  $R_{n/iz}$ , adică, trebuie să se satisfacă inegalitatea

$$R_{iz} > R_{n/iz} \text{ sau } \Delta R > 0$$

Substituind în inegalitate ( $\Delta R > 0$ ) și rezolvînd-o în raport cu valorile  $\lambda_{iz}$ ,  $d_2$  și  $\alpha_2$  obținem:

$$\lambda_{iz} < \alpha_2 \frac{d_2}{2}$$

Dacă coeficientul de conductivitate termică a izolației aplicate  $\lambda_{iz}$  satisface inegalitatea, atunci materialul este ales corect și izolația este rentabilă.

Dacă condiția nu este îndeplinită și este ales materialul termoizolant cu  $\lambda_{iz} > \alpha_2 \frac{d_2}{2}$ , atunci când este aplicat pe conducte, pierderile de căldură nu se vor reduce, dar dimpotrivă, se vor majora.

În cazul alegerii incorecte a materialului izolant cu  $\lambda_{iz}^*$ , atunci cele mai mari pierderi de căldură au loc când diametrul "critic" al izolației este:

$$d_{3cr} = d_{iz}^* = d_{cr} = \frac{2\lambda_{iz}^*}{\alpha_2}$$

Diametrul "critic" al izolației termice  $d_{iz}^*$  trebuie să fie cât mai mic posibil și, prin urmare, în calitate de material termoizolant trebuie utilizat materialul cu cea mai mică valoare a coeficientului de conductivitate termică  $\lambda_{iz}$ .

Cu toate acestea, izolația termică cu o valoare scăzută a coeficientului de conductivitate termică are de obicei, un cost ridicat. De aceea, pentru reducerea transferului de căldură prin construcție adesea se aplică izolație mai puțin eficientă și ieftină, dar calitatea acesteia se compensează prin creșterea grosimii stratului  $\delta_{iz}$ . Aceasta este neeconomică, deoarece la o grosime determinată a stratului ieftin și cu eficiență redusă a izolației termice se va atinge maximum, și numai la o grosime a stratului izolant mai mare va începe să scadă treptat. Izolația conductei cu un astfel de material trebuie considerat nerentabil, dar izolația cu un strat mai gros este absurdă.

Dacă diametrul țevii goale  $d_2$  va fi mai mic decât "grosimea critică a stratului"  $d_{cr}$  al izolației respective, atunci astfel de izolație este nerentabilă.

Dacă diametrul țevii goale  $d_2$  va fi egal sau mai mare decât "grosimea critică a stratului"  $d_{cr}$  al izolației respective, atunci astfel de izolație este rentabilă.

Mai mult, cu cât este mai mare diametrul țevii  $d_2$ , cu atât mai multe materiale termoizolante vor fi rentabile pentru aceasta.

Și invers, pentru țevile cu diametru mic este mai dificil să se găsească o izolație rentabilă.

Țevile cu diametre foarte mici, care furnizează căldură la un aer liniștit (cu convecție naturală), este mai bine să nu se izoleze.

Una și aceeași izolație termică poate fi rentabilă pentru conductele cu diametrul  $d_2$  și a se dovedi complet nerentabilă pentru țevile cu diametru mai mic  $d_2^*$ . Prin urmare, pentru calcule este întotdeauna necesar să se compare  $d_2$  și  $d_{cr}$ .

Întregul asortiment de țevi neizolate cu un diametru de pînă la 0,05 m și aplicarea izolației propuse cu un coeficient de conductivitate termică  $\lambda_{iz} = 0,2 \text{ W/(m K)}$  nu vor fi rentabile.

În plus, cele mai mari pierderi de căldură ale unor astfel de țevi izolate (cu un diametru de pînă la 0,05 m) are loc la valoarea diametrului exterior al izolației  $d_{3cr} = 0,05 \text{ m}$ .

Dacă diametrul  $d_2$  al țevilor neizolate utilizate va fi egal sau mai mare decît grosimea critică a stratului  $d_{cr} = 0,05 \text{ m}$ , atunci izolația propusă cu  $\lambda_{iz} = 0,2 \text{ W/(m K)}$  va fi întotdeauna rentabilă pentru orice grosime a stratului izolant.

Grosimea izolației termice rentabile  $\delta_{iz}$  trebuie să fie determinată conform formulelor de transfer de căldură staționar pentru un sistem cilindric, reieșind de la temperatura necesară sau admisibilă pe stratul suprafeței exterioare a izolației.

În sistemul ACM această temperatură este determinată din cerințele tehnicii de securitate.

## Anexa F

(informativă)

### Calculul pierderilor de energie termică a conductelor sistemului existent ACM

#### În cazul existenței informației inițiale

Pentru sistemele existente ACM, pierderile de energie termică a conductelor pot fi determinate conform formulei:

$$Q_{p,t} = \left[ \frac{\sum K_i d_i l_i (t_{in} - t_{sf})}{2} - t_{m,amb} \right]$$

unde:

$K_i$  – coeficientul de transfer de căldură al unei secțiuni de conductă neizolată, kcal/(m<sup>2</sup>·h·°C), [kJ/(m<sup>2</sup>·h·°C)]; poate fi admis  $K_i=10$  kcal/(m<sup>2</sup>·h·°C) = 41,87 kJ/(m<sup>2</sup>·h·°C);

$d_i$  și  $l_i$  – diametrul țevii în secțiune și lungimea acestuia, m;

$t_{in}$  și  $t_{sf}$  – temperatura apei calde la începutul și la sfârșitul secțiunii de calcul a țevii, °C;

$t_{m,amb}$  – temperatura mediului ambiant, °C; se admite conform modului de pozare al țevilor:

- în brazde, canale verticale, canale de comunicații ale cabinilor sanitare  $t_{m,amb} = 23$  °C;
- în camerele de baie  $t_{m,amb} = 25$  °C;
- în bucătării și toalete  $t_{m,amb} = 21$  °C;
- în casa scării  $t_{m,amb} = 16$  °C;
- în canale cu pozare subterană a rețelei externe de alimentare cu apă caldă menajeră  $t_{m,amb} = t_{al.c.}$ ;
- în tuneluri  $t_{m,amb} = 40$  °C;
- în subsoluri neîncălzite  $t_{m,amb} = 5$  °C;
- în poduri  $t_{m,amb} = 9$  °C (la temperatura medie a aerului exterior a celei mai reci luni a perioadei de încălzire  $t_e = - 11 \dots - 20$  °C);

$\eta$  - randamentul izolației termice al conductelor; se admite pentru conductele cu diametru de pînă la 32 mm,  $\eta = 0,6$ ; 40 – 70 mm,  $\eta = 0,74$ , 80 – 200 mm,  $\eta = 0,81$ .

**Tabelul 1. Pierderi de căldură specifice ale conductelor sistemelor de alimentare cu apă caldă menajeră (conform locului și modului de pozare)**

Locul și modul de pozare	Pierderi de căldură ale conductei cu diametrul $D_y$ , kcal/(h·m) (kJ/(h·m))							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Conducta $D_y$ , mm	15	20	25	32	40	50	70	
Coloana principală tur în foraj sau în canalul de comunicație este izolată	-	-	-	-	<u>17,0 (71,2)</u> 21,8 (91,3)	<u>19,1 (78,0)</u> 24,5 (102,6)	<u>23,4 (98,0)</u> 30,0 (125,6)	
Coloană fără uscătoare de prosoape, izolat, în canalul cabinei sanitare, brazdă sau canalul de comunicație	<u>9,7 (40,6)</u> 12,8 (53,6)	<u>10,8 (45,2)</u> 14,2 (59,5)	<u>11,9 (49,8)</u> 15,7 (65,7)	<u>13,5 (56,5)</u> 17,8 (74,5)	-	-	-	
De asemenea, cu uscătoare de prosoape	-	<u>17,8 (74,5)</u> 23,4 (98,0)	<u>20,7 (86,7)</u> 27,3 (114,3)	<u>25,3 (105,9)</u> 33,3 (139,4)	-	-	-	
Canal neizolat cu pozare în cabine sanitare, brazdă sau canal de comunicație, sau deschis în camera de baie, bucătărie	<u>20,7 (86,7)</u> 27,3 (114,3)	<u>25,5 (106,8)</u> 35,6 (149,1)	<u>30,2 (126,4)</u> 39,8 (166,6)	<u>37,8 (158,3)</u> 49,8 (208,5)	-	-	-	
Conducte de distribuție izolate (tur):								
În subsol,	<u>13,5 (56,5)</u>	<u>15,0 (62,8)</u>	<u>16,5 (69,1)</u>	<u>18,8 (78,7)</u>	<u>20,8 (87,1)</u>	<u>23,4 (98,0)</u>	<u>26,8 (112,2)</u>	
în casa scării	16,6 (69,5)	13,4 (56,1)	20,3 (85,0)	23,1 (96,7)	25,6 (107,2)	26,8 (112,2)	36,2 (151,6)	
În podul rece	16,6 (69,5)	<u>18,5 (77,5)</u>	<u>20,3 (83,0)</u>	<u>23,2 (97,1)</u>	<u>23,6 (107,2)</u>	<u>28,8 (120,6)</u>	<u>35,2 (147,4)</u>	
	19,7 (82,5)	21,9 (91,7)	24,1 (100,9)	27,5 (115,1)	30,4 (127,3)	34,2 (143,2)	41,8 (175,0)	
În podul cald	<u>11,6 (48,4)</u>	<u>13,0 (54,4)</u>	<u>14,3 (59,9)</u>	<u>16,3 (68,2)</u>	<u>17,9 (74,9)</u>	<u>20,2 (84,6)</u>	<u>24,6 (103,0)</u>	
	14,7 (61,5)	16,5 (69,1)	18,1 (75,8)	20,6 (86,2)	22,7 (95,0)	25,6 (107,2)	31,2 (130,6)	
Conducte de circulație izolate:								
În subsol,	<u>10,9 (45,6)</u>	<u>12,1 (50,7)</u>	<u>13,3 (55,7)</u>	<u>15,1 (63,2)</u>	<u>16,7 (70,0)</u>	<u>18,8 (78,7)</u>	<u>23,0 (96,3)</u>	
în casa scării	14,0 (58,6)	15,6 (65,3)	17,1 (71,6)	19,4 (81,2)	21,5 (90,0)	24,2 (101,3)	29,6 (123,9)	
În podul rece	<u>9,0 (37,7)</u>	<u>10,0 (41,9)</u>	<u>11,0 (46,1)</u>	<u>12,6 (52,8)</u>	<u>13,8 (57,8)</u>	<u>15,6 (65,3)</u>	<u>19,1 (80,0)</u>	
	12,0 (50,2)	13,4 (56,1)	14,8 (62,0)	16,9 (70,8)	18,6 (77,9)	21,0 (87,9)	25,7 (107,6)	
În podul cald	<u>14,0 (58,6)</u>	<u>15,6 (63,3)</u>	<u>17,1 (71,6)</u>	<u>19,4 (81,2)</u>	<u>21,5 (90,0)</u>	<u>24,2 (101,3)</u>	<u>29,6 (123,9)</u>	
	17,1 (71,6)	19,1 (80,0)	20,9 (87,5)	23,7 (99,2)	23,7 (99,2)	29,6 (123,9)	36,2 (151,6)	
Conducte de circulație izolate:								
În subsol, în casa scării	<u>20,0 (83,7)</u>	<u>24,6 (103,0)</u>	<u>29,2 (22,3)</u>	<u>36,6 (153,2)</u>	<u>43,0 (180,0)</u>	<u>52,0 (217,7)</u>	<u>72,0 (301,5)</u>	
	26,9 (112,6)	33,1 (138,6)	39,3 (164,5)	49,2 (206,0)	57,8 (242,0)	69,9 (292,7)	96,8 (405,3)	
În podul rece	<u>23,5 (98,4)</u>	<u>28,9 (21,0)</u>	<u>34,2 (143,2)</u>	<u>42,8 (179,2)</u>	<u>50,3 (210,6)</u>	<u>60,8 (254,6)</u>	<u>84,5 (353,8)</u>	
	30,4 (127,3)	37,4 (156,6)	44,2 (185,1)	55,4 (232,0)	65,1 (272,6)	78,7 (329,5)	109,4 (458,1)	
Coloane de circulație în redanul cabinei sanitare sau camerei de baie:								
Izolate		<u>9,4 (39,4)</u>	<u>10,3 (43,1)</u>	<u>11,7 (49,0)</u>	<u>12,9 (54,0)</u>	<u>14,6 (61,1)</u>	<u>17,8 (74,5)</u>	
		12,9 (54,0)	14,1 (59,0)	16,0 (67,0)	17,7 (74,1)	20,0 (83,7)	24,4 (101,2)	
Neizolate		<u>23,0 (96,3)</u>	<u>27,1 (113,5)</u>	<u>34,0 (142,4)</u>	<u>40,0 (167,5)</u>	<u>48,3 (202,2)</u>	<u>67,2 (281,4)</u>	
		31,5 (31,9)	31,5 (131,9)	46,6 (195,1)	54,8 (229,4)	66,2 (277,2)	92,1 (385,6)	

**NOTĂ:** La numărător - pierderile specifice de căldură ale conductelor sistemului de alimentare cu apă caldă menajeră fără prize de apă directe în sistemele de alimentare cu energie termică, la numitor - cu prize de apă directă.

**Tabelul 2. Pierderi de căldură specifice prin conductele sistemului de alimentare cu apă caldă menajeră (conform diferenței de temperatură)**

Diferența de temperatură, °C	Pierderi de căldură ale conductei, kcal/(h·m) (kJ/(h·m), cu diametrul convențional, mm											
	D <sub>v</sub> , mm	15	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150
30	22,0 (92,1)	28,0 (117,2)	35,0 (146,5)	44,0 (184,2)	48,0 (201,0)	54,0 (226,1)	68,0 (284,7)	80,0 (335,0)	97,0 (406,1)	119,0 (498,3)	143,0 (598,7)	173,0 (724,4)
32	23,0 (96,3)	30,0 (125,6)	37,0 (154,9)	47,0 (196,8)	50,0 (209,4)	58,0 (242,8)	73,3 (305,7)	85,0 (355,9)	103,0 (431,3)	127,0 (531,7)	152,0 (636,4)	185,0 (774,6)
34	25,0 (104,7)	32,0 (134,0)	39,0 (163,3)	50,0 (209,4)	53,0 (211,9)	61,0 (255,4)	77,0 (322,4)	91,0 (381,0)	110,0 (460,6)	135,0 (565,2)	162,0 (678,3)	196,0 (820,7)
36	26,0 (108,9)	33,0 (138,2)	42,0 (175,9)	53,0 (221,9)	56,0 (234,5)	65,0 (272,2)	82,0 (343,3)	95,0 (397,8)	116,0 (485,7)	143,0 (598,7)	171,0 (716,0)	208,0 (870,5)
38	28,0 (117,2)	35,0 (146,5)	44,0 (184,2)	56,0 (234,5)	60,0 (251,2)	68,0 (284,7)	86,0 (360,1)	102,0 (427,1)	123,0 (515,0)	151,0 (632,2)	181,0 (757,8)	219,0 (916,9)
40	29,0 (121,4)	37,0 (154,9)	46,0 (192,6)	59,0 (247,0)	63,0 (263,8)	72,0 (301,5)	91,0 (381,0)	107,0 (448,0)	129,0 (540,11)	159,0 (665,7)	190,0 (795,5)	231,0 (967,2)
42	31,0 (129,8)	39,0 (163,3)	49,0 (205,2)	63,0 (263,8)	67,0 (280,5)	76,0 (318,2)	97,0 (406,1)	114,0 (477,3)	137,0 (573,6)	169,0 (707,6)	202,0 (845,8)	242,0 (1013,3)
44	33,0 (138,2)	42,0 (175,9)	52,0 (217,7)	66,0 (276,3)	71,0 (297,3)	81,0 (339,1)	103,0 (431,3)	121,0 (506,6)	145,0 (607,1)	179,0 (749,5)	214,0 (896,0)	254,0 (1063,5)
46	34,0 (142,4)	44,0 (184,2)	54,0 (226,1)	70,0 (293,1)	75,0 (314,0)	85,0 (355,9)	108,0 (452,2)	127,0 (531,7)	154,0 (644,8)	189,0 (791,3)	226,0 (946,3)	265,0 (1109,6)
48	36,0 (150,7)	46,0 (192,6)	57,0 (238,7)	73,0 (305,6)	79,0 (330,8)	90,0 (376,8)	114,0 (477,3)	134,0 (561,1)	162,0 (678,3)	199,0 (833,2)	238,0 (996,5)	277,0 (1159,8)
50	38,0 (159,1)	48,1 (201,0)	60,0 (251,2)	77,0 (322,4)	83,0 (347,5)	94,0 (393,6)	110,0 (502,4)	140,0 (586,2)	170,0 (711,8)	209,0 (875,1)	250,0 (1046,8)	288,0 (1205,9)
52	40,0 (167,5)	51,0 (213,5)	63,0 (263,8)	81,0 (339,1)	87,0 (364,3)	99,0 (414,5)	126,0 (527,6)	147,0 (615,5)	179,0 (749,5)	220,0 (921,1)	263,0 (1101,2)	300,0 (1256,1)
54	42,0 (175,9)	53,0 (221,9)	66,0 (276,3)	85,0 (355,9)	91,0 (381,0)	104,0 (435,4)	132,0 (552,7)	155,0 (649,0)	188,0 (787,2)	230,0 (963,0)	276,0 (1155,0)	312,0 (1306,3)
56	44,0 (184,2)	56,0 (234,5)	70,0 (293,1)	88,0 (368,5)	95,0 (397,8)	108,0 (452,2)	139,0 (582,0)	162,0 (678,3)	197,0 (824,8)	241,0 (1009,1)	289,0 (1210,0)	323,0 (1352,4)
58	46,0 (192,6)	58,0 (242,8)	73,0 (305,6)	92,0 (385,2)	99,0 (414,5)	113,0 (473,1)	145,0 (607,1)	170,0 (711,8)	206,0 (862,5)	252,0 (1055,1)	302,0 (1264,5)	335,0 (1402,6)
60	48,0 (201,0)	61,0 (255,4)	76,0 (318,2)	96,0 (402,0)	104,0 (435,4)	113,0 (473,1)	151,0 (632,2)	177,0 (741,1)	215,0 (900,2)	263,0 (1101,2)	315,0 (1318,9)	347,0 (1452,9)

**NOTĂ:** La diferența de temperatură a apei calde, ce diferă de la valorile reduse ale acesteia, pierderile specifice de căldură trebuie determinate prin interpolare.

### **În cazul absenței informației inițiale**

În cazul absenței informației inițiale necesare pentru calculul pierderilor de căldură ale conductelor ACM, pierderile de căldură, Gcal/h (GJ/h), pot fi determinate utilizând un coeficient special  $K_{m,n}$ , ce ia în considerare pierderile termice ale acestor conducte, conform relației:

$$Q_{p.c} = Q_{c.m} K_{p,t}$$

Fluxul de căldură a ACM, luând în considerare pierderile de căldură, poate fi determinat din expresia:

$$Q_c = Q_{c.m} (1 + K_{p,t})$$

Sarcina termică medie orară ACM a consumatorului de energie termică  $Q_{hm}$ , Gcal/h, în perioada de încălzire se determină conform formulei:

$$Q_{hm} = \frac{aN(55 - t_c)10^{-6}}{T} Q_{p.c}$$

unde:

$a$  – norma consumului de apă ACM a abonatului, litru/unitate măsurare în zi; trebuie să fie aprobată de către administrația locală; în absența unor norme aprobate, se admite în conformitate cu tabelul anexei C (obligatorie) din NCM G.03.03;

$N$  – numărul de unități de măsură, raportate la zile, - numărul de locuitori, studenți din instituțiile de învățământ, etc.;

$t_c$  – temperatura apei de apeduct în perioada de încălzire, °C; în absența unor informații fiabile se admite  $t_c = 5$  °C;

$T$  – durata de funcționare a sistemului ACM a abonatului în zi, h;

$Q_{p,c}$  – pierderi de căldură în sistemul local ACM, în conductele tur și de circulație ale rețelei externe ACM, Gcal/h.

Sarcina termică medie orară privind alimentarea cu apă caldă menajeră în perioada de tranziție, Gcal, poate fi determinat din relația:

$$Q_{hs} = Q_{hm} \beta \frac{t_{hs} - t_{cs}}{t_h - t_c}$$

unde:

$Q_{hm}$  – sarcina termică medie orară privind alimentarea cu apă caldă menajeră în perioada de încălzire, Gcal/h;

$\beta$  - coeficient, ce ia în considerare scăderea sarcinii medii orare privind alimentarea cu apă caldă menajeră în perioada de tranziție în comparație cu sarcina în perioada de încălzire; dacă valoarea  $\beta$  nu este aprobată de către organele de administrație locală,  $\beta$  se admite egal cu 0,8 analogic pentru sectorul communal locativ al orașelor din partea centrală a Rusiei, 1,2 - 1,5 - pentru stațiuni de odihnă, orașele și localitățile sudice, pentru întreprinderi - 1,0;

$t_{hs}$ ,  $t_h$  – temperatura apei calde în perioada de tranziție și de încălzire, °C;

$t_{cs}$ ,  $t_c$  – temperatura apei de apeduct în perioada de tranziție și de încălzire, °C; în absența informației fiabile se admite  $t_{cs} = 15$  °C,  $t_c = 5$  °C.

Pentru a determina valorile coeficientului  $K_{p,t}$  poate fi utilizat tabelul 3.

**Tabelul 3. Coeficient, ce ia în considerare pierderile de căldură ale conductelor sistemului de alimentare cu apă caldă menajeră**

Sistemul de alimentare cu apă caldă menajeră	Coeficient, ce ia în considerare pierderile de căldură ale conductelor sistemului de alimentare cu apă caldă menajeră, $K_{p,t}$	
	cu rețea externă de alimentare cu apă caldă menajeră	fără rețea externă de alimentare cu apă caldă menajeră
<i>cu coloane izolate</i>		
cu uscătoare de prosoape	0,25	0,2
fără uscătoare de prosoape	0,15	0,1
<i>cu coloane neizolate</i>		
cu uscătoare de prosoape	0,35	0,3
fără uscătoare de prosoape	0,25	0,2



## **Anexa G** (obligatorie)

### **Procedura de determinare a pierderilor de energie termică prin conductele neizolate amplasate orizontal**

#### **G.1 Introducere**

Determinarea pierderilor de căldură ale conductelor izolate trebuie efectuate în conformitate cu metodologiile prezentate în documentele normative în vigoare: NCM G.04.08, [3], [4], [5], [6].

Exploatarea conductelor rețelei interne a sistemului ACM fără izolație termică reprezintă una din măsurile tehnice de menținere a temperaturii pozitive în subsolurile clădirilor rezidențiale, cu scopul de a preveni înghețarea conductelor de apă, canalizare și a conductelor tehnologice pozate în subsoluri sau care trec prin acestea.

Pierderile de căldură prin conductele rețelei interne ACM în timpul perioadei de încălzire prezintă emisii de căldură pozitive, deoarece această căldură este furnizată pentru încălzirea încăperilor din subsol. Prin urmare, la compilarea bilanțului termic al unei clădiri rezidențiale pentru perioada de încălzire, pierderile de căldură datorate părții interne a sistemului ACM este necesar să fie incluse în consumul de căldură pentru încălzirea clădirii.

În timpul verii, pierderile de căldură generate de conductele rețelei interne ACM prezintă emisii negative de căldură. Aceste pierderi sunt incluse în pierderile totale de căldură a întregului sistem de ACM a clădirii rezidențiale.

În prezenta anexă este prezentată "procedura" de calcul a pierderilor de căldură prin conductele neizolate ACM. Se bazează pe cele mai generale dependențe teoretice conform transferului de căldură al conductei pozate orizontal, care sunt reflectate în literatura normativă, științifică și informativă.

În prezenta "procedură" nu se calculează pierderile de energie termică, ce au legătură cu scurgeri.

În conformitate cu practica stabilită în municipii, măsurarea cantității de căldură în calorii (Gcal), toate formulele și valorile de calcul nu sunt prezentate în sistemul internațional de unități, dar cu referire la măsurarea pierderilor de căldură în kcal/h.

Prezenta procedură permite determinarea pierderilor de energie termică prin conducte neizolate pozate orizontal în aer liber, în subsolurile și în încăperile clădirilor.

Calcularele referitoare privind influența reciprocă a două secțiuni paralele adiacente ale conductelor neizolate nu sunt luate în considerare în această procedură din următoarele motive:

- creșterea nerațională a complexității formulelor și calculelor;
- pe baza unor considerente practice, ca urmare a faptului că, în marea majoritate a cazurilor, neizolate, de regulă, prezintă secțiuni separate ale conductei tur (circulație) în rezultatul efectuării oricăror reparații.

#### **G.2 Formule de calcul principale**

Conducta rețelei ACM prezintă, de regulă, o țevă încălzită amplasată orizontal, suflată de vânt sau situată în aer liniștit. Prin urmare, transmiterea căldurii al unei astfel de conducte poate fi determinat conform dependențelor cunoscute utilizând coeficientul de transfer de căldură prin peretele țevii:

$$Q = \frac{F_e(t_e - t_{aer})}{K} \quad (G.1)$$

$$K = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_m}{\lambda_m} + \frac{1}{\alpha_w} \right)} \quad (\text{G.2})$$

unde:

$Q$  – fluxul de căldură de la conductă, kcal/h;

$\alpha_e$  – coeficient de transmitere a căldurii pe suprafața exterioară a conductei, kcal/(h m<sup>2</sup> °C);

$F_e$  – aria suprafeței exterioare a conductei, m<sup>2</sup>;

$t_e$  – temperatura suprafeței exterioare a conductei, °C;

$t_{aer}$  – temperatura aerului exterior, °C.

$K$  – coeficient de transfer de căldură prin peretele conductei, kcal/(h m<sup>2</sup> °C);

$\delta_m$  – grosimea peretelui țevii din metal, m;

$\lambda_m$  – conductivitatea termică a materialului peretelui țevii, kcal/(h m °C);

$\alpha_w$  – coeficient de transmitere a căldurii pe suprafața interioară a conductei, kcal/(h m<sup>2</sup> °C).

Temperaturile de calcul trebuie considerate temperaturile medii pentru perioada examinată. Astfel, temperatura pe suprafața conductei poate fi admisă egală cu temperatura apei calde din conductă, deoarece rezistența termică a peretelui țevii  $\delta_m/\lambda_m$  și rezistența de transmitere a căldurii pe suprafața interioară  $1/\alpha_w$  pentru o țevă curată este de multe ori mai mică decât rezistența de transmitere pe suprafața exterioară  $1/\alpha_e$ .

Aria suprafeței exterioare a conductei se determină de lungimea și de diametrul conductei:

$$F_e = \pi D_e L \quad (\text{G.3})$$

unde:

$F_e$  – aria suprafeței exterioare a conductei, m<sup>2</sup>;

$D_e$  – diametrul exterior al conductei, m;

$L$  – lungimea conductei, m.

Având în vedere cele de mai sus, expresia (G.1) poate fi transformată sub forma:

$$Q = \alpha_e \pi D_e L (t_e - t_{aer}) \quad (\text{G.4})$$

Unul din cei mai importanți factori în calculul pierderilor de căldură prezintă determinarea corectă a coeficienților de transmitere a căldurii la suprafața exterioară a conductei.

Coeficientul total de transmitere a căldurii se determină ca suma coeficienților de transmitere convectivă și de căldură radiantă:

$$\alpha_e = \alpha_{conv} + \alpha_{rad} \quad (\text{G.5})$$

Coeficientul de transmitere a căldurii prin convecție depinde de viteza aerului și de direcția fluxului în raport cu axa conductei, diametrul conductei, caracteristicile termofizice ale aerului.

În caz general, expresia pentru determinarea coeficientului de transmitere a căldurii pe suprafața exterioară a conductei cu suflare transversală a fluxului de aer va fi:

- a) în regim laminar de mișcare a aerului (criteriul Reynolds  $Re$  este mai mic de 1000)

$$\alpha_{conv} = \frac{0,43\beta_{\varphi} Re^{0,5} \lambda_{aer}}{D_e} \quad (G.6)$$

- b) în regimul tranzitoriu și turbulent de mișcare a aerului (criteriul Reynolds  $Re$  este egal sau mai mare de 1000)

$$\alpha_{conv} = \frac{0,216\beta_{\varphi} Re^{0,6} \lambda_{aer}}{D_e} \quad (G.7)$$

unde:

$Re$  – criteriul Reynolds, calculat conform diametrului exterior al conductei și vitezei de mișcare a aerului, determinată cu luare în considerare a înălțimii de pozare a conductei deasupra solului și de caracterul reliefului localității.

$\lambda_{aer}$  – coeficientul de conductivitate termică a aerului, kcal/(h m °C);

$\beta_{\varphi}$  – coeficient de corecție, ce ia în considerare direcția fluxului de aer în raport cu axa conductei, este permisă o valoare medie egală cu 0,821.

$$Re = \frac{v\beta_u D_e}{\nu_{aer}} \quad (G.8)$$

unde:

$v$  – viteza de calcul privind mișcarea aerului, m/s;

$\beta_u$  – coeficient de corecție, ce ia în considerare înălțimea de amplasare a conductei deasupra suprafeței pământului. Pentru încăperi  $\beta_u$  se admite  $\beta_u = 1$ ;

$\nu_{aer}$  - coeficientul de vîscozitate cinematică a aerului, în funcție de temperatura aerului exterior, m<sup>2</sup>/s.

Valorile vitezei de mișcare a aerului în încăperi se admit în conformitate cu [7] "Parametrii microclimatului în încăperi".

Se admite să se accepte valoarea medie a vitezei de mișcare a aerului din încăperi egală cu 0,2 m/s.

Coeficientul de transmitere de căldură radiantă depinde de temperatura aerului și de temperatura de suprafață a conductei, precum și de gradul de negru al suprafeței conductei,  $\varepsilon_n$ .

$$\alpha_{rad} = \varepsilon_n C_o \frac{\left(\frac{t_e + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{t_{aer} + 273}{100}\right)^4}{t_e - t_{aer}} \quad (G.10)$$

unde:

$C_o$  – coeficientul de emisivitate a corpului absolut negru, egal cu  $4,97 \text{ kcal}/(\text{h m}^2 \text{ }^\circ\text{K}^4)$ ;

$\varepsilon_n$  – gradul de negru, se recomandă să fie admis valoarea medie  $\varepsilon_n = 0,9$ .

### G.3 Particularitățile de calcul ale pierderilor de căldură prin secțiuni lungi ale conductelor neizolate

Dependențele de calcul teoretice prezentate în capitolul anterior sunt veridice pentru cazul când coeficienții de transfer de căldură calculați și temperatura agentului termic sunt constante de-a lungul lungimii conductei.

Acest lucru este destul de apropiat de situația, în care scăderea temperaturii agentului termic din secțiune datorită pierderilor termice nu este mare și temperatura medie a agentului termic diferă neesențial de temperatura inițială.

În consecință temperatura constantă a suprafeței conductei, valorile coeficienților de transmitere convectivă și de căldură radiantă de la suprafața țevii rămân constante.

În general, scăderea temperaturii agentului termic într-o secțiune scurtă este direct proporțională cu lungimea conductei și a diametrului său și este invers proporțională cu consumul agentului termic:

$$\Delta t_w \approx \frac{(t_w - t_{aer}) D_e L}{G_w} \quad (\text{F.11})$$

Dacă conducta are un diametru mic, consumul nu este mare, dar lungimea secțiunii este suficient de mare, datorită schimbării semnificative a temperaturii agentului termic, se schimbă și diferența de temperatură între suprafața țevii și aer, precum și valoarea coeficientului de transmitere de căldură radiantă.

Ca urmare, pierderile specifice de căldură scad treptat de la începutul secțiunii pînă la sfârșitul acesteia, iar pierderile totale de căldură nu mai sunt proporționale cu lungimea conductei.

În acest caz, calculul conform dependenței liniare poate da o eroare prea mare în direcția supraestimării pierderilor de căldură, deoarece scăderea transmiterii de căldură are loc conform legii exponențiale neliniare.

Pentru a obține un rezultat mai veridic de calcul al pierderilor de căldură în această situație, trebuie să se calculeze dependențele precizate, ținând cont de natura exponențială a scăderii transmiterii căldurii.

Pentru aplicarea acestora în calitate de date inițiale, trebuie utilizat obligator un alt parametru: consumul agentului termic în secțiunea  $G_w$ .

Dependențele de calcul pot fi obținute din ecuația diferențială, care descrie procesul de transmitere a căldurii de la suprafața conductei de lungime elementară și din ecuația diferențială, ce descrie consumul de căldură datorat răcirii apei

$$\begin{cases} dQ = \alpha_e (t_w - t_{aer}) \pi D_e dL \\ dQ = c_w G_w dt_w \end{cases} \quad (\text{G.12 – G.13})$$

unde:

$dQ$  – pierderile de căldură ale secțiunii conductei cu lungime elementară;

$dL$  – lungime elementară, infinit de mică a conductei

$dt_w$  – scăderea temperaturii apei calde pe secțiunea lungimii elementare;

$c_w$  – capacitatea termică specifică a apei,  $\text{kcal}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$ ,  $c_w = 1$ .

În efectuarea concluziei, se presupune că coeficientul de transfer de căldură pe suprafața conductei rămîne constant. Având în vedere că ponderea schimbului de căldură radiant în coeficientul total conștituie aproximativ 15-20%, această ipoteză este destul de veridică și nu duce la erori semnificative. În același timp, această abordare face posibilă simplificarea considerabilă a expresiilor finite.

Soluția sistemului de ecuații duce la următoarea dependență privind căderea de temperatură a agentului termic pe lungimea conductei L:

$$\Delta t_w = (t_w - t_{aer})(1 - e^{-AL}) \quad (G.14)$$

unde:

e – baza logaritmilor naturali, e = 2,71;

A – complex de valori calculate, 1/m.

$$A = \frac{\alpha_e \pi D_e}{c_w G_w} \quad (G.15)$$

Astfel, temperatura finală a agentului termic va fi:

$$t_{wx} = t_w - \Delta t_w \quad (G.16)$$

Dacă temperatura finală a agentului termic se obține mai mică sau egală cu 0 °C, aceasta înseamnă că conducta va îngheța. Calculul pierderilor de căldură ale conductei în această situație nu are sens.

Lungimea critică a conductei, adică lungimea maximă admisibilă, la care nu va îngheța aceasta, se va determina:

$$L_{cr} = \frac{-\ln\left(1 - \frac{t_w}{t_w - t_{aer}}\right)}{A} \quad (G.17)$$

Dacă temperatura finală a agentului termic se obține mai mare de 0 °C, atunci se pot calcula pierderile de căldură ale conductei:

$$Q = c_w G_w \Delta t_w \quad (G.18)$$

#### G.4 Procedura practică de calcul a pierderilor de căldură

În prezentul capitol se prezintă consecutivitatea de calcul și formulele de calcul pentru estimarea pierderilor de căldură ale conductelor ACM.

Valorile calculate incluse în formule trebuie să fie prezentate în unitățile de măsură specificate în tabelul 3.

Tabelul 3 – Unități de măsură utilizate pentru valorile de calcul

Parametru de calcul	Semnificație	Unitate de măsură
<b>Date inițiale pentru calcul</b>		
Temperatura inițială a apei în conductă	$t_w$	°C
Temperatura aerului	$t_{aer}$	°C
Diametrul exterior al conductei	$D_e$	mm
Lungimea conductei	$L$	m
Viteza vîntului	$v$	m/s
Consumul de agent termic	$G_w$	t/h
<b>Valori intermediare și rezultatelor calculelor</b>		
Pierderi de căldură orare ale conductei	$Q$	kcal/h
Coeficientul transferului de căldură convectiv	$\alpha_{conv}$	kcal/(h m <sup>2</sup> °C)
Coeficientul transferului de căldură radiant	$\alpha_{rad}$	kcal/(h m <sup>2</sup> °C)
Coeficientul transferului total de căldură	$\alpha_e$	kcal/(h m <sup>2</sup> °C)
Conductibilitatea termică a aerului	$\lambda_{aer}$	kcal/(h m °C)
Viscozitatea cinematică a aerului	$\nu_{aer}$	m <sup>2</sup> /s
Criteriul Reynolds	$Re$	-
Coeficientul de corecție a vitezei aerului	$\beta_u$	-
Coeficientul de corecție privind unghiul de suflare	$\beta_\varphi$	-
Coeficientul de emisivitate a corpului absolut negru	$C_o$	kcal/(h m <sup>2</sup> °K <sup>4</sup> )
Grad de negru a suprafeței conductei	$\varepsilon_n$	-
Capacitatea termică specifică a apei	$c_w$	kcal/(kg °C)
Scăderea temperaturii apei	$\Delta t_w$	°C

### G.5 Consecutivitatea calculului

1. Determinăm conform tabelor caracteristicile termofizice ale aerului  $\lambda_{aer}$  și  $\nu_{aer}$  la temperatura stabilită.
2. Admitem coeficientul de corecție pentru viteza aerului  $\beta_u = 1$ .
3. Admitem coeficientul de corecție  $\beta_\varphi = 0,821$ .
4. Determinăm criteriul Reynolds pentru aer:

$$Re = \frac{1000\nu\beta_u D_e}{\nu_{aer}} \quad (G.19)$$

5. Determinăm coeficientul transferului de căldură convectiv. Dacă valoarea criteriului Reynolds este mai mică decât 1000, atunci calculul se realizează conform formulei:

$$\alpha_{conv} = \frac{0,43\beta_\varphi Re^{0,5} \lambda_{aer}}{D_e} \quad (G.20)$$

În caz contrar, calculul se efectuează conform formulei:

$$\alpha_{conv} = \frac{0,216\beta_{\varphi} Re^{0,6} \lambda_{aer}}{D_e} \quad (G.21)$$

Admitem gradul de negru al suprafeței conductei  $\varepsilon_n = 0,9$ .

7. Determinăm coeficientul de transfer de căldură radiant:

$$\alpha_{rad} = \varepsilon_n 4,97 \frac{\left(\frac{t_e + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{t_{aer} + 273}{100}\right)^4}{t_e - t_{aer}} \quad (G.22)$$

8. Determinăm coeficientul transferului total de căldură:

$$\alpha_e = \alpha_{conv} + \alpha_{rad} \quad (G.23)$$

9. Determinăm pierderile de căldură orare ale conductei:

$$Q = \alpha_e \pi D_e L (t_e - t_{aer}) 10^{-3} \quad (G.24)$$

10. Determinăm pierderile de căldură pentru perioada de calcul în timp, Gcal/h:

$$Q_N = 24QN10^{-6} \quad (G.25)$$

unde  $N$  – numărul de zile în perioada de calcul în timp.

În continuare trebuie întreprinse acțiuni, dacă există suspiciunea că scăderea temperaturii pe secțiune este mare și calculul trebuie să se îndeplinească conform dependenței neliniare.

În continuare, pentru calculul suplimentar trebuie să fie cunoscut consumul agentului termic în secțiune.

11. Determinăm modulul exponentului **AL**:

$$AL = \frac{\alpha_e \pi D_e L}{10^6 G_w} \quad (G.26)$$

Dacă valoarea obținută se diferențiază semnificativ de 0, atunci eroarea calculului pierderilor de căldură constituie aproximativ jumătate din valoarea calculată. Deci, dacă valoarea obținută este egală cu 0,05, atunci putem presupune că pierderile de căldură au fost determinate cu o precizie de aproximativ 2,5%. Dacă precizia calculului este satisfăcută, atunci se trece la punctul 13. În caz de necesitate, se poate corecta valoarea pierderilor de căldură în corespundere cu eroarea determinată:

$$Q = Q \left(1 - \frac{AL}{2}\right) \quad (G.27)$$

12. Dacă valoarea modulului exponentului **AL** este mai mare de 0,05 sau dacă este necesară o precizie mai mare a calculului, se calculează scăderea temperaturii a agentului termic pe secțiune datorită pierderilor de căldură în funcție de dependența exponențială:

$$\Delta t_w = (t_w - t_{aer})(1 - e^{-AL}) \quad (G.28)$$

13. Determinăm temperatura finală a agentului termic pentru a ne asigura că conducta nu va îngheța:

$$t_{wk} = t_w - \Delta t_w \quad (\text{G.29})$$

14. Determinăm valoarea precizată a pierderilor de căldură:

$$Q = 1000 G_w \Delta t_w \quad (\text{G.30})$$

15. Determinăm pierderile de căldură precizate pentru perioada de calcul în timp în conformitate cu punctul 10.

### **G.6 Exemplu de calcul al pierderilor de căldură ale conductelor la pozare supraterană în aer liber**

#### Date inițiale:

Este necesar să se determine pierderile de energie termică ale conductelor tur neizolate pentru luna ianuarie cu următoarele date inițiale:

Dametrul exterior al conductei  $D_e = 80$  mm;

Lungimea secțiunii neizolate  $L = 23$  m;

Temperatura medie lunară a agentului termic  $t_w = 55\text{-}60$  °C;

Temperatura medie lunară a aerului exterior  $t_{aer} = -3,5$  °C;

Viteza medie a vântului  $v_v = 0,5 - 1,0$  m/s;

Consumul de calcul al agentului termic  $G_w = 320$  t/h,  $N = 31$  zile, (subsol)

#### Calculul:

1. Determinăm conform tabelelor ale prezentei anexe F la  $t_{aer} = -3,5$ °C;  $\lambda_{aer} = 2,073$ ;  $V_{aer} = 13,00$

2. Conform tabelului 1 determinăm pentru localitatea intersectată:  $\beta_u = 1,0$

3. Admitem conform valorii medii:  $\beta_\phi = 0,821$

4. Calculăm:  $Re = 1000 \cdot 0,5 \cdot 0,632 \cdot 320 / 13,00 = 7778,461$

5. Calculăm:  $\alpha_{conv} = 2,16 \cdot 0,821 \cdot 7778,461^{0,6} \cdot 2,073 / 80 = 9,927$

6. Admitem conform valorii medii:  $\epsilon_n = 0,9$

7. Calculăm:

$$\alpha_{rad} = 4,97 \cdot 0,9 \cdot (((55+273)/100)^4 - ((-3,5+273)/100)^4) / (55+3,5) = 4,033$$

8. Calculăm:  $\alpha_e = 9,927 + 4,033 = 13,96$

9. Calculăm:

$$Q = 13,96 \cdot 3,14 \cdot 80 \cdot 23 \cdot (55+3,5) / 1000 = 4718,335 \text{ kcal/h}$$

11. Calculăm:  $AL = 13,96 \cdot 3,14 \cdot 80 \cdot 23 / (10^6 \cdot 320) = 0,00025$



În consecință, pierderile de căldură au fost determinate cu o eroare de aproximativ  $0,00025 / 2 \cdot 100 = 0,012 \%$ . Nu sunt necesare calcule conform dependenței neliniare. Pentru corecția valorilor pierderilor de căldură, calculăm:

$$Q = 4718,335 \cdot (1 - 0,00025 / 2) = 2358,578 \text{ kcal/h}$$

$$12. \text{ Calculăm: } \Delta t_w = 2358,577 / (10^3 \cdot 320) = 0,007 \text{ } ^\circ\text{C}$$

13. Calculăm pierderile lunare de căldură în secțiunea conductei neizolate:

$$QN = 24 \cdot 2358,578 \cdot 31 / 1000000 = 1,755 \text{ Gcal}$$

**Tabelul F1 – Coeficienții de conductivitate termică a aerului  $\lambda_{aer} \cdot 10^2$**

$t_b, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$t_n < 0$	-40	1,820	1,813	1,806	1,799	1,792	1,785	1,778	1,771	1,764	1,757
	-30	1,890	1,883	1,876	1,869	1,862	1,855	1,848	1,841	1,834	1,827
	-20	1,960	1,953	1,946	1,939	1,932	1,925	1,918	1,911	1,904	1,897
	-10	2,030	2,023	2,016	2,009	2,002	1,995	1,988	1,981	1,974	1,967
	0	2,100	2,093	2,086	2,079	2,072	2,065	2,058	2,051	2,044	2,037
$t_n \geq 0$	0	2,100	2,106	2,112	2,118	2,124	2,13	2,136	2,142	2,148	2,154
	10	2,160	2,167	2,174	2,181	2,188	2,195	2,202	2,209	2,216	2,223
	20	2,230	2,237	2,244	2,251	2,258	2,265	2,272	2,279	2,286	2,293
	30	2,300	2,307	2,314	2,321	2,328	2,335	2,342	2,349	2,356	2,363
	40	2,370	2,376	2,382	2,388	2,394	2,400	2,406	2,412	2,418	2,424

Tabelul F2 – Coeficienții de viscozitate cinematică a aerului  $\nu_{aer} \cdot 10^2$ 

$t_B, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$t_B < 0$	-40	10,04	9,959	9,878	9,797	9,716	9,635	9,554	9,473	9,392	9,311
	-30	10,80	10,72	10,65	10,57	10,50	10,42	10,34	10,27	10,19	10,12
	-20	11,79	11,69	11,59	11,49	11,39	11,30	11,20	11,10	11,00	10,90
	-10	12,43	12,37	12,30	12,24	12,17	12,11	12,05	11,98	11,92	11,85
	0	13,28	13,20	13,11	13,03	12,94	12,86	12,77	12,69	12,60	12,52
$t_B \geq 0$	0	13,28	13,37	13,46	13,54	13,63	13,72	13,81	13,90	13,98	14,07
	10	14,16	14,25	14,34	14,43	14,52	14,61	14,70	14,79	14,88	14,97
	20	15,06	15,15	15,25	15,34	15,44	15,53	15,62	15,72	15,81	15,91
	30	16,00	16,10	16,19	16,29	16,38	16,48	16,58	16,67	16,77	16,86
	40	16,96	17,06	17,16	17,26	17,36	17,46	17,55	17,65	17,75	17,85

**Bibliografie:**

- [1] СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.
- [2] CEN/TC 164 WG 2 N 0393:2006-11-09 Technical Report – Recommendations inside buildings conveying water for human consumption.
- [3] РД 34.09.255-97 Методические указания по определению тепловых потерь в водяных тепловых сетях.
- [4] СНИП 2.04.14-88 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов
- [5] МДС 41-7.2004 Методика оценки влияния влажности на эффективность теплоизоляции оборудования и трубопроводов.
- [6] МДС 41-4.2000 Методика определения количеств тепловой энергии и теплоносителя в водяных системах коммунального теплоснабжения (практическое пособие к Рекомендациям по организации учета тепловой энергии и теплоносителей на предприятиях, в учреждениях и организациях жилищно-коммунального хозяйства и бюджетной сферы). Москва 2000.
- [7] ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные

## Traducerea prezentului document normativ în limba rusă

### Начало перевода

#### 1 Область применения

**1.1** Требования настоящего свода правил распространяются на проектирование, строительство и эксплуатацию систем централизованного и децентрализованного коммунального горячего водоснабжения.

**1.2** Настоящий свод правил предназначен для теплоснабжающих предприятий (организаций) и собственников систем коммунального горячего водоснабжения независимо от их форм собственности.

**1.3** Результаты расчетов потерь тепловой энергии с потерями и неучтенными расходами горячей воды в коммунальной системе горячего водоснабжения применяются для разработки и последующего утверждения нормативов для определения и установления тарифов на услуги горячего водоснабжения для населения.

**1.4** Свод правил не предназначен для обоснования норм потерь тепловой энергии в системе коммунального горячего водоснабжения.

**1.5** Свод правил может быть применен:

- проектными организациями при разработке разделов «Энергоэффективность»;
- жилищными ассоциациями и кооперативами при составлении счетов – фактур;
- частными и физическими лицами при осуществлении платежей за потребленную тепловую энергию для подогрева холодной воды.

**1.6** Настоящий свод правил не распространяется на системы местного горячего водоснабжения, представляющие собой совокупность автономных водонагревательных аппаратов и устройств для распределения и разбора горячей воды.

#### 2 Нормативные ссылки

Перечень нормативных документов, на которые в тексте настоящего свода правил имеются ссылки.

NCM G.03.03:2015

Instalații interioare de alimentare cu apă și canalizare

NCM G.04.07:2014

Rețele termice

NCM G.04.08-2006<sup>3</sup>

Izolația termică a utilajului și a conductelor

---

<sup>3</sup> В процессе разработки

CP G.04.05-2006 <sup>4</sup>	Proiectarea izolației termice a utilajului și a conductelor
CP G.04.11-2013	«Методика расчета тепловых потерь, неучтенных расходов горячей воды, потерь горячей воды в системах коммунального горячего водоснабжения. Часть 1 Расчет потерь и неучтенных расходов горячей воды в системах коммунального горячего водоснабжения»
СНиП 2.01.01-82	Строительная климатология и геофизика.
СНиП 3.05.04-85	Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации.
SM SR EN 15316-1:2012	Системы отопления в зданиях. Методика расчета энергопотребления и энергоэффективности системы. Часть 1. Общие требования
SM SR EN 15316-3-1:2012	Instalații de încălzire în clădiri. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 3-1: Instalații de preparare a apei calde menajere, caracterizarea necesarului (cerințe referitoare la consum)
SM SR EN 15316-3-2:2011	Instalații de încălzire în clădiri. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 3-2: Instalații de preparare a apei calde menajere, distribuție.
SM SR EN 15316-3-3:2011	Instalații de încălzire în clădiri. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 3-3: Instalații de preparare a apei calde menajere, generare.

**Примечание** - При пользовании настоящим Сводом Правил целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национальных органов Республики Молдова по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим Сводом Правил следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем Своде Правил применены термины с соответствующими определениями:

#### 3.1

**горячая вода:** вода из водопроводной системы, соответствующая требованиям к питьевой воде, подогретая максимально до 70 °С, приготовленная в устройствах, предназначенных для этой цели.

#### 3.2

**потребитель тепловой энергии:** физическое лицо, проживающее в муниципальном жилом фонде и осуществляющее пользование тепловой энергией.

#### 3.3

**горячее водоснабжение (ГВС):** технологический процесс, обеспечивающий подогрев, транспортировку и подачу горячей воды.

---

<sup>4</sup> В процессе разработки

**3.4**

**централизованная система коммунального горячего водоснабжения (ЦСГВС):** совокупность трубопроводов и расположенных в индивидуальных или центральных тепловых пунктах устройств для нагрева и распределения горячей воды для нескольких зданий.

**3.5**

**децентрализованная система коммунального горячего водоснабжения (ДЦСГВС):** то же что и ЦСГВС, только предназначенная для нагрева и распределения горячей воды для одного здания;

**3.6**

**центральный тепловой пункт (ЦТП):** отдельно стоящее техническое здание, в котором размещена установка ГВС для приготовления горячей воды на хоз-бытовые нужды для группы жилых и общественных зданий.

**3.7**

**норматив потерь тепловой энергии в ЦСГВС:** величина потерь тепловой энергии в ЦСГВС, которая планируется и утверждается на последующий год вышестоящей организацией с целью утверждения (пересмотра) тарифа на оказание услуг населению по обеспечению горячей водой.

**3.8**

**неучтенные расходы горячей воды:** расходы горячей воды, неучтенные водосчетчиками потребителей из-за их нечувствительности к малым расходам;

**3.9**

**узел ввода в здание:** узел ввода трубопроводов ГВС в здание, в котором при отсутствии ИТП устанавливаются отсекающие задвижки и приборы учета тепловой энергии, теплоносителя и воды (отдельно на трубопроводах отопления и горячего водоснабжения)

**3.10**

**коммерческая потеря горячей воды:** горячая вода, которая забрана потребителями из системы коммунального горячего водоснабжения без разрешения теплоснабжающей организации и не будет ими оплачена.

**3.11**

**скрытые утечки горячей воды:** часть утечек горячей воды, не обнаруживаемых при внешнем осмотре сети ЦСГВС.

**3.12**

**теплопроводность:** процесс переноса теплоты путем непосредственного соприкосновения тел или частей тел, когда тело не перемещается в пространстве.

**3.13**

**температура:** степень нагрева и тепловое состояние тела.

**3.14**

**тепловой поток:** количество теплоты (Дж), проходящее в единицу времени (с) через произвольную изотермическую поверхность Дж/с (Вт).

**3.15**

**коэффициент теплопроводности:** тепловой поток, проходящий через один квадратный метр изотермической поверхности при температурном градиенте (К/м), равным единице.

**3.16**

**конвективный теплообмен:** совместный процесс переноса теплоты конвекцией и теплопроводностью.

**3.17**

**теплоотдача:** конвективный теплообмен между жидкостью и твердым телом.

**3.18**

**Коэффициент теплоотдачи:** количество теплоты (Дж), передаваемому от жидкости к твердой поверхности (или обратно) в единицу времени (с), через единицу поверхности ( $m^2$ ) при перепаде температур между стенкой и жидкостью в один градус, (K).

**3.19**

**теплопередача:** теплообмен между двумя жидкостями – теплоносителями, разделенными стенкой.

**3.20**

**коэффициент теплопередачи:** количество теплоты (Дж), передаваемой через единицу поверхности ( $m^2$ ), в единицу времени (с), при разности температур нагретой и холодной жидкостью в один градус.

**3.21**

**термическое сопротивление:** обратное значение коэффициента теплопередачи.

**3.22**

**общий коэффициент теплоотдачи:** количественная характеристика совокупного (суммарного или общего) теплового процесса, учитывающий совместное воздействие конвекции и теплопроводности, а также теплового излучения.

**3.23**

**теплоизоляционный материал:** материалы с низким значением коэффициента теплопроводности, менее  $0,23 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ , применяемые для тепловой изоляции.

**3.24**

**показатель энергетической эффективности:** абсолютный, удельный или относительный параметр потребления или потерь энергетических ресурсов для продукции любого назначения или технологического процесса.

**3.25**

**коэффициент полезного использования энергии:** отношение всей полезно используемой в хозяйстве (участке, энергоустановке и т.п.) энергии к суммарному количеству израсходованной энергии.

**3.26**

**коэффициент полезного действия:** отношение полезной энергии к подведенной; параметр, характеризующий совершенство процесса превращения, преобразования или передачи энергии.

**3.27**

**потеря энергии:** разность между количеством подведенной (первичной) и потребляемой (полезной) энергии.

## 4 Общие положения

**4.1** Свод правил определяет порядок расчета и форму отчетности при определении потерь тепловой энергии:

- с потерями и неучтенными расходами горячей воды в коммунальных системах горячего водоснабжения;
- через тепловую изоляцию трубопроводов и оборудования;
- при работе системы ГВС в режиме «отопления».

**4.2** Цель разработки - способы и приемы определения потерь тепловой энергии с потерями и неучтенными расходами горячей воды при ее транспортировании и распределении в централизованных и децентрализованных системах горячего водоснабжения.

**4.3** Объем потерь тепловой энергии с потерями и неучтенными расходами горячей воды определяется на основании данных, которые получены и обработаны в 1-й части настоящего свода Правил.

Объем потерь тепловой энергии должен определяться способами, объективность и достоверность которого может быть проверена на любом этапе его определения.

**4.4** Результатом применения настоящей части свода правил на теплоснабжающих предприятиях должны являться мероприятия, направленные на:

- сокращение потерь тепловой энергии с утечками горячей воды;
- снижение отказов в системе подачи и распределения горячей воды;
- снижение себестоимости горячей воды.

**4.5** Свод правил регламентирует структуру и порядок определения величины потерь тепловой энергии с неучтенными потерями и расходами горячей воды в системах подачи и распределения, в которых учет горячей воды ведется на основе средств измерений в соответствии с законодательством и Правилами пользования системами коммунального горячего водоснабжения в Республике Молдова.

**4.6** Качество горячей воды (санитарно-эпидемиологические показатели), поступающей в абонентские системы ГВС, должно соответствовать требованиям [1], а также рекомендациям [2].

**4.7** Расчет потерь тепловой энергии в системе ГВС следует выполнять на основании данных, полученных эксплуатационными службами теплоснабжающих организаций и предприятий, эксплуатирующих системы коммунального горячего водоснабжения.

**4.8** Расчет, составленный в соответствии с настоящим сводом правил, является основным доказательством наличия и размера потерь теплового и водного ресурса.

**4.9** Работы по расчету потерь тепловой энергии в системе ГВС должны проводиться специализированными лицензионными организациями, сертифицированными специалистами, а также специалистами теплоснабжающих организаций и поставщика услуги.

**4.10** Выявление потерь тепловой энергии с горячей водой и разработку мероприятий по их сокращению необходимо осуществлять на основе единого методического подхода, апробированного в регионах Республики Молдова и оформленного в соответствии с настоящим сводом правил.

**4.11** Все формулы и расчетные величины приводятся в системе единиц применительно к измерению теплотерь в килокалориях в час – *ккал/ч*.

При необходимости перевода результатов расчета в международную систему единиц в приложении А приведены соотношения между единицами физических величин в различных системах измерения.



## **5 Расчет потерь тепловой энергии с утечками и неучтенными расходами горячей воды**

### **5.1 Структура потерь тепловой энергии**

**5.1.1** Структура потерь тепловой энергии с утечками и неучтенными расходами горячей воды в ЦСГВС состоит из следующих групп потерь:

- e) потери с утечками горячей воды из наружных сетей:
  - через повреждения трубопроводов наружных сетей, при которых горячая вода выходит на поверхность земли (разрывы труб, разгерметизация и повреждение стыков труб, коррозионные повреждения труб);
  - при опорожнении трубопроводов для проведения ремонтных работ и замены устройств;
  - из скрытых утечек горячей воды из трубопроводов и сетевой арматуры;
- f) потери с неучтенными расходами горячей воды:
  - от недоучета горячей воды водосчетчиками потребителей из-за их нечувствительности к малым расходам воды, и из-за ухудшения метрологических характеристик водосчетчиков в процессе эксплуатации;
  - коммерческие.

**5.1.2** Структура потерь тепловой энергии с утечками и неучтенными расходами горячей воды в ДЦСГВС состоит из следующих групп потерь:

- a) потери с утечками горячей воды из внутридомовой системы ГВС:
  - через повреждения трубопроводов (разрывы труб, разгерметизация и повреждение стыков труб, коррозионные повреждения труб);
  - при опорожнении трубопроводов для проведения ремонтных работ и замены устройств;
  - из утечек горячей воды из запорной арматуры;
- b) потери с неучтенными расходами горячей воды:
  - от недоучета горячей воды водосчетчиками потребителей из-за их нечувствительности к малым расходам воды, и из-за ухудшения метрологических характеристик водосчетчиков в процессе эксплуатации;
  - коммерческие.

**5.1.3** Расчет потерь тепловой энергии должен производиться на основании достоверных исходных данных соответствующих служб организации.

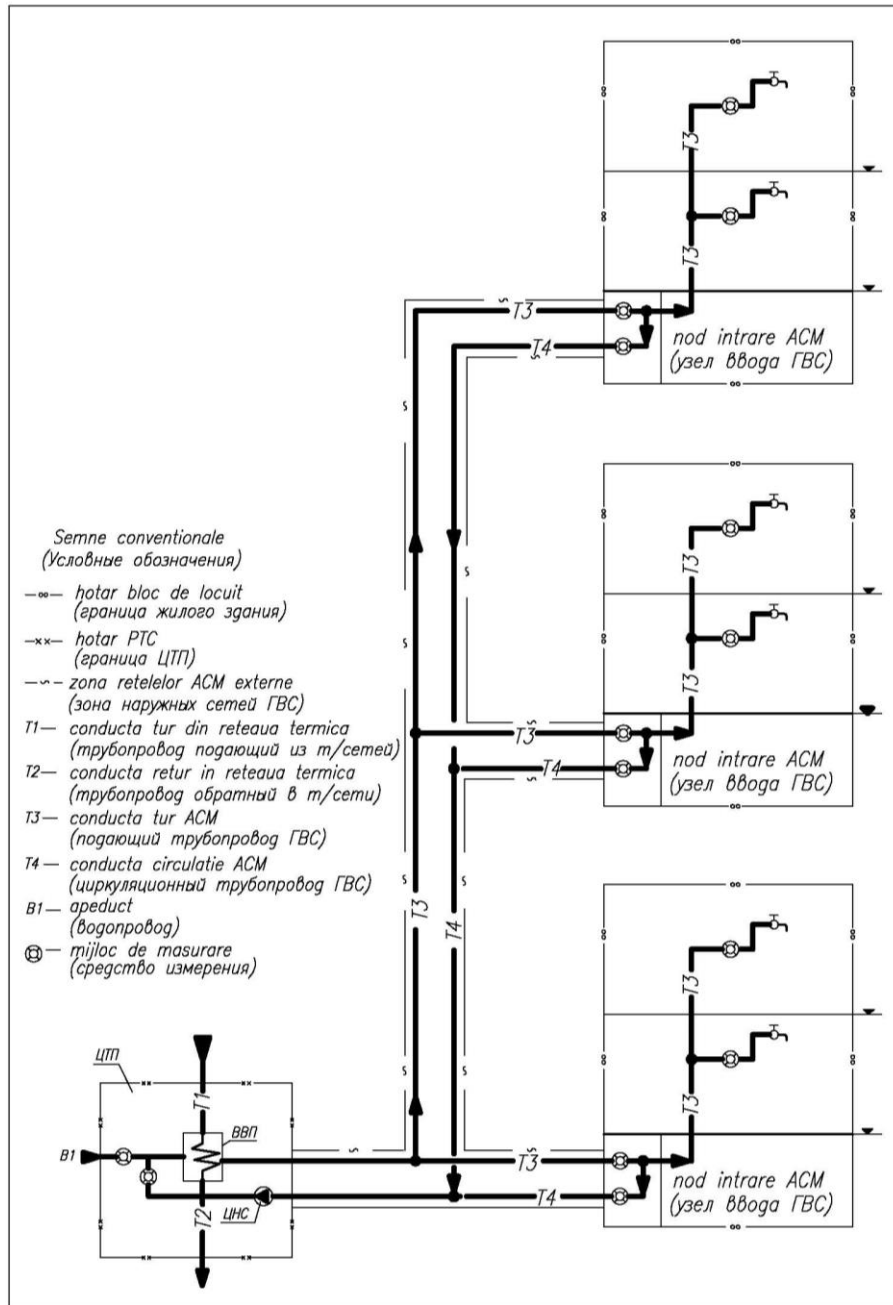
**5.1.4** Обязательный перечень исходных данных:

- c) повреждения трубопроводов наружных сетей:
  - средняя площадь отверстия, трещины или пролома в трубах;
  - скорость выхода горячей воды из отверстия, трещины или пролома в трубах;

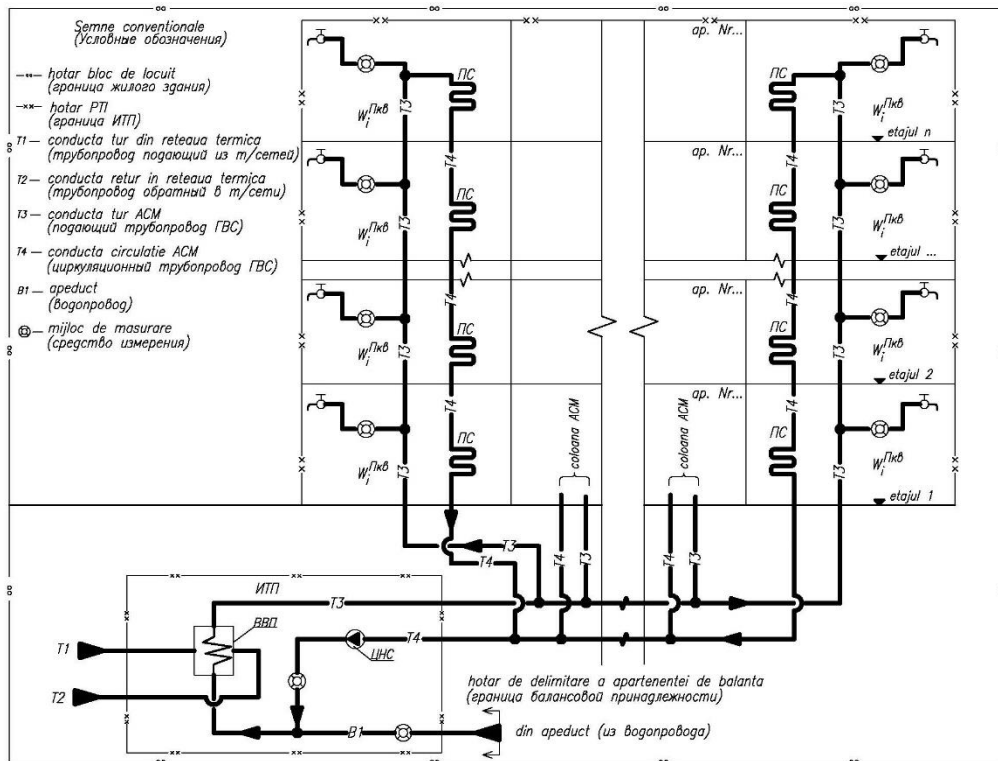
- время от момента обнаружения утечки до начала ремонтных работ;
- количество выполненных ремонтно-восстановительных работ по ликвидации утечек за год;
- диаметр поврежденного трубопровода;
- d) опорожнение трубопроводов для проведения ремонтных работ и замены устройств:
  - удельная средняя длина опорожняемого участка трубопровода;
  - диаметр опорожняемого участка трубопровода;
  - длина опорожняемого участка трубопровода;
  - среднее количество произведенных ремонтов на 1 км сетевых трубопроводов ЦСГВС;
- c) скрытые утечки горячей воды из трубопроводов;
- d) неучтенные расходы горячей воды водосчетчиками:
  - количество установленных водосчетчиков;
  - типы установленных водосчетчиков;
  - годовая продолжительность работы установленных водосчетчиков;
- e) коммерческие потери.

**5.1.5** Исходные данные должны быть представлены в табличной форме (приложение А, часть 1 СР G.04.11).

Балансовая схема централизованной системы коммунального горячего водоснабжения представлена на рис. 1, балансовая схема децентрализованной системы коммунального горячего водоснабжения – на рис. 2.



**Рис. 1. Централизованная система горячего водоснабжения**  
ВВП – водоводяной подогреватель,  
ЦНС – циркуляционный насос.



**Рис. 2. - Децентрализованная система горячего водоснабжения**  
 ВВП – водоводяной подогреватель,  
 ЦНС – циркуляционный насос.

## 5.2 Расчет потерь тепловой энергии

5.2.1 Количество тепловой энергии, необходимое для нагрева холодной воды до требуемой температуры, следует определять по формуле

$$Q^{ACM} = W_i \rho_t c_t (t_{ac} - t_{ar}), 10^{-6}, \text{ Gcal} \quad (5.1)$$

где:

$W_i$  - объем холодной воды, м<sup>3</sup>;

$\rho_t$  - плотность воды при заданной температуре, кг/м<sup>3</sup> при  $t_{20}$  ;

$c_t$  - теплоемкость воды при заданной температуре, ккал/(кг °С);

$t_{ac}$  - температура горячей воды на выходе из источника подогрева воды;

$t_{ar}$  - температура холодной воды, поступающая в источник подогрева воды.

5.2.2 Объем потерь тепловой энергии с утечками и неучтенными расходами горячей воды следует определять по формуле:

$$Q_{pierd.sc}^{ACM} = \sum_{i=1}^n W_{sc.i} \rho_t c_t (t_{ac} - t_{m.an.ar}), 10^{-6}, \text{ Гкал/год} \quad (5.2)$$

где:

$\sum_{i=1}^n W_{sc.i}$  - сумма всех годовых объемов потерь

и утечек горячей воды, м<sup>3</sup>;

$\rho_t$  - плотность воды при заданной температуре, кг/м<sup>3</sup> при  $t_{26}$ ;

$c_t$  - теплоемкость воды при заданной температуре, ккал/(кг °С);

$t_{ac}$  - температура горячей воды на выходе из источника подогрева воды, °С;

$t_{m.an.ar}$  - среднегодовая температура холодной воды на входе в источник подогрева воды, °С.

**5.2.3** Годовые объемы потерь и утечек горячей воды в ЦСГВС следует определять согласно методике, представленной в части 1 CP G.04.11.

**5.2.4** Плотность и теплоемкость горячей воды при температуре на выходе из источника подогрева следует принимать по термодинамическим таблицам свойств воды и пара.

**5.2.5** Температуру горячей воды на выходе из источника подогрева воды следует принимать в соответствии с SM SR EN 15316-3-1.

В связи с санитарными требованиями по предотвращению развития бактерии Legionella температура горячей воды должна быть не менее 55 °С и не должна превышать 60 °С.

**5.2.6** Среднегодовая температура холодной воды на входе в источник подогрева воды следует принимать по официальным данным водоснабжающих организаций соответствующих регионов РМ.

**5.2.7** При отсутствии официальных данных среднегодовую температуру холодной воды допускается определять по формуле:

$$t_{m.ar} = \frac{t_{ar}^{inc} n^{inc} + t_{ar}^{tranz} (n - n^{rep} - n^{inc})}{n - n^{rep}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5.3)$$

где:

$t_{ar}^{inc}$  - температура холодной воды в водопроводной сети в отопительный период, принимается равной 5 °С;

$t_{ar}^{tranz}$  - температура холодной воды в водопроводной сети в неоперительный период, принимается равной 15 °С;

$n$  - количество дней в году (принимается равным 365 или 366), сутки;

$n^{inc}$  - продолжительность отопительного периода, сутки;

$n^{rep}$  - продолжительность ремонтного периода в системе теплоснабжения (перерыв в функционировании систем горячего водоснабжения), сутки.

**5.2.8** Результаты расчетов потерь тепловой энергии с утечками и неучтенными расходами горячей воды должны быть сведены в таблицу и оформлены в соответствии с формой, представленной в приложении А части 1 CP G.04.11.

**5.2.9** Пример расчета потерь тепловой энергии с утечками и неучтенными расходами горячей воды представлен в приложении В.

**5.2.10** Потери тепловой энергии с утечками и неучтенными расходами горячей воды в ДЦСГВС рассчитываются аналогично методике расчета потерь в ЦСГВС.

## **6 Расчет потерь тепловой энергии через теплоизоляционные конструкции трубопроводов**

### **6.1 Основные положения**

**6.1.1** Снижение потерь тепловой энергии системой ГВС достигается путем нанесения слоя тепловой изоляции.

**6.1.2** К теплоизоляционным материалам относятся материалы, у которых коэффициент теплопроводности при температуре +50...100 °С меньше 0,23 Вт/(м·К).

**6.1.3** Конструкции тепловой изоляции трубопроводов и оборудования должны отвечать следующим требованиям:

- энергоэффективности – иметь оптимальное соотношение между стоимостью теплоизоляционной конструкции и стоимостью тепловых потерь через изоляцию в течение расчетного срока эксплуатации;
- эксплуатационной надежности и долговечности – выдерживать без снижения теплозащитных свойств и разрушения эксплуатационные температурные, механические, химические и другие воздействия в течение расчетного срока эксплуатации;
- безопасности для окружающей среды и обслуживающего персонала при эксплуатации и утилизации.

**6.1.4** Материалы, используемые в теплоизоляционных конструкциях, не должны выделять в процессе эксплуатации вредные, пожароопасные и взрывоопасные, неприятно пахнущие вещества, а также болезнетворные бактерии, вирусы и грибки, в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации, установленные в санитарных нормах.

**6.1.5** Выбор теплоизоляционного материала для конкретной конструкции осуществляется в соответствии с NCM G.04.08 и CP G.04.05, а также на основании технических требований, изложенных в технических условиях заводов изготовителей.

### **6.2 Основные правила выбора тепловой изоляции**

**6.2.1** При расчете тепловой изоляции коэффициент теплопроводности  $\lambda_{из}$  следует определять по температуре, которая является среднearифметической из температур на граничных поверхностях изоляционного слоя по формуле:

$$\lambda_{iz} = \lambda_0 + bt_m = \lambda_0 + b \frac{(t_{iz}^{int} + t_{iz}^e)}{2} \quad (6.2.1)$$

где:

$\lambda_0$  - теплопроводность при 0 °С, Вт/(м·°С);

$b$  - температурный коэффициент;

$t_m$  - средняя температура изоляционного слоя, °С;

$t_{iz}^{int}$  - температура внутренней поверхности изоляционного слоя, °С;

$t_{iz}^e$  - температура наружной поверхности изоляционного слоя, °С;

**6.2.2** Теплоизоляционные изделия из уплотняющихся материалов до установки на изолируемую поверхность следует уплотнять до средней плотности, обеспечивающей стабильность теплоизоляционного слоя во времени и наибольший теплоизоляционный эффект изоляционной конструкции.

**6.2.3** При необходимости определения теплового потока с изолированных участков оборудования и трубопроводов используют формулы

с) для плоской стенки

$$q = \frac{(t_c - t_e)}{R_e} = \alpha_e (t_c - t_e) \quad (6.2.2)$$

д) для цилиндрической стенки

$$q_l = \frac{(t_c - t_e)}{R_l^e} = \alpha_e \pi d_c (t_c - t_e) \quad (6.2.3)$$

где:

$t_c$  – температура наружной поверхности изоляционной конструкции, °С;

$t_e$  – температура окружающего воздуха, °С;

$R_l^e$  - сопротивление теплотдачи от изоляционной конструкции в окружающий воздух, (м<sup>2</sup>·°С)/Вт;

$d_c$  – наружный диаметр изоляционной конструкции, м.

$\alpha_e$  – коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляционной конструкции в окружающий воздух, Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

### 6.3 Определение нормативных значений потерь тепловой энергии

**6.3.1** Определение нормативных значений часовых тепловых потерь, Гкал/ч, для среднегодовых (среднесезонных) условий эксплуатации трубопроводов сетей ГВС производится по формуле:

$$Q_{norm.an} = \Sigma(q_{norm} L \beta) \cdot 10^{-6} \quad (6.3.1)$$

где:

$q_{norm}$  – удельные часовые тепловые потери трубопроводами каждого диаметра, определенные пересчетом табличных значений норм удельных часовых тепловых потерь на среднегодовые (среднесезонные) условия эксплуатации, ккал/(ч·м);

$L$  – длина участка трубопроводов сети ГВС м;

$\beta$  - коэффициент местных тепловых потерь, учитывающий тепловые потери запорной и другой арматурой, компенсаторами и опорами (принимается 1,2 при диаметре трубопроводов до 150 мм и 1,15 – при диаметре 150 мм и более, а также при всех диаметрах трубопроводов бесканальной прокладки, независимо от года проектирования).

**6.3.2** Значения нормативных часовых тепловых потерь, Гкал/ч, участков трубопроводов сети ГВС, аналогичных участкам трубопроводов, подвергавшихся испытаниям на тепловые потери, по типу прокладки, виду изоляционных конструкций и условиям эксплуатации, определяются для трубопроводов подземной и надземной прокладки отдельно по формуле, аналогичной формуле:

$$Q_{norm.an} = \Sigma(k_c q_{norm} L \beta) \cdot 10^{-6} \quad (6.3.2)$$

где:

$k_c$  – поправочный коэффициент для определения нормативных часовых тепловых потерь, полученный по результатам испытаний на тепловые потери.

**6.3.3** Значения поправочного коэффициента  $k_c$  определяются по формуле:

$$k_c = \frac{Q_{an.incert}}{Q_{an.norm}} \quad (6.3.3)$$

где:

$Q_{an.incert}$  и  $Q_{an.norm}$  – тепловые потери, определенные в результате испытаний на тепловые потери, пересчитанные на среднегодовые условия эксплуатации каждого испытанного участка трубопроводов сети ГВС, и потери, определенные по нормам для тех же участков, Гкал/ч.

**6.3.4** Значения тепловых потерь трубопроводами сетей ГВС за год, Гкал, определяются на основании значений часовых тепловых потерь при среднегодовых (среднесезонных) условиях эксплуатации.

**6.3.5** Расчет ожидаемых значений показателя «тепловые потери» на период регулирования при планируемых изменениях материальной характеристики сетей ГВС теплоснабжающей организации, а также среднегодовых значений температуры горячей воды и окружающей среды (наружного воздуха или грунта при изменении глубины заложения теплопроводов) на предстоящий период регулирования в размерах рекомендуется производить раздельно по видам



тепловых потерь (через теплоизоляционные конструкции и с потерями горячей воды). При этом планируемые тепловые потери через теплоизоляционные конструкции трубопроводов сетей ГВС определяются отдельно для надземной и подземной прокладки.

**6.3.6** Расчет ожидаемых на период регулирования среднегодовых тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции сетей ГВС осуществляется по формулам:

с) для участков подземной прокладки:

$$Q_{pt.subt}^{plan} = Q_{pt.subt}^{norm} \frac{\sum M_{subt}^{plan} \left( \frac{t_{tur.m.an}^{plan} + t_{c.m.an}^{plan}}{2} - t_{sol.m.an}^{plan} \right)}{\sum M_{subt}^{norm} \left( \frac{t_{tur.m.an}^{norm} + t_{c.m.an}^{norm}}{2} - t_{sol.m.an}^{norm} \right)} \quad (6.3.3)$$

где:

$Q_{pt.subt}^{plan}$  - ожидаемые на период регулирования среднегодовые тепловые потери через изоляцию по участкам подземной прокладки, Гкал/ч;

$Q_{pt.subt}^{norm}$  - нормативные (в соответствии с энергетическими характеристиками) среднегодовые тепловые потери через изоляцию по участкам подземной прокладки, Гкал/ч;

$\sum M_{subt}^{plan}$  - ожидаемая на период регулирования суммарная материальная характеристика участков сетей ГВС подземной прокладки, м<sup>2</sup>;

$\sum M_{subt}^{norm}$  - суммарная материальная характеристика участков сетей ГВС подземной прокладки на момент разработки энергетических характеристик, м<sup>2</sup>;

$t_{tur.m.an}^{plan}$ ,  $t_{c.m.an}^{plan}$ ,  $t_{sol.m.an}^{plan}$  - ожидаемые на период регулирования среднегодовые температуры горячей воды в подающих и циркуляционных трубопроводах и грунта на средней глубине заложения теплопроводов, °С;

$t_{tur.m.an}^{norm}$ ,  $t_{c.m.an}^{norm}$ ,  $t_{sol.m.an}^{norm}$  - среднегодовые температуры горячей воды в подающих и циркуляционных трубопроводах и грунта на средней глубине заложения теплопроводов, принятые при разработке энергетических характеристик, °С;

d) для участков надземной прокладки:

(раздельно по подающим и циркуляционным трубопроводам)

$$Q_{pt.supr}^{plan} = Q_{pt.supr}^{norm} \frac{\sum M_{supr}^{plan} \left( \frac{t_{tur.m.an}^{plan} + t_{c.m.an}^{plan}}{2} - t_{a.e.med.an}^{plan} \right)}{\sum M_{supr}^{norm} \left( \frac{t_{tur.m.an}^{norm} + t_{c.m.an}^{norm}}{2} - t_{a.e.med.an}^{norm} \right)} \quad (6.3.4)$$

где:

$Q_{pt.supr}^{plan}$  - ожидаемые на период регулирования среднегодовые тепловые потери через изоляцию по участкам надземной прокладки суммарно по подающим и циркуляционным трубопроводам, Гкал/ч;

$Q_{pt.supr}^{norm}$  - нормативные (в соответствии с энергетическими характеристиками) среднегодовые тепловые потери через изоляцию по участкам надземной прокладки суммарно по подающим и циркуляционным трубопроводам, Гкал/ч;

$\sum M_{supr}^{plan}$  - ожидаемая на период регулирования суммарная материальная характеристика участков сетей ГВС надземной прокладки, м<sup>2</sup>;

$\sum M_{supr}^{norm}$  - суммарная материальная характеристика участков сетей ГВС надземной прокладки на момент разработки энергетической характеристики, м<sup>2</sup>;

$t_{ur.m.an}^{plan}$  - ожидаемая на период регулирования среднегодовая температура наружного воздуха, °С;

$t_{a.e.med.an}^{norm}$  - среднегодовая температура наружного воздуха, принятая при составлении энергетических характеристик, °С.

**6.3.7** Ожидаемые на период регулирования суммарные среднегодовые тепловые потери, Гкал/ч, определяются по формуле:

$$Q_{pt}^{plan} = Q_{pt.subt}^{plan} + Q_{pt.supr}^{plan} + Q_{pt.pr}^{plan} \quad (6.3.5)$$

**6.3.8** Нормируемые значения тепловых потерь трубопроводами сетей ГВС следует принимать согласно [3].

Для трубопроводов, запроектированных до 1990 г., следует использовать нормативные значения, приведенные в Методических указаниях, после 1990 г. – нормативные значения, приведенные в NCM G.04.08.

**6.3.9** Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность объектов следует принимать:

с) для оборудования и трубопроводов, расположенных:

- на открытом воздухе – по таблицам 2 и 3 СР G.04.05;
- в помещении – по таблицам 4 и 5 СР G.04.05

d) при прокладке в непроходных каналах для трубопроводов двухтрубных сетей ГВС – по таблицам 8 и 9 СР G.04.05;

**6.3.10** Расчетные формулы стационарной теплопередачи в теплоизоляционных конструкциях и расчеты тепловой изоляции оборудования и трубопроводов приведены в приложении С СР G.04.05.

## 6.4 Тепловые потери трубопроводами

Тепловые потери трубопроводами системы горячего водоснабжения могут быть определены по формуле:

$$Q_{p.c} = \left[ \frac{\sum K_i d_i l_i (t_{in} - t_{sf})}{2} - t_{m.amb} \right] \quad (6.3.6)$$

где:

$K_i$  – коэффициент теплопередачи участка неизолированного трубопровода, ккал/м<sup>2</sup> ч °С; можно принимать  $K_i = 10$  ккал/м<sup>2</sup> ч °С;

$d_i$  и  $l_i$  – диаметр трубопровода на участке и его длина, м;

$t_{in}$  и  $t_{sf}$  – температура горячей воды в начале и конце расчетного участка трубопровода, °С;

$t_{m.amb}$  – температура окружающей среды, °С; принимать по виду прокладки трубопроводов:

- в бороздах, вертикальных каналах, коммуникационных шахтах сантехкабин  $t_{m.amb} = 23$  °С;
- в ванных комнатах  $t_{m.amb} = 25$  °С;
- в кухнях и туалетах  $t_{m.amb} = 21$  °С;
- на лестничных клетках  $t_{m.amb} = 16$  °С;
- в каналах подземной прокладки наружной сети горячего водоснабжения  $t_{m.amb} = t_{al.c}$ ;
- в тоннелях  $t_{m.amb} = 40$  °С;
- в неотапливаемых подвалах  $t_{m.amb} = 5$  °С;
- на чердаках  $t_{m.amb} = 9$  °С (при средней температуре наружного воздуха самого холодного месяца отопительного периода  $t_e = -3,5$  °С);

$\eta$  - коэффициент полезного действия тепловой изоляции трубопроводов; принимается для трубопроводов диаметром до 32 мм,  $\eta = 0,6$ ; 40-70 мм,  $\eta = 0,74$ ; 80-200 мм,  $\eta = 0,81$ .

В приложении приведены удельные тепловые потери трубопроводов систем горячего водоснабжения: по месту и способу прокладки; по перепаду температуры

При отсутствии исходной информации, необходимой для расчета тепловых потерь трубопроводами горячего водоснабжения, тепловые потери, Гкал/ч, можно определять, применяя специальный коэффициент  $K_{p.t}$ , учитывающий тепловые потери этих трубопроводов, по выражению:

$$Q_{p.t} = Q_{hm} K_{p.t} \quad (6.3.7)$$

Тепловой поток на горячее водоснабжение с учетом тепловых потерь можно определить из выражения:

$$Q_c = Q_{hm} (1 + K_{p.t}) \quad (6.3.8)$$

Для определения значений коэффициента  $K_{p.t}$  можно пользоваться таблицей 7.

**Таблица 7. Коэффициент, учитывающий тепловые потери трубопроводами систем горячего водоснабжения**

Система горячего водоснабжения	Коэффициент, учитывающий тепловые потери трубопроводами систем горячего водоснабжения	
	с наружной сетью горячего водоснабжения	без наружной сети горячего водоснабжения
с изолированными стояками		
с полотенцесушителями	0,25	0,2
без полотенцесушителей	0,15	0,1
с неизолированными стояками		
с полотенцесушителями	0,35	0,3
без полотенцесушителей	0,25	0,2

## 7 Расчет потерь тепловой энергии через теплоизоляционные конструкции оборудования

7.1 Расчет потерь тепловой энергии с излучением в окружающую среду от наружной поверхности оборудования теплового пункта следует выполнять по зависимостям и формулам для много-слойной (или однослойной) стенки, излучающей поток тепловой энергии.

7.2 Количество тепловой энергии, проходящей через плоскую стенку, вычисляется по выражению

$$\Delta Q_{m.amb} = k \cdot (t_{int}^{ob} - t_{m.amb}) \cdot F \cdot \tau \cdot 10^{-6} \quad (7.1)$$

где:

$\Delta Q_{m.amb}$  - потери тепла в окружающую среду в течение расчетного периода, Гкал;

$k$  - коэффициент теплопередачи, ккал/(м<sup>2</sup> ч °С);

$t_{int}^{ob}$  - средняя температура внутри объекта, °С;

$t_{m.amb}$  - средняя температура окружающей среды (внутри помещения теплового пункта), °С;

$F$  - площадь поверхности стенки, м<sup>2</sup>;

$\tau$  - продолжительность работы оборудования в течение расчетного периода, час.

7.3 Количество тепловой энергии, проходящей через цилиндрическую стенку, вычисляется по выражению

$$\Delta Q_{m.amb} = k \cdot (t_{int}^{ob} - t_{m.amb}) \cdot L \cdot \pi \cdot \tau \cdot 10^{-6} \quad (7.2)$$

где:

$k$  - коэффициент теплопередачи, ккал/(м ч °С);

$L$  - длина (высота) стенки, м;

7.3 Коэффициент теплопередачи плоской многослойной стенки рассчитывается по выражению:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_1^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (7.3)$$

**7.4** Коэффициент теплопередачи цилиндрической многослойной стенки рассчитывается по выражению:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 \cdot D_1} + \sum_1^n \left( \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{D_{i+1}}{D_i} \right) + \frac{1}{\alpha_2 \cdot D_2}} \quad (7.4)$$

где:

$\alpha_1$  - коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхности стенки, ккал/(м<sup>2</sup> ч °С), ккал/(м ч °С);

$D_i$  - диаметр  $i$ -слоя цилиндрической стенки, м;

$\delta_i$  - толщина  $i$ -слоя плоской стенки, м;

$\lambda_i$  - коэффициент теплопроводности  $i$ -слоя стенки, ккал/(м ч °С);

$\alpha_2$  - коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности стенки, ккал/(м<sup>2</sup> ч °С), ккал/(м ч °С);

**7.5** Коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности стенки:

$$\alpha_2 = \alpha_{conv} + \alpha_{rad} \quad (7.5)$$

$\alpha_{conv}$  - коэффициент теплоотдачи конвекцией, ккал/(м<sup>2</sup> ч °С);

$\alpha_{rad}$  - коэффициент теплоотдачи излучением, ккал/(м<sup>2</sup> ч °С).

**7.6** Коэффициент теплоотдачи конвекцией  $\alpha_k$  рассчитывается по формуле:

$$\alpha_{conv} = \frac{Nu \cdot \lambda}{L_{det}} \quad (7.6)$$

$Nu$  - критерий Нуссельта;

$\lambda$  - коэффициент теплопроводности окружающей среды (воздуха), ккал/(м ч °С);

$L_{det}$  - определяющий размер, м.

Для объектов, расположенных внутри помещения критерий Нуссельта определяется по формуле теплообмена в условиях естественной конвекции:

$$Nu = c \cdot (Gr \cdot Pr_{m.amb})^n \cdot \left( \frac{Pr_{m.amb}}{Pr_{per}} \right)^{0,25} \quad (7.7)$$

$Gr$  – критерий Грасгоффа;

$Pr_{per}$  – критерий Прандтля воздуха при температуре наружной поверхности стенки;

$c, n$  – постоянные коэффициенты, значение которых принимается в зависимости от формы и ориентации стенки объекта:

- плоская и вертикальная цилиндрическая стенка:
  - при  $Gr \cdot Pr_{m.amb} < 500$   $c = 1,18; n = 0,125;$
  - при  $500 < Gr \cdot Pr_{m.amb} < 500 < 2 \cdot 10^7$   $c = 0,54; n = 0,25;$
  - при  $Gr \cdot Pr_{m.amb} > 2 \cdot 10^7$   $c = 0,135; n = 0,33;$
- горизонтальная цилиндрическая стенка:
  - $c = 0,51; n = 0,25.$

Критерий Грасгоффа рассчитывается по выражению:

$$Gr = g \cdot \frac{\beta \cdot \Delta t \cdot L_{det}^3}{\nu^2} \quad (7.8)$$

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – ускорение свободного падения;

$\beta$  – коэффициент объемного расширения

$$\beta = \frac{1}{t_{m.amb} + 273} \quad (7.9)$$

$\Delta t$  - температурный напор, °С

$$\Delta t = t_{per} - t_{m.amb} \quad (7.10)$$

$t_{per}$  – температура на наружной поверхности стенки объекта, °С;

$\nu$  - коэффициент кинематической вязкости воздуха, м<sup>2</sup>/с.

Определяющий размер  $L_{det}$  принимается в зависимости от формы и ориентации стенки объекта с учетом условий теплообмена.

Форма и ориентация стенки	Условия теплообмена	Определяющий размер $L_{det}$
Цилиндрическая горизонтальная стенка	Естественная конвекция	диаметр
	Принудительная конвекция	диаметр
Цилиндрическая вертикальная стенка	Естественная конвекция	высота
	Принудительная конвекция	диаметр
Плоская горизонтальная стенка	Естественная конвекция	ширина

	Принудительная конвекция	длина
Плоская вертикальная стенка	Естественная конвекция	высота
	Принудительная конвекция	длина

Коэффициент теплоотдачи излучением рассчитывается по формуле

$$\alpha_{rad} = C_n \frac{\left(\frac{t_{per} + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{t_{m.amb} + 273}{100}\right)^4}{t_{per} - t_{m.amb}} \quad (7.11)$$

где  $C_n$  – коэффициент излучения наружной поверхности стенки, ккал/(м ч °С).

Формулы (1) – (11) применяются для расчета тепловых потерь объектов, расположенных в помещении.

Потери тепла в окружающую среду от оборудования, расположенного в помещении, допускается определять по формуле:

$$\Delta Q_{m.amb} = q_n \cdot F \cdot \frac{t_{int}^{ob} - t_{m.amb}}{t_{int}^{ob} - 5} \quad (7.12)$$

где:

$q_n$  - нормы плотности теплового потока, ккал/(м<sup>2</sup>·ч), через изолированную поверхность оборудования с положительными температурами при расположении в помещении и числе часов работы более 5000, следует принимать по таблице 4 СР G.04.05. При выборе нормы плотности теплового потока следует учитывать год ввода объекта в эксплуатацию;

$t_{int}^{ob}$  - средняя температура внутри объекта, °С;

$t_{m.amb}$  - средняя температура окружающей среды (внутри помещения теплового пункта), °С;

$F$  - площадь поверхности стенки, м<sup>2</sup>.

Норма плотности теплового потока принимается по справочным таблицам СНИП.

**Апеха А**

(обязательное)

**Общие сведения о единицах измерения физических величин,  
примененных в Методике**

В соответствии со сложившейся практикой в муниципалитетах измерения количества теплоты в кал (Гкал) все формулы и расчетные величины приводятся не в международной системе единиц, а применительно к измерению теплотопотерь в килокалориях в час – ккал/ч.

Ниже в таблице приведены соотношения между единицами физических величин в различных системах измерения согласно SM SR EN 15316-1.

<b>МОЩНОСТЬ</b>						
Единица	1 кВт	1 МВт	1 ккал/ч	1 Гкал/ч		
1 кВт	1	$10^{-3}$	860	$0,86 \cdot 10^{-3}$		
1 МВт	$10^3$	1	$860 \cdot 10^3$	0,86		
1 ккал/ч	$1,163 \cdot 10^{-3}$	$1,163 \cdot 10^{-6}$	1	$10^{-6}$		
1 Гкал/ч	$1,163 \cdot 10^3$	1,163	$10^6$	1		
<b>ДАВЛЕНИЕ</b>						
Единица	1 кгс/м <sup>2</sup>	1 кгс/см <sup>2</sup>	1 ат	1 Па	1 бар	
1 кгс/м <sup>2</sup>	1	$10^{-4}$	$1,02 \cdot 10^{-4}$	9,81	$9,81 \cdot 10^{-5}$	
1 кгс/см <sup>2</sup>	$10^4$	1	1	0,981	0,968	
1 ат	$10^4$	1	1	$1,01 \cdot 10^{-5}$	1,01	
1 Па	0,802	$9,81 \cdot 10^4$	$9,87 \cdot 10^{-6}$	1	$10^{-5}$	
1 бар	$1,02 \cdot 10^4$	1,02	0,987	$10^5$	1	
<b>КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ</b>						
Единица	1 кал	1 ккал	1 Гкал	1 Дж	1 кДж	1 ГДж
1 кал	1	$10^3$	$10^{-9}$	4,187	$4,187 \cdot 10^{-3}$	$4,187 \cdot 10^{-9}$
1 ккал	$10^3$	1	$10^{-6}$	$4,187 \cdot 10^3$	4,187	$4,187 \cdot 10^{-6}$
1 Гкал	$10^9$	$10^6$	1	$4,187 \cdot 10^9$	$4,187 \cdot 10^6$	4,187
1 Дж	0,239	$0,239 \cdot 10^{-3}$	$0,239 \cdot 10^{-9}$	1	$10^{-3}$	$10^{-9}$
1 кДж	$0,239 \cdot 10^{-3}$	0,239	$0,239 \cdot 10^{-6}$	$10^3$	1	$10^{-6}$
1 ГДж	$0,239 \cdot 10^{-9}$	$0,239 \cdot 10^{-6}$	0,239	$10^9$	10	1



## Анеха В

(справочное)

### Пример расчета потерь тепловой энергии с утечками и неучтенными расходами горячей воды

В качестве примера для расчета потерь тепловой энергии с утечками и неучтенными расходами горячей воды приняты данные за 2013 год, полученные от службы ЦСГВС сектора Ботаника г. Кишинева.

#### 1. Исходные данные

1.1 Годовой объем потерь и неучтенных расходов горячей воды -  $W_{pierd+c.n}^{an} = 80807,93 \text{ м}^3/\text{год}$ , в т.ч.:

- f) потери через повреждения трубопроводов –  $W_1 = 2262,97 \text{ м}^3$ ;
- g) потери при опорожнении трубопроводов (ремонтные работы) –  $W_2 = 110,92 \text{ м}^3$ ;
- h) скрытые утечки из системы ЦСГВС и сетевой арматуры –  $W_3 = 14071,73 \text{ м}^3$ ;
- i) недоучет счетчиками потребителей из-за их чувствительности –  $W_4 = 47222,18 \text{ м}^3$ ;
- j) коммерческие потери –  $W_5 = 17140,13 \text{ м}^3$ .

1.2 Годовой объем горячей воды, поданной в ЦСГВС потребителям -  $G_{ACM}^{an} = 1714013 \text{ м}^3/\text{год}$ .

1.3 Среднегодовая температура холодной воды, поступающей в системы ГВС потребителей, по данным S.A "APĂ-CANAL CHIȘINĂU" за 2013 год составляет  $12,22 \text{ °C}$ .

1.4 Температура горячей воды в системе ГВС потребителя (на границе узла ввода в здание сетей ГВС) составляет  $60 \text{ °C}$ .

#### 2 Расчет потерь тепловой энергии

2.1 Количество тепловой энергии, необходимое для нагрева холодной воды до требуемой температуры, определяется по формуле:

$$Q^{ACM} = G_{ar}^{an} \rho_t c_t (t_{ac} - t_{m.an.ar}) \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал/год} \quad (\text{B.1})$$

где

$G_{ACM}^{an} = G_{ar}^{an}$  - годовой объем холодной воды,  $\text{м}^3$ ;

$\rho_t$  - объемный вес воды,  $\text{кг/м}^3$  при  $t_{2g}$ ;

$c_t$  - теплоемкость воды,  $\text{ккал}/(\text{кг } \text{°C})$ ;

$t_{ac}$  - температура горячей воды на выходе из источника подогрева воды,  $\text{°C}$ ;

$t_{m.an.ar}$  - среднегодовая температура холодной воды, поступающая в источник подогрева воды, °С.

**2.2** Количество тепловой энергии, теряемой системой ГВС с утечками и неучтенными расходами горячей воды, определяется по формуле:

$$Q_{\text{pierd.sc}}^{ACM} = \sum_{i=1}^n W_{\text{sc.i}} \rho_t c_t (t_{ac} - t_{m.an.ar}) \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал/год} \quad (\text{B.2})$$

где:

$\sum_{i=1}^n W_{\text{sc.i}}$  - сумма всех видов потерь и утечек горячей воды, равно:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n W_{\text{sc.i}} &= W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 = \\ &= 2262,97 + 110,92 + 14071,73 + 47222,18 + 17140,13 = 80807,93 \text{ м}^3/\text{год} \end{aligned}$$

$\rho_t$  - объемный вес воды, кг/м<sup>3</sup>, принимается равным 983,24 кг/м<sup>3</sup> при  $t_{zg} = 60$  °С;

$c_t$  - теплоемкость воды, ккал/(кг °С), принимается равной 1,0 ккал/(кгс °С);

$t_{ac}$  - температура горячей воды на выходе из источника подогрева воды – 60 °С;

$t_{m.an.ar}$  - среднегодовая температура холодной воды, поступающая в источник подогрева воды – 12,22 °С.

Следовательно, годовые потери тепловой энергии с утечками и неучтенными расходами горячей воды в ЦСГВС сектора Ботаника составит:

$$Q_{\text{pierd.sc}}^{ACM} = 80807,93 \times 983,24 \times 1 \times (60 - 12,22) \times 10^{-6} = 3796,29 \text{ Гкал/год}$$

**Примечание:** Расчет проводился в соответствии CP G.04.11 часть 1.

**Анеха С**  
(справочное)

**Удельные тепловые потери трубопроводами ГВС**

**Таблица 1. Удельные тепловые потери трубопроводов систем горячего водоснабжения (по месту и способу прокладки)**

Место и способ прокладки	Тепловые потери трубопровода, ккал/чм, при условном диаметре, мм						
	15	20	25	32	40	50	70
1	2	3	4	5	6	7	8
Главный подающий стояк в штрабе или коммуникационной шахте, изолирован	-	-	-	-	<u>17,0</u> 21,8	<u>19,1</u> 24,5	<u>23,4</u> 30,0
Стояк без полотенцесушителей, изолированный, в шахте сантехкабины, борозде или коммуникационной шахте	<u>9,70</u> 12,8	<u>10,8</u> 14,2	<u>11,9</u> 15,7	<u>13,5</u> 17,8	-	-	-
То же, с полотенцесушителями	-	<u>17,8</u> 23,4	<u>20,7</u> 27,3	<u>25,3</u> 33,3	-	-	-
Стояк неизолированный в шахте сантехкабины, борозде или коммуникационной шахте или открыто в ванной, кухне	<u>20,7</u> 27,3	<u>25,5</u> 35,6	<u>30,2</u> 39,8	<u>37,8</u> 49,8	-	-	-
Распределительные изолированные трубопроводы (подающие):							
в подвале, на лестничной клетке	<u>13,5</u> 16,6	<u>15,0</u> 13,4	<u>16,5</u> 20,3	<u>18,8</u> 23,1	<u>20,8</u> 25,6	<u>23,4</u> 26,8	<u>26,8</u> 36,2
на холодном чердаке	<u>16,6</u> 19,7	<u>18,5</u> 21,9	<u>20,3</u> 24,1	<u>23,2</u> 27,5	<u>25,6</u> 30,4	<u>28,8</u> 34,2	<u>35,2</u> 41,8
на теплом чердаке	<u>11,6</u> 14,7	<u>13,0</u> 16,5	<u>14,3</u> 18,1	<u>16,3</u> 20,6	<u>17,9</u> 22,7	<u>20,2</u> 25,6	<u>24,6</u> 31,2
Циркуляционные трубопроводы изолированные:							
в подвале	<u>10,9</u> 14,0	<u>12,1</u> 15,6	<u>13,3</u> 17,1	<u>15,1</u> 19,4	<u>16,7</u> 21,5	<u>18,8</u> 24,2	<u>23,0</u> 29,6
на теплом чердаке	<u>9,0</u> 12,0	<u>10,0</u> 13,4	<u>11,0</u> 14,8	<u>12,6</u> 16,9	<u>13,8</u> 18,6	<u>15,6</u> 21,0	<u>19,1</u> 25,7
на холодном чердаке	<u>14,0</u> 17,1	<u>15,6</u> 19,1	<u>17,1</u> 20,9	<u>19,4</u> 23,7	<u>21,5</u> 23,7	<u>24,2</u> 29,6	<u>29,6</u> 36,2
Циркуляционные трубопроводы неизолированные:							
в квартирах	<u>20,0</u> 26,9	<u>24,6</u> 33,1	<u>29,2</u> 39,3	<u>36,6</u> 49,2	<u>43,0</u> 57,8	<u>52,0</u> 69,9	<u>72,0</u> 96,8
на лестничной клетке	<u>23,5</u> 30,4	<u>28,9</u> 37,4	<u>34,2</u> 44,2	<u>42,8</u> 55,4	<u>50,3</u> 65,1	<u>60,8</u> 78,7	<u>84,5</u> 109,4
Циркуляционные стояки в штрабе сантехнической кабины или ванной:							
изолированные		<u>9,4</u> 12,9	<u>10,3</u> 14,1	<u>11,7</u> 16,0	<u>12,9</u> 17,7	<u>14,6</u> 20,0	<u>17,8</u> 24,4
неизолированные		<u>23,0</u> 31,5	<u>27,1</u> 31,5	<u>34,0</u> 46,6	<u>40,0</u> 54,8	<u>48,3</u> 66,2	<u>67,2</u> 92,1

**Примечание:** В числителе – удельные тепловые потери трубопроводов систем горячего водоснабжения без непосредственного водоразбора в системах теплоснабжения, в знаменателе – с непосредственным водоразбором.

**Таблица 2. Удельные тепловые потери трубопроводов систем горячего водоснабжения (по перепаду температуры)**

Перепад температуры, °С	Тепловые потери трубопровода, ккал/ч м, при условном диаметре, мм											
	15	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
30	22,0	28,0	35,0	44,0	48,0	54,0	68,0	80,0	97,0	119,0	143,0	173,0
32	23,0	30,0	37,0	47,0	50,0	58,0	73,0	85,0	103,0	127,0	152,0	185,0
34	25,0	32,0	39,0	50,0	53,0	61,0	77,0	91,0	110,0	135,0	162,0	196,0
36	26,0	33,0	42,0	53,0	56,0	65,0	82,0	95,0	116,0	143,0	171,0	208,0
38	28,0	35,0	44,0	56,0	60,0	68,0	86,0	102,0	123,0	151,0	181,0	219,0
40	29,0	37,0	46,0	59,0	63,0	72,0	91,0	107,0	129,0	159,0	190,0	231,0
42	31,0	39,0	49,0	63,0	67,0	76,0	97,0	114,0	137,0	169,0	202,0	242,0
44	33,0	42,0	52,0	66,0	71,0	81,0	103,0	121,0	145,0	179,0	214,0	254,0
46	34,0	44,0	54,0	70,0	75,0	85,0	108,0	127,0	154,0	189,0	226,0	265,0
48	36,0	46,0	57,0	73,0	79,0	90,0	114,0	134,0	162,0	199,0	238,0	277,0
50	38,0	48,0	60,0	77,0	83,0	94,0	120,0	140,0	170,0	209,0	250,0	288,0
52	40,0	51,0	63,0	81,0	87,0	99,0	126,0	147,0	179,0	220,0	263,0	300,0
54	42,0	53,0	66,0	85,0	91,0	104,0	132,0	155,0	188,0	230,0	276,0	312,0
56	44,0	56,0	70,0	88,0	95,0	108,0	139,0	162,0	197,0	241,0	289,0	323,0
58	46,0	58,0	73,0	92,0	99,0	113,0	145,0	170,0	206,0	252,0	302,0	335,0
60	48,0	61,0	76,0	96,0	104,0	113,0	151,0	177,0	215,0	263,0	315,0	347,0

**Примечание:** При перепаде температуры горячей воды, отличном от приведенных его значений, удельные тепловые потери следует определять интерполяцией.

**Аnexа D**  
(справочное)

**Расчет удельного количества тепловой энергии, необходимой для нагрева 1 м<sup>3</sup> холодной воды**

Если все квартиры оснащены индивидуальными водомерами горячей воды – в этом случае общедомовое потребление тепла и холодной воды для ГВС распределяется между квартирами пропорционально показаниям индивидуальных водомеров

Количество тепловой энергии, необходимой для нагрева 1 м<sup>3</sup> холодной воды без учета потерь тепловой энергии трубопроводами системы горячего водоснабжения и затрат на отопление ванных комнат, в случае, если отопление осуществляется от системы горячего водоснабжения, определяется следующим образом:

$$q_{\text{incalz.}} = \gamma \cdot c \cdot (t_h - t_c) \cdot (1 + K_{PT}) \cdot 10^{-6} \quad (\text{D.1})$$

где:

$\gamma$  – объемный вес воды, кгс/м<sup>3</sup>; значение объемного веса воды принимается в зависимости от температуры, до которой осуществлен нагрев воды с целью предоставления услуги горячего водоснабжения и принимается равным:

- 983,24 кгс/м<sup>3</sup> при  $t_h = 60$  °С;
- 985,73 кгс/м<sup>3</sup> при температуре  $t_h = 55$  °С;
- 988,07 кгс/м<sup>3</sup> при температуре  $t_h = 50$  °С;

$c$  – теплоемкость воды, ккал/(кгс·°С), принимается равной 1,0 ккал/(кгс·°С);

$t_h$  – средняя температура горячей воды в местах водоразбора, °С;

$t_c$  – средняя температура холодной воды в сети водопровода, °С;

$K_{PT}$  – коэффициент, учитывающий тепловые потери трубопроводами систем горячего водоснабжения и затраты тепловой энергии на отопление ванных комнат.

$10^{-6}$  – перевод единиц измерения, ккал/Гкал.

Значения коэффициента  $K_{PT}$ , учитывающего тепловые потери трубопроводами систем горячего водоснабжения и затраты тепловой энергии на отопление ванных комнат, определяются по таблице D.1.

**Таблица D.1**

Система горячего водоснабжения	Коэффициент $K_{PT}$ , учитывающий тепловые потери трубопроводами систем горячего водоснабжения <sup>1</sup>	
	с наружной сетью горячего водоснабжения	без наружной сети горячего водоснабжения
<i>с изолированными стояками</i>		
с полотенцесушителями	0,25	0,2
без полотенцесушителей	0,15	0,1
<i>с неизолированными стояками</i>		
с полотенцесушителями	0,35	0,3
без полотенцесушителей	0,25	0,2

<sup>1</sup> Доля потерь тепловой энергии в наружных тепловых сетях горячего водоснабжения оцениваются в размере 5% от средней часовой тепловой нагрузки горячего водоснабжения потребителя

Средняя температура холодной воды в сети водопровода,  $t_c$ , °C, принимается по сведениям местной метеостанции; при отсутствии достоверных данных средняя температура определяется по формуле:

$$t_c = \frac{t_c^{inc} n^{inc} + t_c^{tranz} (n - n^{rep} - n^{inc})}{n - n^{rep}} \quad (D.2)$$

где:

$t_c^{inc}$  - температура холодной воды в водопроводной сети в отопительный период, принимается равной 5 °C;

$t_c^{tranz}$  - температура холодной воды в водопроводной сети в неопотительный период, принимается равной 15 °C;

$n$  – количество дней в году (принимается равным 365 или 366), сутки;

$n^{inc}$  - продолжительность отопительного периода, сутки;

$n^{rep}$  - продолжительность ремонтного периода в системе теплоснабжения (перерыв в функционировании систем горячего водоснабжения), сутки.

В таблице D.2 приведены результаты расчета удельного количества тепловой энергии  $q_{inc\alpha z}$  Для нагрева холодной воды до температуры 50 °C и 55 °C, а также и температуры холодной воды 2-20 °C без учета тепловых потерь и затрат тепловой энергии на отопление ванных комнат

**Таблица D.2 – Удельное количество тепловой энергии для нагрева холодной воды**

Температура холодной воды, °C	Удельное количество тепловой энергии, $q_{inc\alpha z}$ Гкал/м <sup>3</sup> , при температуре нагрева система теплоснабжения закрытая	
	50 °C	55 °C
	2	0,04743
3	0,04644	0,05126
4	0,04545	0,05027
5	0,04446	0,04929
6	0,04348	0,04830
7	0,04249	0,04732
8	0,04150	0,04633
9	0,04050	0,04534
10	0,03952	0,04436
11	0,03853	0,04337
12	0,03755	0,04239
13	0,03656	0,04140
14	0,03557	0,040415
15	0,03458	0,03943
16	0,03359	0,03844
17	0,03261	0,03746

18	0,03162	0,03647
19	0,03063	0,03549
20	0,02964	0,03450

При отсутствии приборов измерения температуры горячей воды значение удельного количества тепловой энергии для нагрева 1 м<sup>3</sup> холодной воды до требуемой температуры с целью предоставления коммунальной услуги горячего водоснабжения может быть принято **0,051 Гкал/м<sup>3</sup>**.

Рекомендуемые значения рассчитаны на основании данных, принятых в соответствии с нормативно-технической документацией, и без учета потерь тепловой энергии в трубопроводах системы горячего водоснабжения и затрат на отопление ванных комнат в случае, если полотенцесушитель подключен к системе горячего водоснабжения.

## Анеха Е

(справочное)

### Основное правило выбора «критической» толщины теплоизоляционного слоя

Снижение тепловых потерь обеспечивается при условии, когда термическое сопротивление  $R_{iz}$  изолированного трубопровода выше, чем неизолированного  $R_{n/iz}$ , т.е. должно выполняться неравенство

$$R_{iz} > R_{n/iz} \text{ или } \Delta R > 0$$

Подставляя в неравенство ( $\Delta R > 0$ ) и решая его относительно значения  $\lambda_{из}$ ,  $d_2$  и  $\alpha_2$  получим:

$$\lambda_{из} < \alpha_2 \frac{d_2}{2}$$

Если коэффициент теплопроводности применяемой изоляции  $\lambda_{из}$  удовлетворяет неравенству, то материал выбран правильно, и изоляция рентабельная.

Если условие не выполнено, и выбран материал теплоизоляции с  $\lambda_{из} > \alpha_2 \frac{d_2}{2}$ , то при его нанесении на трубопровод тепловые потери будут не снижаться, а наоборот, увеличиваться.

При неправильном выборе материала изоляции, с  $\lambda_{из}^*$ , наибольшие тепловые потери имеют место при значении «критического» диаметра изоляции:

$$d_{3cr} = d_{из}^* = d_{cr} = \frac{2\lambda_{из}^*}{\alpha_2}$$

«Критический» диаметр тепловой изоляции  $d_{из}^*$  должен быть как можно меньше и поэтому в качестве теплоизолятора должен использоваться материал, имеющий минимальное значение коэффициента теплопроводности  $\lambda_{из}$ .

Однако теплоизоляция с малым значением коэффициента теплопроводности обычно имеет высокую стоимость. Поэтому для снижения теплопередачи через конструкции часто используют менее эффективную и дешевую изоляцию, а ее качество компенсируют увеличением толщины слоя  $\delta_{из}$ . Это неэкономично, так как при определенной толщине слоя недорогой и малоэффективной теплоизоляции потери теплоты достигнут максимума, и лишь при еще более толстом слое изоляции начнут постепенно снижаться. Изолирование трубопровода таким материалом следует считать нерентабельным, а изоляцию с более толстым слоем – абсурдным.

Если диаметр оголенной трубы  $d_2$  будет меньше «критической толщины слоя»  $d_{cr}$  данной изоляции, то такая изоляция нерентабельна.

Если же диаметр оголенной трубы  $d_2$  равен или больше критической толщины слоя  $d_{cr}$  данной изоляции, то такая изоляция рентабельна.

Причем, чем больше диаметр трубы  $d_2$ , тем больше теплоизоляционных материалов, которые будут рентабельны для нее.



Наоборот, для труб малого диаметра труднее найти рентабельную изоляцию.

Трубы очень малых диаметров, отдающие теплоту к спокойному воздуху (при естественной конвекции), лучше совсем не изолировать.

Одна и та же теплоизоляция может быть рентабельной для труб диаметром  $d_2$ , и оказаться совершенно нерентабельной для труб меньшего диаметра  $d_2^*$ . Поэтому для расчетов всегда необходимо сравнивать  $d_2$  и  $d_{cr}$ .

Весь сортамент неизолированных труб с диаметром до 0,05 м и нанесение на них предлагаемой изоляции с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_{iz} = 0,2$  Вт/(м·К) будет нерентабельно.

Причем, наибольшие тепловые потери таких (с диаметром до 0,05 м) изолированных труб имеют место при значении наружного диаметра изоляции  $d_{3cr} = 0,05$  м.

Если диаметр  $d_2$  используемых неизолированных труб будет равен или больше критической толщины слоя  $d_{kp} = 0,05$  м, то предлагаемая изоляция с  $\lambda_{iz} = 0,2$  Вт/(м·К) будет всегда рентабельна при любой толщине слоя изоляции.

Толщину рентабельной тепловой изоляции  $\delta_{iz}$  следует определять по формулам стационарной теплопередачи для цилиндрической системы, исходя из требуемой или допустимой температуры на наружном, поверхностном слое изоляции.

В системе ГВС эта температура определена из условий техники безопасности.

## Анеха F

(справочное)

### Расчет потерь тепловой энергии трубопроводами существующей системы ГВС

#### При наличии исходной информации

Для существующих систем ГВС потери тепловой энергии трубопроводами могут быть определены по формуле:

$$Q_{p.t} = \left[ \frac{\sum K_i d_i l_i (t_{in} - t_{sf})}{2} - t_{m.amb} \right]$$

где:

$K_i$  – коэффициент теплопередачи участка неизолированной трубы, ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С), [кДж/(м<sup>2</sup>·ч·°С)]; можно принимать  $K_i=10$  ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С) = 41,87 кДж/(м<sup>2</sup>·ч·°С);

$d_i$  и  $l_i$  – диаметр трубы на участке и его длина, м;

$t_{in}$  и  $t_{sf}$  – температура горячей воды в начале и конце расчетного участка трубы, °С;

$t_{m.amb}$  – температура окружающей среды, °С; принимается по виду прокладки труб:

- в бороздах, вертикальных каналах, коммуникационных шахтах сантехкабин  $t_{m.amb} = 23$  °С;
- в ванных комнатах  $t_{m.amb} = 25$  °С;
- в кухнях и туалетах  $t_{m.amb} = 21$  °С;
- на лестничных клетках  $t_{m.amb} = 16$  °С;
- в каналах подземной прокладки наружной сети горячего водоснабжения  $t_{m.amb} = t_{a.c.}$ ;
- в тоннелях  $t_{m.amb} = 40$  °С;
- в неотапливаемых подвалах  $t_{m.amb} = 5$  °С;
- на чердаках  $t_{m.amb} = 9$  °С (при средней температуре наружного воздуха самого холодного месяца отопительного периода  $t_e = -11 \dots -20$  °С);

$\eta$  – коэффициент полезного действия тепловой изоляции трубопроводов; принимается для трубопроводов диаметром до 32 мм,  $\eta = 0,6$ ; 40 – 70 мм,  $\eta = 0,74$ , 80 – 200 мм,  $\eta = 0,81$ .

**Таблица 1. Удельные тепловые потери трубопроводов систем горячего водоснабжения (по месту и способу прокладки)**

Место и способ прокладки	Тепловые потери трубопровода диаметром $D_y$ , ккал/(ч·м) (кДж/(ч·м))						
	2	3	4	5	6	7	8
Трубопровод $D_y$ , мм	15	20	25	32	40	50	70
Главный подающий стояк в штрабе или коммуникационной шахте, изолирован	-	-	-	-	$\frac{17,0 (71,2)}{21,8 (91,3)}$	$\frac{19,1 (78,0)}{24,5 (102,6)}$	$\frac{23,4 (98,0)}{30,0 (125,6)}$
Стояк без полотенцесушителей,	$\frac{9,7 (40,6)}{12,8 (53,6)}$	$\frac{10,8 (45,2)}{14,2 (59,5)}$	$\frac{11,9 (49,8)}{15,7 (65,7)}$	$\frac{13,5 (56,5)}{17,8 (74,5)}$	-	-	-

Место и способ прокладки	Тепловые потери трубопровода диаметром D <sub>у</sub> , ккал/(ч·м) (кДж/(ч·м))						
	1	2	3	4	5	6	7
Трубопровод D <sub>у</sub> , мм	15	20	25	32	40	50	70
изолированный, в шахте сантехкабины, борозде или коммуникационной шахте							
То же, с полотенцесушителями	-	<u>17,8 (74,5)</u> 23,4 (98,0)	<u>20,7 (86,7)</u> 27,3 (114,3)	<u>25,3 (105,9)</u> 33,3 (139,4)	-	-	-
Стояк неизолированный в шахте сантехкабины, борозде или коммуникационной шахте или открыто в ванной, кухне	<u>20,7 (86,7)</u> 27,3 (114,3)	<u>25,5 (106,8)</u> 35,6 (149,1)	<u>30,2 (126,4)</u> 39,8 (166,6)	<u>37,8 (158,3)</u> 49,8 (208,5)	-	-	-
Распределительные изолированные трубопроводы (подающие) - в подвале и на лестничной клетке	<u>13,5 (56,5)</u> 16,6 (69,5)	<u>15,0 (62,8)</u> 13,4 (56,1)	<u>16,5 (69,1)</u> 20,3 (85,0)	<u>18,8 (78,7)</u> 23,1 (96,7)	<u>20,8 (87,1)</u> 25,6 (107,2)	<u>23,4 (98,0)</u> 26,8 (112,2)	<u>26,8 (112,2)</u> 36,2 (151,6)
на холодном чердаке	16,6 (69,5) 19,7 (82,5)	<u>18,5 (77,5)</u> 21,9 (91,7)	<u>20,3 (83,0)</u> 24,1 (100,9)	<u>23,2 (97,1)</u> 27,5 (115,1)	<u>23,6 (107,2)</u> 30,4 (127,3)	<u>28,8 (120,6)</u> 34,2 (143,2)	<u>35,2 (147,4)</u> 41,8 (175,0)
на теплом чердаке	<u>11,6 (48,4)</u> 14,7 (61,5)	<u>13,0 (54,4)</u> 16,5 (69,1)	<u>14,3 (59,9)</u> 18,1 (75,8)	<u>16,3 (68,2)</u> 20,6 (86,2)	<u>17,9 (74,9)</u> 22,7 (95,0)	<u>20,2 (84,6)</u> 25,6 (107,2)	<u>24,6 (103,0)</u> 31,2 (130,6)
Циркуляционные трубопроводы изолированные - в подвале	<u>10,9 (45,6)</u> 14,0 (58,6)	<u>12,1 (50,7)</u> 15,6 (65,3)	<u>13,3 (55,7)</u> 17,1 (71,6)	<u>15,1 (63,2)</u> 19,4 (81,2)	<u>16,7 (70,0)</u> 21,5 (90,0)	<u>18,8 (78,7)</u> 24,2 (101,3)	<u>23,0 (96,3)</u> 29,6 (123,9)
на теплом чердаке	<u>9,0 (37,7)</u> 12,0 (50,2)	<u>10,0 (41,9)</u> 13,4 (56,1)	<u>11,0 (46,1)</u> 14,8 (62,0)	<u>12,6 (52,8)</u> 16,9 (70,8)	<u>13,8 (57,8)</u> 18,6 (77,9)	<u>15,6 (65,3)</u> 21,0 (87,9)	<u>19,1 (80,0)</u> 25,7 (107,6)
на холодном чердаке	<u>14,0 (58,6)</u> 17,1 (71,6)	<u>15,6 (63,3)</u> 19,1 (80,0)	<u>17,1 (71,6)</u> 20,9 (87,5)	<u>19,4 (81,2)</u> 23,7 (99,2)	<u>21,5 (90,0)</u> 23,7 (99,2)	<u>24,2 (101,3)</u> 29,6 (123,9)	<u>29,6 (123,9)</u> 36,2 (151,6)
Циркуляционные трубопроводы неизолированные: в квартирах	<u>20,0 (83,7)</u> 26,9 (112,6)	<u>24,6 (103,0)</u> 33,1 (138,6)	<u>29,2 (22,3)</u> 39,3 (164,5)	<u>36,6 (153,2)</u> 49,2 (206,0)	<u>43,0 (180,0)</u> 57,8 (242,0)	<u>52,0 (217,7)</u> 69,9 (292,7)	<u>72,0 (301,5)</u> 96,8 (405,3)
на лестничной клетке	<u>23,5 (98,4)</u> 30,4 (127,3)	<u>28,9 (21,0)</u> 37,4 (156,6)	<u>34,2 (143,2)</u> 44,2 (185,1)	<u>42,8 (179,2)</u> 55,4 (232,0)	<u>50,3 (210,6)</u> 65,1 (272,6)	<u>60,8 (254,6)</u> 78,7 (329,5)	<u>84,5 (353,8)</u> 109,4 (458,1)
Циркуляционные стояки в штрабе сантехнической кабины или ванной: изолированные		<u>9,4 (39,4)</u> 12,9 (54,0)	<u>10,3 (43,1)</u> 14,1 (59,0)	<u>11,7 (49,0)</u> 16,0 (67,0)	<u>12,9 (54,0)</u> 17,7 (74,1)	<u>14,6 (61,1)</u> 20,0 (83,7)	<u>17,8 (74,5)</u> 24,4 (101,2)

Место и способ прокладки	Тепловые потери трубопровода диаметром D <sub>в</sub> , ккал/(ч·м) (кДж/(ч·м))						
	2	3	4	5	6	7	8
1	15	20	25	32	40	50	70
Трубопровод D <sub>в</sub> , мм							
неизолированные		<u>23,0</u> (96,3)	<u>27,1</u> (113,5)	<u>34,0</u> (142,4)	<u>40,0</u> (167,5)	<u>48,3</u> (202,2)	<u>67,2</u> (281,4)
		31,5 (31,9)	31,5 (131,9)	46,6 (195,1)	54,8 (229,4)	66,2 (277,2)	92,1 (385,6)

**ПРИМЕЧАНИЕ:** В числителе – удельные тепловые потери трубопроводов систем горячего водоснабжения без непосредственного водоразбора в системах теплоснабжения, в знаменателе – с непосредственным водоразбором.

**Таблица 2. Удельные тепловые потери трубопроводов систем горячего водоснабжения (по перепаду температуры)**

Перепад температур, °С	Тепловые потери трубопровода, ккал/(ч·м) (кДж/(ч·м), при условном диаметре, мм											
	D <sub>в</sub> , мм	15	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150
30	22,0 (92,1)	28,0 (117,2)	35,0 (146,5)	44,0 (184,2)	48,0 (201,0)	54,0 (226,1)	68,0 (284,7)	80,0 (335,0)	97,0 (406,1)	119,0 (498,3)	143,0 (598,7)	173,0 (724,4)
32	23,0 (96,3)	30,0 (125,6)	37,0 (154,9)	47,0 (196,8)	50,0 (209,4)	58,0 (242,8)	73,3 (305,7)	85,0 (355,9)	103,0 (431,3)	127,0 (531,7)	152,0 (636,4)	185,0 (774,6)
34	25,0 (104,7)	32,0 (134,0)	39,0 (163,3)	50,0 (209,4)	53,0 (211,9)	61,0 (255,4)	77,0 (322,4)	91,0 (381,0)	110,0 (460,6)	135,0 (565,2)	162,0 (678,3)	196,0 (820,7)
36	26,0 (108,9)	33,0 (138,2)	42,0 (175,9)	53,0 (221,9)	56,0 (234,5)	65,0 (272,2)	82,0 (343,3)	95,0 (397,8)	116,0 (485,7)	143,0 (598,7)	171,0 (716,0)	208,0 (870,5)
38	28,0 (117,2)	35,0 (146,5)	44,0 (184,2)	56,0 (234,5)	60,0 (251,2)	68,0 (284,7)	86,0 (360,1)	102,0 (427,1)	123,0 (515,0)	151,0 (632,2)	181,0 (757,8)	219,0 (916,9)
40	29,0 (121,4)	37,0 (154,9)	46,0 (192,6)	59,0 (247,0)	63,0 (263,8)	72,0 (301,5)	91,0 (381,0)	107,0 (448,0)	129,0 (540,11)	159,0 (665,7)	190,0 (795,5)	231,0 (967,2)
42	31,0 (129,8)	39,0 (163,3)	49,0 (205,2)	63,0 (263,8)	67,0 (280,5)	76,0 (318,2)	97,0 (406,1)	114,0 (477,3)	137,0 (573,6)	169,0 (707,6)	202,0 (845,8)	242,0 (1013,3)
44	33,0 (138,2)	42,0 (175,9)	52,0 (217,7)	66,0 (276,3)	71,0 (297,3)	81,0 (339,1)	103,0 (431,3)	121,0 (506,6)	145,0 (607,1)	179,0 (749,5)	214,0 (896,0)	254,0 (1063,5)
46	34,0 (142,4)	44,0 (184,2)	54,0 (226,1)	70,0 (293,1)	75,0 (314,0)	85,0 (355,9)	108,0 (452,2)	127,0 (531,7)	154,0 (644,8)	189,0 (791,3)	226,0 (946,3)	265,0 (1109,6)
48	36,0 (150,7)	46,0 (192,6)	57,0 (238,7)	73,0 (305,6)	79,0 (330,8)	90,0 (376,8)	114,0 (477,3)	134,0 (561,1)	162,0 (678,3)	199,0 (833,2)	238,0 (996,5)	277,0 (1159,8)
50	38,0 (159,1)	48,1 (201,0)	60,0 (251,2)	77,0 (322,4)	83,0 (347,5)	94,0 (393,6)	110,0 (502,4)	140,0 (586,2)	170,0 (711,8)	209,0 (875,1)	250,0 (1046,8)	288,0 (1205,9)
52	40,0 (167,5)	51,0 (213,5)	63,0 (263,8)	81,0 (339,1)	87,0 (364,3)	99,0 (414,5)	126,0 (527,6)	147,0 (615,5)	179,0 (749,5)	220,0 (921,1)	263,0 (1101,2)	300,0 (1256,1)
54	42,0 (175,9)	53,0 (221,9)	66,0 (276,3)	85,0 (355,9)	91,0 (381,0)	104,0 (435,4)	132,0 (552,7)	155,0 (649,0)	188,0 (787,2)	230,0 (963,0)	276,0 (1155,0)	312,0 (1306,3)
56	44,0 (184,2)	56,0 (234,5)	70,0 (293,1)	88,0 (368,5)	95,0 (397,8)	108,0 (452,2)	139,0 (582,0)	162,0 (678,3)	197,0 (824,8)	241,0 (1009,1)	289,0 (1210,0)	323,0 (1352,4)
58	46,0 (192,6)	58,0 (242,8)	73,0 (305,6)	92,0 (385,2)	99,0 (414,5)	113,0 (473,1)	145,0 (607,1)	170,0 (711,8)	206,0 (862,5)	252,0 (1055,1)	302,0 (1264,5)	335,0 (1402,6)
60	48,0 (201,0)	61,0 (255,4)	76,0 (318,2)	96,0 (402,0)	104,0 (435,4)	113,0 (473,1)	151,0 (632,2)	177,0 (741,1)	215,0 (900,2)	263,0 (1101,2)	315,0 (1318,9)	347,0 (1452,9)

**ПРИМЕЧАНИЕ:** При перепаде температуры горячей воды отличном от приведенных его значений, удельные тепловые потери следует определять интерполяцией.

**При отсутствии исходной информации**

При отсутствии исходной информации, необходимой для расчета тепловых потерь трубопроводами ГВС, тепловые потери, Гкал/ч (ГДж/ч) можно определять, применяя специальный коэффициент  $K_{т.п.}$ , учитывающий тепловые потери этих трубопроводов, по

выражению:

$$Q_{p.c} = Q_{c.m} K_{p.t}$$

Тепловой поток на ГВС с учетом тепловых потерь можно определить из выражения:

$$Q_c = Q_{c.m} (1 + K_{p.t})$$

Средняя часовая тепловая нагрузка ГВС потребителя тепловой энергии  $Q_{hm}$ , Гкал/ч, в отопительный период определяется по формуле:

$$Q_{hm} = \frac{aN(55 - t_c)10^{-6}}{T} Q_{p.c}$$

где:

$a$  – норма затрат воды на ГВС абонента, литр/ед. измерения в сутки; должна быть утверждена местным органом самоуправления; при отсутствии утвержденных норм принимается по таблице Приложения С (обязательного) NCM G.03.03;

$N$  – количество единиц измерения, отнесенное к суткам, - количество жителей, учащихся в учебных заведениях и т.д.;

$t_c$  – температура водопроводной воды в отопительный период, °С; при отсутствии достоверной информации принимается  $t_c = 5$  °С;

$T$  – продолжительность функционирования системы ГВС абонента в сутки, ч;

$Q_{p.c}$  – тепловые потери в местной системе ГВС, в подающем и циркуляционном трубопроводах наружной сети ГВС, Гкал/ч.

Среднюю часовую тепловую нагрузку горячего водоснабжения в неопотительный период, Гкал, можно определить из выражения:

$$Q_{hs} = Q_{hm} \beta \frac{t_{hs} - t_{cs}}{t_h - t_c}$$

где:

$Q_{hm}$  – средняя часовая тепловая нагрузка горячего водоснабжения в отопительный период, Гкал/ч;

$\beta$  - коэффициент, учитывающий снижение средней часовой нагрузки горячего водоснабжения в неопотительный период по сравнению с нагрузкой в отопительный период; если значение  $\beta$  не утверждено органом местного самоуправления,  $\beta$  принимается аналогично равным 0,8 для жилищно-коммунального сектора городов средней полосы России, 1,2-1,5 – для курортных, южных городов и населенных пунктов, для предприятий – 1,0;

$t_{hs}, t_h$  – температура горячей воды в неопотительный и отопительный период, °С;

$t_{cs}, t_c$  – температура водопроводной воды в неопотительный и отопительный период, °С; при отсутствии достоверных сведений принимается  $t_{cs} = 15$  °С,  $t_c = 5$  °С.

Для определения значений коэффициента  $K_{p.t}$  можно пользоваться таблицей 3.

**Таблица 3. Коэффициент, учитывающий тепловые потери трубопроводами систем горячего водоснабжения**

Система горячего водоснабжения	Коэффициент, учитывающий тепловые потери трубопроводами систем горячего водоснабжения, $K_{p.t}$
--------------------------------	--

	<b>с наружной сетью горячего водоснабжения</b>	<b>без наружной сети горячего водоснабжения</b>
<b>с изолированными стояками</b>		
с полотенцесушителями	0,25	0,2
без полотенцесушителей	0,15	0,1
<b>с неизолированными стояками</b>		
с полотенцесушителями	0,35	0,3
без полотенцесушителей	0,25	0,2

## **Анекс G**

(обязательное)

### **Порядок определения потерь тепловой энергии неизолрованными горизонтально расположенными трубопроводами**

#### **G.1 Введение**

Определение тепловых потерь изолированными трубопроводами должно выполняться в соответствии с методиками, изложенными в действующих нормативных документах: NCM G.04.08, [3], [4], [5], [6].

Эксплуатация трубопроводов внутренней сети системы ГВС без тепловой изоляции является одним из технических мероприятий по поддержанию положительной температуры в подвалах жилых зданий с целью недопущения замерзания водопровода, канализации и технологических трубопроводов, проложенных в подвалах или проходящих через него.

Тепловые потери трубопроводами внутренней сети ГВС в отопительный период являются положительными тепловыделениями, так как это тепло поступает на обогрев подвальных помещений. Поэтому при составлении теплового баланса жилого здания за отопительный период тепловые потери внутренней частью системой ГВС необходимо включать в расход тепла на отопление здания.

В летний период тепловые потери трубопроводами внутренней сети ГВС являются отрицательными тепловыделениями. Эти потери включаются в общие теплотери всей внутренней системы ГВС жилого дома.

В данном приложении представлен «порядок» расчета потерь тепла неизолрованными трубопроводами ГВС. Он базируется на наиболее общих теоретических зависимостях по теплоотдаче горизонтально расположенного трубопровода, которые приводятся в нормативной, учебной и справочной литературе.

В данном «порядке» не рассчитываются потери тепловой энергии связанные с утечками.

В соответствии со сложившейся практикой в муниципиях измерения количества теплоты в кал (Гкал) все формулы и расчетные величины приводятся не в международной системе единиц, а применительно к измерению теплотери в ккал/час.

Данный порядок дает возможность определения потерь тепловой энергии неизолрованными горизонтально расположенными трубопроводами на открытом воздухе, в подвалах и помещениях зданий.

Вычисления, связанные с учетом взаимного влияния двух рядом расположенных параллельных участков неизолрованных трубопроводов, в данном порядке не рассмотрены по следующим причинам:

- нецелесообразного увеличения сложности формул и вычислений;
- исходя из практических соображений, в результате того, что в подавляющем большинстве случаев неизолрованными, как правило, являются отдельные участки на подающем (циркуляционном) трубопроводе в результате проведения каких-либо ремонтов.

#### **G.2 Основные расчетные формулы**

Трубопровод сети ГВС представляет собой, как правило, горизонтально расположенную нагретую трубу, обдуваемую ветром или находящуюся в спокойном воздухе. Поэтому теплоотдачу такого трубопровода можно определять по известным зависимостям с использованием коэффициента теплопередачи через стенку трубы:

$$Q = \frac{F_e(t_e - t_{aer})}{K} \quad (G.1)$$

$$K = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_m}{\lambda_m} + \frac{1}{\alpha_w} \right)} \quad (G.2)$$

где:

$Q$  – тепловой поток от трубопровода, ккал/час;

$\alpha_e$  – коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности трубопровода, ккал/(час м<sup>2</sup> °С);

$F_e$  – площадь наружной поверхности трубопровода, м<sup>2</sup>;

$t_e$  – температура наружной поверхности трубопровода, °С;

$t_{aer}$  – температура наружного воздуха, °С.

$K$  – коэффициент теплопередачи через стенку трубопровода, ккал/(час м<sup>2</sup> °С);

$\delta_m$  – толщина металлической стенки трубы, м;

$\lambda_m$  – теплопроводность материала стенки трубы, ккал/(ч м °С);

$\alpha_w$  – коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхности трубопровода, ккал/(час м<sup>2</sup> °С).

В качестве расчетных температур следует брать средние температуры за рассматриваемый период. При этом, температуру поверхности трубопровода можно принимать равной температуре горячей воды в трубопроводе, так как термическое сопротивление стенки трубы  $\delta_m/\lambda_m$  и сопротивление теплоотдаче на внутренней поверхности  $1/\alpha_w$  для чистой трубы во много раз меньше, чем сопротивление теплоотдаче на наружной поверхности  $1/\alpha_e$ .

Площадь наружной поверхности трубопровода определяется его длиной и диаметром:

$$F_e = \pi D_e L \quad (G.3)$$

где:

$F_e$  – площадь наружной поверхности трубопровода, м<sup>2</sup>;

$D_e$  – наружный диаметр трубопровода, м;

$L$  – длина трубопровода, м.

С учетом выше изложенного выражение (G.1) можно преобразовать к виду:

$$Q = \alpha_e \pi D_e L (t_e - t_{aer}) \quad (G.4)$$

Наиболее важным при расчете тепловых потерь является правильное определение коэффициентов теплоотдачи на наружной поверхности трубопровода.



Общий коэффициент теплоотдачи определяется как сумма коэффициентов конвективной и лучистой теплоотдачи:

$$\alpha_e = \alpha_{conv} + \alpha_{rad} \quad (G.5)$$

Коэффициент конвективной теплоотдачи зависит от скорости воздуха и направления потока по отношению к оси трубопровода, диаметра трубопровода, теплофизических характеристик воздуха.

В общем случае выражение для определения коэффициента теплоотдачи на наружной поверхности трубопровода при поперечном обдувании потоком воздуха будет:

- c) при ламинарном режиме движения воздуха (критерий Рейнольдса  $Re$  меньше 1000)

$$\alpha_{conv} = \frac{0,43\beta_\varphi Re^{0,5} \lambda_{aer}}{D_e} \quad (G.6)$$

- d) при переходном и турбулентном режиме движения воздуха (критерий Рейнольдса  $Re$  равен или больше 1000)

$$\alpha_{conv} = \frac{0,216\beta_\varphi Re^{0,6} \lambda_{aer}}{D_e} \quad (G.7)$$

где:

$Re$  – критерий Рейнольдса, вычисляемый по наружному диаметру трубопровода и скорости движения воздуха, определяемой с учетом высоты расположения трубопровода над землей и характера рельефа местности.

$\lambda_{aer}$  – коэффициент теплопроводности воздуха, ккал/(ч м°С);

$\beta_\varphi$  – поправочный коэффициент, учитывающий направление воздушного потока по отношению к оси трубопровода, допускается принимать среднее значение равное 0,821.

$$Re = \frac{v\beta_u D_e}{\nu_{aer}} \quad (G.8)$$

где:

$v$  – расчетная скорость движения воздуха, м/с;

$\beta_u$  – поправочный коэффициент, учитывающий высоту расположения трубопровода над поверхностью земли. Для помещений  $\beta_u$  принимается равным  $\beta_u = 1$ ;

$\nu_{aer}$  – коэффициент кинематической вязкости воздуха, зависящий от температуры наружного воздуха, м<sup>2</sup>/с.

Значения скорости движения воздуха в помещениях принимаются в соответствии [7] "Параметры микроклимата в помещениях".

Допускается принимать среднюю величину скорости движения воздуха в помещениях равную 0,2 м/с.

Коэффициент лучистой теплоотдачи зависит от температуры воздуха и температуры поверхности трубопровода, а так же от степени черноты поверхности трубопровода  $\varepsilon_n$ .

$$\alpha_{rad} = \varepsilon_n C_o \frac{\left(\frac{t_e + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{t_{aer} + 273}{100}\right)^4}{t_e - t_{aer}} \quad (G.10)$$

где:

$C_o$  – коэффициент излучения абсолютно черного тела, равный 4,97 ккал/(час м<sup>2</sup> °К<sup>4</sup>);

$\varepsilon_n$  – степень черноты, рекомендуется принимать среднее значение  $\varepsilon_n = 0,9$ .

### G.3 Особенности расчета потерь теплоты длинными участками неизолированных теплопроводов

Теоретические расчетные зависимости, представленные в предыдущем разделе, справедливы для случая, когда входящие в них расчетные коэффициенты теплоотдачи и температура теплоносителя являются постоянными по длине трубопровода.

Это достаточно близко соответствует ситуации, когда снижение температуры теплоносителя на участке за счет тепловых потерь невелико и средняя температура теплоносителя мало отличается от начальной.

Вследствие постоянства температуры поверхности трубопровода постоянными остаются и значения коэффициентов конвективной и лучистой теплоотдачи с поверхности трубы.

В общем случае падение температуры теплоносителя на коротком участке прямо пропорционально длине трубопровода и его диаметру и обратно пропорционально расходу теплоносителя:

$$\Delta t_w \propto \frac{(t_w - t_{aer}) D_e L}{G_w} \quad (G.11)$$

Если же трубопровод имеет малый диаметр, расход невелик, а длина участка достаточно велика, то вследствие значительного изменения температуры теплоносителя изменяется перепад температур между поверхностью трубы и воздухом, а также значение коэффициента лучистой теплоотдачи.

Вследствие этого удельные потери теплоты постепенно снижаются от начала участка к его концу, и общие потери тепла уже не пропорциональны длине трубопровода.

В этом случае расчет по линейной зависимости может дать слишком большую погрешность в сторону завышения теплотерь, так как снижение теплоотдачи идет по нелинейному экспоненциальному закону.

Для получения более достоверного результата расчета тепловых потерь в такой ситуации следует расчет вести по уточненным зависимостям, учитывающим экспоненциальный характер снижения теплоотдачи.

Для их применения в качестве исходных данных следует обязательно использовать еще один параметр: расход теплоносителя на участке  $G_w$ .

Расчетные зависимости могут быть получены из дифференциального уравнения, описывающего процесс теплоотдачи с поверхности трубопровода элементарной длины, и дифференциального уравнения, описывающего расход теплоты вследствие остывания воды:

$$\begin{cases} dQ = \alpha_e (t_w - t_{aer}) \pi D_e dL \\ dQ = c_w G_w dt_w \end{cases} \quad (\text{G.12} - \text{G.13})$$

где:

$dQ$  – теплотери участка трубопровода элементарной длины;

$dL$  – элементарная, бесконечно малая длина трубопровода;

$dt_w$  – снижение температуры горячей воды на участке элементарной длины;

$c_w$  – теплоемкость воды, ккал/(кг °С),  $c_w = 1$ .

При выводе решения предполагается, что коэффициент теплообмена на поверхности трубопровода остается постоянным. Учитывая, что доля лучистого теплообмена в общем коэффициенте составляет около 15 – 20 %, такое допущение вполне правомерно и не приводит к существенным погрешностям. В то же время такой подход позволяет значительно упростить конечные выражения.

Решение системы уравнений приводит к следующей зависимости падения температуры теплоносителя от длины трубопровода  $L$ :

$$\Delta t_w = (t_w - t_{aer})(1 - e^{-AL}) \quad (\text{G.14})$$

где:

$e$  – основание натуральных логарифмов,  $e = 2,71$ ;

$A$  – комплекс из расчетных величин, 1/м.

$$A = \frac{\alpha_e \pi D_e}{c_w G_w} \quad (\text{G.15})$$

Конечная температура теплоносителя при этом будет:

$$t_{wx} = t_w - \Delta t_w \quad (\text{G.16})$$

Если конечная температура теплоносителя получается меньше или равной 0 °С, это означает, что трубопровод перемерзнет. Рассчитывать теплотери трубопровода в такой ситуации не имеет смысла.

Критическая длина трубопровода, то есть максимально допустимая длина, при которой он еще не будет перемерзать, определится:

$$L_{cr} = \frac{-\ln\left(1 - \frac{t_w}{t_w - t_{aer}}\right)}{A} \quad (\text{G.17})$$

Если конечная температура теплоносителя получается выше 0 °С, то могут быть рассчитаны тепловые потери трубопровода:

$$Q = c_w G_w \Delta t_w \quad (\text{G.18})$$

#### G.4 Практический порядок расчета тепловых потерь

В настоящем разделе приводится последовательность расчета и расчетные формулы для вычисления тепловых потерь трубопроводов ГВС.

Входящие в формулы расчетные величины должны быть представлены в единицах измерения, указанных в таблице 3.

**Таблица 3 – Используемые единицы измерения расчетных величин**

Расчетный параметр	Обозначение	Единицы измерения
<b>Исходные данные для расчета</b>		
Начальная температура воды в трубопроводе	$t_w$	°C
Температура воздуха	$t_{aer}$	°C
Наружный диаметр трубопровода	$D_e$	мм
Длина трубопровода	$L$	м
Скорость ветра	$v$	м/с
Расход теплоносителя	$G_w$	т/час
<b>Промежуточные значения и результаты расчетов</b>		
Часовые тепловые потери трубопровода	$Q$	ккал/час
Коэффициент конвективной теплоотдачи	$\alpha_{conv}$	ккал/(час м <sup>2</sup> °C)
Коэффициент лучистой теплоотдачи	$\alpha_{rad}$	ккал/(час м <sup>2</sup> °C)
Коэффициент полной теплоотдачи	$\alpha_e$	ккал/(час м <sup>2</sup> °C)
Теплопроводность воздуха	$\lambda_{aer}$	ккал/(час м °C)
Кинематическая вязкость воздуха	$\nu_{aer}$	м <sup>2</sup> /с
Критерий Рейнольдса	$Re$	-
Поправка на скорость воздуха	$\beta_u$	-
Поправка на угол обдувания	$\beta_\varphi$	-
Коэффициент излучения абсолютно черного тела	$C_o$	ккал/(час м <sup>2</sup> °K <sup>4</sup> )
Степень черноты поверхности трубопроводов	$\epsilon_n$	-
Теплоемкость воды	$c_w$	ккал/(кг °C)
Снижение температуры воды	$\Delta t_w$	°C

#### G.5 Последовательность расчета

1. Определяем по таблицам теплофизические характеристики воздуха  $\lambda_{aer}$  и  $\nu_{aer}$  при заданной его температуре.
2. Принимаем поправочный коэффициент на скорость воздуха  $\beta_u = 1$ .
3. Принимаем поправочный коэффициент  $\beta_\varphi = 0,821$ .
4. Определяем критерий Рейнольдса для воздуха:

$$Re = \frac{1000v\beta_u D_e}{\nu_{aer}} \quad (\text{G.19})$$

5. Определяем коэффициент конвективной теплоотдачи. Если значение критерия Рейнольдса меньше 1000, то вычисление проводим по формуле:

$$\alpha_{conv} = \frac{0,43\beta_{\varphi} \text{Re}^{0,5} \lambda_{aer}}{D_e} \quad (\text{G.20})$$

В противном случае вычисление проводим по формуле:

$$\alpha_{conv} = \frac{0,216\beta_{\varphi} \text{Re}^{0,6} \lambda_{aer}}{D_e} \quad (\text{G.21})$$

6. Принимаем степень черноты поверхности трубопровода  $\varepsilon_n = 0,9$ .

7. Определяем коэффициент лучистой теплоотдачи:

$$\alpha_{rad} = \varepsilon_n 4,97 \frac{\left(\frac{t_e + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{t_{aer} + 273}{100}\right)^4}{t_e - t_{aer}} \quad (\text{G.22})$$

8. Определяем полный коэффициент теплоотдачи:

$$\alpha_e = \alpha_{conv} + \alpha_{rad} \quad (\text{G.23})$$

9. Определяем часовые тепловые потери трубопроводом:

$$Q = \alpha_e \pi D_e L (t_e - t_{aer}) 10^{-3} \quad (\text{G.24})$$

10. Определяем потери тепла, за расчетный период времени, Гкал/час:

$$Q_N = 24QN10^{-6} \quad (\text{G.25})$$

где  $N$  – количество суток в расчетном периоде времени.

Дальнейшие действия следует выполнять, если есть опасения, что снижение температуры на участке велико и расчет следует выполнять по нелинейной зависимости.

Для дальнейшего расчета должен быть известен расход теплоносителя на участке.

11. Определяем модуль показателя экспоненты **AL**:

$$AL = \frac{\alpha_e \pi D_e L}{10^6 G_w} \quad (\text{G.26})$$

Если полученное значение значительно отличается от 0, то погрешность расчета теплотерь составляет примерно половину вычисленного значения. Так, если полученное значение равно 0,05, то можно считать, что теплотери были определены с точностью порядка 2,5 %. Если полученная точность расчета устраивает, то переходим к пункту 13. При необходимости можно откорректировать значение теплотерь в соответствии с определенной погрешностью:

$$Q = Q \left( 1 - \frac{AL}{2} \right) \quad (\text{G.27})$$

12. Если значение модуля показателя экспоненты **AL** больше 0,05, или если требуется более высокая точность расчета, вычисляем снижение температуры теплоносителя на участке за счет теплопотерь по экспоненциальной зависимости:

$$\Delta t_w = (t_w - t_{aer})(1 - e^{-AL}) \quad (\text{G.28})$$

13. Определяем конечную температуру теплоносителя, чтобы убедиться, что трубопровод не перемерзнет:

$$t_{вк} = t_w - \Delta t_w \quad (\text{G.29})$$

14. Определяем уточненное значение теплопотерь:

$$Q = 1000G_w \Delta t_w \quad (\text{G.30})$$

15. Определяем уточненные потери тепла за расчетный период времени в соответствии с п.10.

#### **F.6 Пример расчета тепловых потерь трубопроводов при надземной прокладке на открытом воздухе**

##### Исходные данные:

Требуется определить потери тепловой энергии подающим неизолированным трубопроводом за январь месяц при следующих исходных данных:

Наружный диаметр трубы  $D_e = 80$  мм;

Длина неизолированного участка  $L = 23$  м;

Среднемесячная температура теплоносителя  $t_w = 55-60$  °С;

Среднемесячная температура наружного воздуха  $t_{aer} = -3,5$  °С;

Средняя скорость ветра  $v_v = 0,5 - 1,0$  м/с;

Расчетный расход теплоносителя  $G_w = 320$  т/час,  $N = 31$  сут., (подвал)

##### Расчет:

1. Определяем по таблицам настоящего приложения F при  $t_{aer} = -3,5$ °С;  $\lambda_{aer} = 2,073$ ;  $V_{aer} = 13,00$

2. По таблице 1 определяем для пересеченной местности:  $\beta_u = 1,0$

3. Принимаем по среднему значению:  $\beta_\varphi = 0,821$

4. Вычисляем:  $Re = 1000 \cdot 0,5 \cdot 0,632 \cdot 320 / 13,00 = 7778,461$

5. Вычисляем:  $\alpha_{conv} = 2,16 \cdot 0,821 \cdot 7778,461^{0,6} \cdot 2,073 / 80 = 9,927$

6. Принимаем по среднему значению:  $\varepsilon_n = 0,9$

7. Вычисляем:

$$\alpha_{rad} = 4,97 \cdot 0,9 \cdot (((55+273)/100)^4 - ((-3,5+273)/100)^4) / (55+3,5) = 4,033$$

8. Вычисляем:  $\alpha_e = 9,927 + 4,033 = 13,96$

9. Вычисляем:

$$Q = 13,96 \cdot 3,14 \cdot 80 \cdot 23 \cdot (55+3,5) / 1000 = 4718,335 \text{ ккал/час}$$

11. Вычисляем:  $AL = 13,96 \cdot 3,14 \cdot 80 \cdot 23 / (10^6 \cdot 320) = 0,00025$

Следовательно, теплотери были определены с погрешностью около  $0,00025 / 2 \cdot 100 = 0,012$  %. Вычислений по нелинейной зависимости не требуется. Для коррекции значения теплотер вычисляем:

$$Q = 4718,335 \cdot (1 - 0,00025 / 2) = 2358,578 \text{ ккал/час}$$

12. Вычисляем:  $\Delta t_w = 2358,577 / (10^3 \cdot 320) = 0,007 \text{ }^\circ\text{C}$

13. Вычисляем месячные тепловые потери неизолированным участком трубопровода:

$$QN = 24 \cdot 2358,578 \cdot 31 / 1000000 = 1,755 \text{ Гкал}$$

**Таблица F1 – Коэффициенты теплопроводности воздуха  $\lambda_{aer} \cdot 10^2$**

$t_n, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$t_n < 0$	-40	1,820	1,813	1,806	1,799	1,792	1,785	1,778	1,771	1,764	1,757
	-30	1,890	1,883	1,876	1,869	1,862	1,855	1,848	1,841	1,834	1,827
	-20	1,960	1,953	1,946	1,939	1,932	1,925	1,918	1,911	1,904	1,897
	-10	2,030	2,023	2,016	2,009	2,002	1,995	1,988	1,981	1,974	1,967
	0	2,100	2,093	2,086	2,079	2,072	2,065	2,058	2,051	2,044	2,037
$t_n \geq 0$	0	2,100	2,106	2,112	2,118	2,124	2,13	2,136	2,142	2,148	2,154
	10	2,160	2,167	2,174	2,181	2,188	2,195	2,202	2,209	2,216	2,223
	20	2,230	2,237	2,244	2,251	2,258	2,265	2,272	2,279	2,286	2,293
	30	2,300	2,307	2,314	2,321	2,328	2,335	2,342	2,349	2,356	2,363
	40	2,370	2,376	2,382	2,388	2,394	2,400	2,406	2,412	2,418	2,424

Таблица F2 – Коэффициенты кинематической вязкости воздуха  $\nu_{air} \cdot 10^2$ 

$t_B, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$t_B < 0$	-40	10,04	9,959	9,878	9,797	9,716	9,635	9,554	9,473	9,392	9,311
	-30	10,80	10,72	10,65	10,57	10,50	10,42	10,34	10,27	10,19	10,12
	-20	11,79	11,69	11,59	11,49	11,39	11,30	11,20	11,10	11,00	10,90
	-10	12,43	12,37	12,30	12,24	12,17	12,11	12,05	11,98	11,92	11,85
	0	13,28	13,20	13,11	13,03	12,94	12,86	12,77	12,69	12,60	12,52
$t_B \geq 0$	0	13,28	13,37	13,46	13,54	13,63	13,72	13,81	13,90	13,98	14,07
	10	14,16	14,25	14,34	14,43	14,52	14,61	14,70	14,79	14,88	14,97
	20	15,06	15,15	15,25	15,34	15,44	15,53	15,62	15,72	15,81	15,91
	30	16,00	16,10	16,19	16,29	16,38	16,48	16,58	16,67	16,77	16,86
	40	16,96	17,06	17,16	17,26	17,36	17,46	17,55	17,65	17,75	17,85



## Библиография:

- [1] СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.
- [2] CEN/TC 164 WG 2 N 0393:2006-11-09 Technical Report – Recommendations inside buildings conveying water for human consumption.
- [3] РД 34.09.255-97 Методические указания по определению тепловых потерь в водяных тепловых сетях.
- [4] СНИП 2.04.14-88 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов
- [5] МДС 41-7.2004 Методика оценки влияния влажности на эффективность теплоизоляции оборудования и трубопроводов.
- [6] МДС 41-4.2000 Методика определения количеств тепловой энергии и теплоносителя в водяных системах коммунального теплоснабжения (практическое пособие к Рекомендациям по организации учета тепловой энергии и теплоносителей на предприятиях, в учреждениях и организациях жилищно-коммунального хозяйства и бюджетной сферы). Москва 2000.
- [7] ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные

**Содержание:**

Traducerea prezentului document normativ în limba rusă .....	52
1 Область применения .....	52
2 Нормативные ссылки.....	52
3 Термины и определения .....	53
4 Общие положения.....	55
5 Расчет потерь тепловой энергии с утечками и неучтенными расходами горячей воды.....	57
5.1 Структура потерь тепловой энергии .....	57
5.2 Расчет потерь тепловой энергии.....	60
6 Расчет потерь тепловой энергии через теплоизоляционные конструкции трубопроводов	62
6.1 Основные положения .....	62
6.2 Основные правила выбора тепловой изоляции.....	62
6.3 Определение нормативных значений потерь тепловой энергии .....	64
6.4 Тепловые потери трубопроводами .....	66
7 Расчет потерь тепловой энергии через теплоизоляционные конструкции оборудования..	68
Апеха А (обязательное) Общие сведения о единицах измерения физических величин, примененных в Методике .....	72
Апеха В (справочное) Пример расчета потерь тепловой энергии с утечками и неучтенными расходами горячей воды.....	73
Апеха С (справочное) Удельные тепловые потери трубопроводами ГВС .....	75
Апеха D (справочное) Расчет удельного количества тепловой энергии, необходимой для нагрева 1 м <sup>3</sup> холодной воды .....	77
Апеха E (справочное) Основное правило выбора «критической» толщины теплоизоляционного слоя.....	80
Апеха F (справочное) Расчет потерь тепловой энергии трубопроводами существующей системы ГВС.....	82
Апеха G (обязательное) Порядок определения потерь тепловой энергии неизолрованными горизонтально расположенными трубопроводами .....	87
Библиография:.....	97

**Конец перевода**

Membrii Comitetului tehnic pentru normare tehnică și standardizare în construcții  
CT-C 10 G „Instalații termice de ventilare și condiționare a aerului”:

Președinte	Leu Vasile	Inginer
Secretar	David Maria	Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor
Membri	Retiș Liudmila	Inginer
	Colomeițeva Tatiana	Inginer
	Maximuk Evghenii	Inginer
	Rotari Elena	Inginer
	Chircu Liudmila	Inginer
	Doncenco Vladimir	Inginer
	Burcut Irina	Inginer
	Galagan Ion	Inginer
	Șevcenco Alexandru	Inginer
Reprezentant al MDRC	Boșneaga Alexei	Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor

Utilizatorii documentului normativ sînt răspunzători de aplicarea corectă a acestuia. Este important ca utilizatorii documentelor normative să se asigure că sînt în posesia ultimei edi ii  i a tuturor amendamentelor.

Informa iile referitoare la documentele normative (data aplicării, modificării, anulării etc.) sînt publicate în "Monitorul Oficial al Republicii Moldova", Catalogul documentelor normative în construcții, în publica ii periodice ale organului central de specialitate al administra iei publice în domeniul construc iilor, pe Portalul Na ional "e-Documente normative în construcții" ([www.ednc.gov.md](http://www.ednc.gov.md)), precum  i în alte publica ii periodice specializate (numai după publicare în Monitorul Oficial al Republicii Moldova, cu prezentarea referin elor la acesta).

Amendamente după publicare:

<b>Indicativul amendamentului</b>	<b>Publicat</b>	<b>Punctele modificate</b>

*Ediție oficială*

**COD PRACTIC ÎN CONSTRUCȚII  
CP G.04.11:2017**

**Metodologia de calcul a pierderilor de căldură,  
a volumului neînregistrat de apă caldă,  
a pierderilor de apă caldă în sistemele comunale de alimentare  
cu apă caldă menajeră  
Partea 2 «Calculul pierderilor de căldură în sistemele comunale de  
alimentare  
cu apă caldă menajeră»**

Responsabil de ediție ing. G. Curilina

---

Tiraj 100 ex. Comanda nr. \_\_\_\_

---

**Tipărit ICȘC "INCERCOM" Î.S.  
Str. Independenței 6/1  
www.incercom.md**