A XIII-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2013

REPERE IMPORTANTE ÎN ISTORIA TERMOMETRIEI

Ion CERNICA, Nadejda BUTENKO

MAIN ASPECTS IN HISTORY OF THERMOMETRY
ВАЖНЫЕ ВЕХИ В ИСТОРИИ ТЕРМОМЕТР

В хронологическом порядке представлены основные моменты которые привели к изобретению термометра. Особое внимание уделено вопросам связанных с установлением постоянных точек шкалы и выбором температурной шкалы. Показан вклад ученных различных стран и основные трудности на пути этого великого изобретения.

Cuvinte cheie: concept, temperatură, termometru, punct fix, scară, grad, sistem
Keywords: concept, temperature, thermometer, lock point, scale, degree, system
Ключевые слова: концепция, температуры, термометр, фиксированной точки, масштаб, степень, системы

1. Introducere

Primele studii experimentale ale fenomenelor termice datează încă de la sfârşitul secolului al XVI-lea – începutul secolului al XVII-lea şi sunt strâns legate de inventarea şi perfecţionarea primului instrument termic de măsurare – termometrul din sticlă cu lichid. Această invenţie a jucat un rol decisiv în dezvoltarea ulterioară a termodinamicii, căci potrivit lui *Richard Becker*, profesor de fizică teoretică de la Universitatea din Göttingen, "noţiunea de temperatură domină întreaga învăţătură despre căldură" [1]. Referindu-se la importanţa

termometrului pentru medicină, medicul *Robert Fludd*, unul din posibilii inventatori ai acestui instrument, încă la etapa de concepere avea să-l caracterizeze ca pe ”o armă puternică în lupta dintre adevăr şi fals” [2].

2. Formularea problemei

Subiectul prezentului studiu îl constituie istoria termometriei. Deşi despre acest subiect important al termodinamicii s-a scris poate că mai mult decât despre altele, puţine lucrări prezintă însă evoluţia termometriei într-un tablou unitar şi fundamental. Excepţie fac lucrările [3-5], care în sensul bun al cuvântului pot fi considerate adevărate referinţe în termometrie.

Pentru oameni de ştiinţă, legaţi de practică şi neobişnuiţi cu tehnica cercetărilor istorice, cum sunt autorii prezentei lucrări, încercarea de a face o analiză temeinică a faptelor şi momentelor, care au stat la baza creării termometrului din sticlă cu lichid, ar însemna o mare îndrăzneală. În această analiză, bazându-ne pe numeroase lucrări, inclusiv [3-5], am căutat să ţinem seama, pe cât era posibil, de cât mai mulţi factori, care la diferite etape au avut o influenţă decisivă asupra acestei invenţii. Totodată, am încercat să stabilim şi să prezentăm posibilităţile tehnice şi ştiinţifice ale trecutului.

3. Inventarea termometrului

Astăzi este practic imposibil să afirmi cu certitudine cui i-a venit în minte primul ideea folosirii proprietăţii aerului de a se dilata la încălzire şi contracta la răcire pentru măsurarea temperaturii corpurilor. Această proprietate a aerului era cunoscută încă lui *Philon din Bizanţ (secolul al III-lea î.Hr.)* şi *Heron din Alexandria (secolul I d.Hr.)* şi era folosită de grecii antici la ridicarea şi coborârea apei în tuburi închise la un capăt şi scufundate cu celălalt capăt în apă [3, 4].

De regulă, majoritatea istoriografilor termometriei atribuie invenţia termometrului genialului om de ştiinţă al epocii Renaşterii *Galileo Galilei (1564–1642)* şi fizicianului olandez *Cornelis Iacobszoon Drebbel (1567–1633)* [3] sau numai lui *Galileo Galilei* [4, 5].

În anii 1592–1593 Galileo Galilei construieşte *un termoscop – prototipul temometrului de astăzi*, – pe care-l demonstrează elevilor săi. Termoscopul lui Galilei era compus dintr-un tub de sticlă, prevăzut la capătul de sus cu o bilă (un balon). La început bila se încălzea uşor (de exemplu, de la căldura mânii), după care se scufunda cu capătul deschis într-un recipient cu apă. Atunci când bila se răcea, apa în tub

se ridica şi se stabilea la un nivel mai sus decât cel din recipient. Dimpotrivă, dacă bila se încălzea, aerul din tub se dilata şi nivelul apei cobora. Astfel, după nivelul apei din tub se putea aprecia, cel puţin calitativ, despre variaţia temperaturii corpului. Tot el a construit aparate în care mici baloane de sticlă se ridicau sau coborau în alcool la variaţia temperaturii.

Aşadar, Galileo Galilei poate fi considerat, pe bună dreptate, primul cercetător care nu numai că a formulat ideea cu privire la variaţia proprietăţilor corpului (în cazul dat a volumului) cu temperatura, dar a şi realizat-o practic sub formă de instrument, numit termoscop [3, 4].

După mărturisirea istoriografilor termometriei [3], Drebbel şi-a construit *barotermoscopul* în anul 1604, independent de Galileo Galilei, şi l-a descris într-o lucrare apărută în 1621 [6]. Barotermoscopul lui Drebbel reprezenta în esenţă tot un termoscop, doar că de o altă construcţie. De remarcat că unii istorici ai ştiinţei şi tehnicii pun la îndoială existenţa barotermoscopului lui Drebbel, numindu-l un mif [3]. În opinia noastră, această invenţie a învăţatului olandez nu poate fi considerată drept un mif, cel puţin din simplul motiv că despre ea au scris mai toţi istoriografii termometriei. Despre barotermoscopul lui Drebbel a scris chiar şi *Giovanni Francesco Sagredo (1571–1620)*, elevul lui Galileo Galilei, într-o scrisoare adresată marelui învăţat [3].

Termoscopul a fost folosit iniţial în medicină, pentru măsurarea temperaturii pacienţilor. Această aplicaţie se datorează în mare parte profesorului de medicină de la Universitatea din Padova *Santorio Santorio (1561–1636)*, contemporan cu Galileo Galilei. În lucrarea sa *„Comentarii despre Galien”*, publicată în anul 1612, se conţine prima descriere care se cunoaşte a unui instrument conceput pentru măsurarea temperaturii [4, 5].

Profesorul Santorio, cunoscut în istorie şi sub numele de Sanctorius, este recunoscut ca primul om de ştiinţă care a făcut investigaţii laborioase asupra stării termice a corpului uman prin măsurări directe cu ajutorul termoscopului [4, 5]. Pentru a aprecia gradul de temperatură şi în dependenţă de acesta să prescrie tratamentul medical adecvat, el a inventat o scară uniformă, făcută din picături de sticlă pe tubul termoscopului.

Este absolut sigur că instrumentele cu balon şi tub capilar erau larg răspândite în rândul oamenilor educaţi din secolul al XVII-lea. De exemplu, fizicianul flamand *Jan Baptista van Helmont (1579–1644)* folosea în experienţele sale un instrument de construcţie similară. La fel, variante îmbunătăţite ale termoscopului întâlnim la 1612 la Santorio Santorio şi medicul *Robert Fludd (1574–1637)*, care-l numea

„spaeculum” [2]. Astfel că a desemna un singur inventator al termometrului din rândul unor oameni de ştiinţă de talia lui Galileo Galilei, Drebbel, Santorio, Sagredo, Fludd, Bacon şi alţii, este practic imposibil. Dar, indiferent dacă inventatorii termometrului au fost Galileo Galilei şi Cornelis Drebbel sau nu, un lucru este cert: prima utilizare a cuvântului *termometru* se găseşte în lucrarea fizicianului francez J. Leurechon *„La Récréation Mathématique”*, publicată în anul 1624, în care apare ca *thermomètre* [4, 5].

Termoscopul descris mai sus, dar şi altele de construcţie similară, erau instrumente imperfecte: ele nu aveau scară, nu indicau de fapt temperatura, ci doar variaţia ei. Mai mult decât atât, indicaţiile termoscoapelor erau eronate, datorită influenţei presiunii atmosferice. Acesta este motivul pentru care până la începutul secolului al XVII-lea nu s-a construit nici un instrument, pe care să-l putem numi termometru în înţelesul deplin al cuvântului.

Pentru a deveni termometru, termoscopul trebuia prevăzut, în primul rând, cu o scară gradată. Această perfecţiune s-a produs mai târziu şi se datorează în mare parte studiilor întreprinse în cadrul Accademiei del Chimento, înfiinţată în anul 1657 la Florenţa. Însă preocupările de gradare a termoscoapelor sunt mai vechi. De exemplu, J. Leurechon încă în anul 1624, în cartea sa, descria construcţia unui termometru prevăzut cu o scară cu 8 gradaţii [4, 5].

Un alt pas important în perfecţionarea construcţiei termometrului a fost făcut în anul 1632, când medicul francez *Jean Rey (1583–1645)* a înlocuit aerul cu un lichid [8].

Altă problemă importantă era găsirea unui astfel de principiu de măsurare a temperaturii, care să nu depindă de variaţia presiunii atmosferice. După cum se ştie astăzi, acest instrument de măsură este termometrul cu lichid [3]. În 1654 *Ferdinando II de’Medici (1610–1670)*, *Mare duce de Toscana*, construieşte la Accademia del Chimento un termometru, înlocuind apa din tub cu alcool colorat şi obturând tubul cu un dop, pentru ca aerul să nu mai exercite presiune asupra lichidului termometric. Nivelul atins de lichidul termometric într-o pivniţă adâncă a fost marcat cu valoarea 0, însă diviziunile deasupra şi dedesubtul lui 0 erau arbitrare. Termometrul era gradat prin diviziuni marcate prin picături mici din sticlă şi ataşate pe tub.

Aşadar, în a doua jumătate a secolului al XVII-lea erau deja în uz forme avansate de termometre pentru scopuri medicale, ştiinţifice şi meteorologice. Acestea erau adesea construite sub formă de spirală, pentru a asigura o suficientă lungime termometrelor care aveau un număr mare de diviziuni (până la 300).

Chiar şi cu perfecţiunile aduse, instrumentele învăţaţilor florentini nu prezentau termometre veritabile, deoarece scara lor era arbitrară, punctele fixe lipseau sau se alegeau arbitrar, de exemplu, după cea mai rece zi de iarnă sau caldă de vară la Florenţa. Evident, indicaţiile acestor instrumente nu puteau fi comparate între ele. Cu toate acestea, anume cu instrumentele construite de ei învăţaţii florentini au descoperit o serie de fenomene termice, printre care se cade de enumerat: constanţa punctului de topire al gheţii; diferenţa între dilatarea sticlei şi a lichidului termometric; radiaţia termică a corpurilor incandescente ş.a. Succesele înregistrate de Accademia del Chimento în studierea fenomenelor termice au accelerat eliminarea celui mai important inconvenient al termometrului, şi anume: scara gradată arbitrar. Învăţaţii florentini înţelegeau destul de bine că numai prin înlăturarea acestui dezavantaj se poate construi un instrument cu mari posibilităţi de studiere cantitativă a proceselor termice.

4. Puncte fixe termometrice

Primele perfecţiuni aduse termometrului din sticlă cu lichid sunt legate de stabilirea unor puncte fixe ale scării, bazate pe fenomene termice reproductibile în aceleaşi condiţii. Pe parcursul secolului al XVII-lea şi prima jumătate a secolului al XVIII-lea au fost propuse mai multe puncte fixe, fără să se ajungă la un consens asupra lor [3-5].

Tabelul 1

Autorul propunerii	Anul	Puncte fixe termometrice
1	2	3
Santorio Santorio	1600	Flacăra lumânării şi zăpada
Accademia del Chimento	1640?	Cel mai sever rece din timpul iernii şi cel mai intens cald din timpul verii
Otto von Guericke	1660?	Primul îngheţ din timpul nopţii
Robert Hooke	1660	Fierberea şi solidificarea apei pure
Robert Boyle	1665	Coagularea uleiului de anason şi solidificarea apei distilate
Christian Huygens	1665	Fierberea şi solidificarea apei distilate
Joakim Dalancé	1688	Solidificarea apei şi topirea untului
Carlo Renaldini	1694	Topirea gheţii şi fierberea apei
Isaac Newton	1701	Topirea zăpezii şi caldul sângelui
Guillaume Amontons	1702	Fierberea apei
Ole Rømer	1702	Amestec gheaţă/sare şi fierberea apei
Daniel Gabriel Fahrenheit	1720	Amestec gheaţă/apă/sare, amestec gheaţă/apă şi temperatura corpului uman
R.A.F. de Réaumur	1730	Solidificarea apei

Joseph-Nicolas Delisle	1732	Fierberea şi solidificarea apei pure
Anders Celsius	1742	Topirea gheţii şi fierberea apei
Encyclopedia Britannica	1771	Solidificarea apei şi coagularea parafinei

Tabelul 1 prezintă o sinteză a celor mai folosite puncte fixe până spre sfârşitul secolului al XVIII-lea [5, 7]. De exemplu, primarul oraşului Magdeburg *Otto von Guericke (1602–1686)* a propus ca punct fix al scării *primul îngheţ în timpul nopţii*. Caracterul arbitrar al unei asemenea alegeri era absolut evident. Stabilind prin anul 1660 *constanţa punctelor de îngheţ şi de fierbere ale apei pure*, cunoscutul mecanician englez *Robert Hooke (1635–1703)* a fost primul care a propus folosirea lor ca puncte fixe ale scării. O idee similară a fost înaintată în anul 1665 de către marele fizician olandez *Christian Huygens (1629–1695)*. Tot el, cu zece ani mai înainte, a atras atenţia asupra comodităţii alegerii punctului de fierbere al apei ca punct fix al scării scriind „...atunci nu va fi necesară trimiterea termometrului dintr-un loc în altul, pentru a compara gradul de încălzire observat” [3]. O propunere similară a fost făcută în anul 1694 de către *Carlo Renaldini (1615–1698)* de la Accademia del Chimento, care a propus totodată împărţirea acestui interval în părţi egale şi extrapolarea scării. Iniţial propunerea nu a fost acceptată, deoarece temperatura de fierbere a apei depinde de presiune, influenţată de altitudinea unde se efectuează experienţa.

Au fost şi propuneri cu totul amuzante, cele mai ridicole fiind *punctul de coagulare al uleiului de anason*, promovat de *Robert Boyle (1627-1691)* ca punct fix inferior, şi *punctul de topire al untului* propus de *Joakim Dalancé (1640-1707?)* drept punct fix superior al scării [5, 7]. Însă, pe la sfârşitul secolului al XVII-lea şi începutul secolului al XVIII-lea tot mai des în construcţia termometrelor se folosesc ca puncte fixe punctele de îngheţ şi de fierbere ale apei pure la presiunea atmosferică normală sau unul din ele. Astfel, fizicianul francez *Guillaume Amontons (1663-1705)* a construit în 1695 un termometru bazat pe variaţiile de presiune ale unei mase constante de aer, precursor al termometrului actual cu hidrogen [3, 4]. Termometrul lui Amontons avea scara gradată pe baza celor două puncte fixe menţionate. Spre mijlocul secolului al XVIII-lea s-a ajuns chiar şi la un consens general asupra folosirii punctelor de solidificare şi de fierbere ale apei pure la presiunea atmosferică normală ca puncte fixe preferate pentru termometrie [3-5, 7].

5. Scări empirice de temperatură

De o importanţă nu mai mică era problema alegerii scării termometrice, deoarece până la mijlocul secolului al XVII-lea nu fusese

făcută nici o tentativă serioasă pentru a pune la punct o scară standardizată, unanim acceptată. Mărturie în acest sens stă nemulţumirea exprimată de către *Edmond Halley (1656-1742)*, secretarul Societăţii Regale din Londra, faţă de termometrele construite în acea perioadă: „Nu pot să cred că niciunul dintre ele ... nu a fost vreodată construit sau calibrat astfel încât să se poată conchide ce înseamnă gradele sau diviziunile; nici că ele nu au fost niciodată gradate astfel, ci cu etaloane păstrate de fiecare lucrător, în parte, fără un acord sau o raportare la un altul" [5].

De-a lungul timpului, în funcţie de modul de alegere a originii scării, de punctele fixe alese arbitrar, de valorile numerice atribuite acestora, de substanţele termometrice folosite şi de unităţile acceptate pentru temperatură, au fost construite mai multe scări de temperatură, numite *scări empirice* sau *practice*, cele mai importante fiind *scările Fahrenheit, Réaumur şi Celsius* [2-5, 7].

Prima scară empirică de temperatură a fost inventată de Fahrenheit, în anul 1720, care şi-a definit scara prin intermediul a trei puncte fixe: punctul în care se obţine un amestec de gheaţă, apă pură şi sare, considerat drept punct zero al scării; punctul în care se obţine un amestec de gheaţă şi apă pură şi temperatura corpului uman sănătos. El a împărţit intervalul dintre punctele fixe în mod egal, în grade. În anul 1724 substituie amestecul de gheaţă, apă pură şi sare printr-un amestec de gheaţă, apă pură şi clorură de amoniu şi precizează valorile celor trei puncte fixe pe scara sa: 0 º, 32 º şi 96 º. Pe această scară, punctul de îngheţ al apei era marcat cu +32 º, iar temperatura corpului uman sănătos era definită la +96 º. Iniţial, temperatura de fierbere a apei la presiunea atmosferică normală nu s-a normat. Mai târziu, punctului de fierbere al apei i s-a atribuit valoarea +212 º, ceea ce înseamnă că cele două puncte fixe – punctul de topire al gheţii şi punctul de fierbere al apei – se află la o diferenţă de 180 de unităţi. Astfel că unitatea temperaturii pe scara Fahrenheit se defineşte ca fracţiunea 1/180 din intervalul cuprins între temperaturile de îngheţ şi de fierbere ale apei pure la presiunea atmosferică normală. Temperatura pe această scară se notează prin simbolul t_F şi se exprimă în grade Fahrenheit (ºF).

Există opinia precum că Fahrenheit ar fi preluat ideea punctelor fixe de la astronomul danez *Ole Rømer (1644-1710)*, pe care l-a vizitat în anul 1708. Scara Fahrenheit este folosită şi astăzi în ţările anglo-saxone (America de Nord, Marea Britanie şi Jamaica). În anul 1730 fizicianul francez *René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683–1757)* construieşte un termometru veritabil cu alcool şi propune o scară mai

simplă, în care reperul zero reprezintă punctul de topire al gheţii, iar reperul 80 punctul de fierbere al apei. Ultima valoare a fost aleasă de savant nu întâmplător. Potrivit observaţiilor sale, lichidul termometric, încălzit între cele două puncte fixe, se dilată exact cu 80/1000 unităţi din volumul său iniţial. Primele termometre construite de Réaumur erau umplute cu alcool. La scurt timp, el construieşte numai termometre cu mercur, care aveau să obţină o largă răspândire în Europa, în special, în Franţa, Germania şi Rusia. Începând cu anul 1790, Franţa înlocuieşte scara Réaumur cu scara Celsius. În zilele noastre scara Réaumur are o arie de utilizare restrânsă. Temperatura pe scara Réaumur se notează cu t_{Re} şi are ca unitate gradul Réaumur (ºRe). Acesta reprezintă fracţiunea 1/80 din intervalul cuprins între punctul de topire al gheţii şi cel de fierbere al apei la presiunea atmosferică normală.

În anul 1732 astronomul francez *Joseph-Nicolas Delisle (1688–1768)* inventează o scară asemănătoare cu scara Réaumur. Originea scării Delisle este temperatura de fierbere a apei, iar temperatura pe această scară are ca unitate gradul Delisle (ºD), definit ca fiind variaţia temperaturii care produce o reducere a volumului mercurului cu 1/100000 unităţi din volumul său iniţial. S-a determinat, astfel că temperaturii de solidificare a apei pe această scară îi corespunde valoarea 2400 ºD. Peste şase ani medicul *Josias Weitbrecht (1702–1747)*, care era coleg cu Delisle la Academia de Ştiinţe din Sankt–Petersburg, împarte intervalul dintre punctele de îngheţ şi de fierbere ale apei în 150 de diviziuni. Mai târziu, *Mihail Vasilievici Lomonosov (1711–1765)* a inversat cele două puncte fixe introduse de Delisle, punctului de topire al gheţii atribuindu-i valoarea 0 ºD, iar punctului de fierbere valoarea 150 ºD. În varianta modernizată de Lomonosov şi Weitbrecht, scara Delisle a avut o utilizare largă în Rusia.

Evident, cea mai cunoscută scară empirică de temperatură este *scara centigrad* sau *scara centizimală* a fizicianului şi astronomului suedez *Anders Celsius (1701–1744)*, care a propus această scară în anul 1742 şi în care reperul zero reprezintă punctul de fierbere al apei pure, iar reperul 100 – punctul de topire al gheţii [8]. Este de presupus că o astfel de alegere a valorilor celor două puncte fixe termometrice nu a fost deloc întâmplătoare; ea a fost dictată de dorinţa lui Celsius de a avea pe scara sa valori pozitive sub punctul de topire al gheţii. Se pare că el nu era deranjat de valorile negative ale temperaturilor peste punctul de fierbere al apei.

Un an mai târziu fizicianul francez *Jean-Pierre Cristin (1683–1755)* a inversat cele două puncte introduse de Celsius şi a definit punctul de topire al gheţii şi punctul de fierbere al apei ca fiind 0 °, respectiv 100 °. Prioritatea inversării punctelor fixe pe scara Celsius este revendicată astăzi de diferite surse bibliografice. Se afirmă că ar fi marele botanist suedez *Carl Linné (1707–1778)* în anul 1745, care folosea termometrul inventat de Celsius la măsurarea temperaturii din răsadniţe şi sere, sau în anul 1750 *Märten Ströme*, un prieten şi colaborator ştiinţific al lui Celsius de la Universitatea din Uppsala.

Indiferent cine a inversat cele două puncte fixe, oricum a rezultat scara centigrad, numită aşa datorită diferenţei de 100 de unităţi dintre cele două puncte fixe alese. Treptat, scara centigrad a devenit populară în întreaga lume. La reuniunea a IX-a a Conferinţei Generale pentru Măsuri şi Greutăţi din 1948 scara centigrad a fost redenumită în scară Celsius.

Temperatura pe scara Celsius se notează cu t şi are ca unitate gradul Celsius (ºC). Până în 1954 gradul Celsius reprezenta fracţiunea 1/100 din temperatura punctului de fierbere al apei pure la presiunea atmosferică normală. Scara Celsius modernă este definită, conform convenţiilor internaţionale, prin două puncte fixe: punctul zero absolut şi punctul triplu al apei, cărora le corespund valorile -273,15 ºC şi 0,01 ºC, rezultând astfel pentru gradul Celsius o variaţie a temperaturii egală cu fracţiunea 1/273,16 din intervalul cuprins între punctul triplu al apei şi punctul zero absolut.

Cam în acelaşi timp, Guillaume Amontons, bazându-se pe conceptul de temperatură termodinamică, creează prima scară a gazului perfect [3, 4]. Pentru a-şi fundamenta metoda aplicată la construirea scării, el a făcut numeroase experienţe cu un termometru cu gaz la volum constant, folosind aer ca mediu termometric.

Studiind relaţia dintre temperatură şi presiunea gazelor, Amontons a observat că mici variaţii ale temperaturii produc variaţii corespunzătoare ale presiunii. Aceasta înseamnă că temperatura gazului este proporţională cu presiunea sa şi că, în consecinţă, ar fi nevoie de un singur punct fix pentru a defini o scară. Dar propunerea genială a lui Amontons nu a fost acceptată de fizicienii vremii, cel mai probabil pentru motivul foarte întemeiat că termometrul cu gaz, inventat de savant, era un instrument complicat, voluminos şi dificil de folosit [4, 5]. La vremea ceea nu s-a înţeles că o scară definită numai printr-un singur punct fix poate să aibă o semnificaţie fizică mult mai relevantă decât scara empirică Fahrenheit. A trebuit să treacă însă câteva secole ca oameni de ştiinţă de talia lui *William Thomson (1824-1907)* şi *Dmitri*

Ivanovici Mendeleev (1834-1907) să ajungă la această idee minunată, materializată abia în anul 1954 în scara termodinamică de temperatură.

6. Concluzii generale

Pe baza studiului efectuat se pot evidenţia următoarele etape în conceperea şi realizarea termometrului cu lichid din sticlă:

1. Termoscopul construit la sfârșitul secolului al XVI-lea era un instrument imperfect: nu avea scară, nu indica temperatura, ci doar variaţia ei, iar indicaţiile erau influenţate de presiunea atmosferică.

2. În a doua jumătate a secolului al XVII-lea apar forme avansate de termometre. Deoarece scara era arbitrară şi punctele fixe lipseau sau se alegeau arbitrar, indicaţiile termometrelor nu puteau fi comparate între ele.

3. La sfârşitul secolului al XVII-lea şi începutul secolului al XVIII-lea tot mai des în construcţia termometrelor se folosesc ca puncte fixe punctele de îngheţ şi de fierbere ale apei pure la presiunea atmosferică sau unul din ele.

4. În prima jumătate a secolului al XVIII-lea au fost inventate scările empirice de temperatură Fahrenheit, Réaumur şi Celsius.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Becker*, R., *Theorie der Wärme.* Berlin–Göttingen–Heidelberg, 1995.

[2] Mareš, J., *On the development of the temperature concept*, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, nr.60/2000, pag. 1081-1091.

[3] Гельфер, Я. М., *История и методология термодинамики и статистической физики*. Высшая школа, Москва, 1981.

[4] Quinn, T. J., *Les origines de la thermomtrie et l'évolution des échelles de la température*, Bulletin BNM, nr. 99/1995, pag. 9-17.

[5] Gaiţă, S., *Contribuţii la realizarea etalonului primar al unităţii de temperatură în domeniul cuprins între punctul triplu al argonului (-189,3442 ºC) şi punctul de solidificare al argintului (961,78 ºC)*, Teză de doctorat, Bucureşti, 2007.

[6] *Drebbel, C. la., Een kort Tractaet van de Natuere der Elementen*. Haarlem, 1621.

[7] Chang, H., *Inventing Temperature: Measurement and Scientific Progress.* Oxford University Press, 2004.

[8] Lindsay, R. B., *The Temperature Concept for Systems in Equilibruim; Temperature, Its Measurement and Control in Science and Industry*, vol.3. Reinhold Publishing Corporation, New York, 1962, pag. 3-13.

Conf. Dr. Ing. Ion CERNICA,
Facultatea de Energetică,
e-mail: ion_cernica@yahoo.com

Lector superior Nadegda BUTENKO,
Facultatea de Energetică,
Universitatea Tehnică a Moldovei