

JISMLAMING ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH

Xayriddinov B E¹, G'aniyev S Y²

1. Qarshi davlat universiteti professori
2. Qarshi davlat texnika universiteti assistenti

Annotatsiya

Materiallarning issiqlik o'tkazuvchanligini aniqlashning laboratoriya qurilmasida amaliy o'tkazildi. O'quv va laboratoriya jihozlari konstruktiv jihatdan qurilmadagi tayanch bo'lib, tajribalar o'tkazish uchun eksperimental modullar bilan jihozlangan. Laboratoriya jarayonida ikkita materialning issiqlik o'tkazuvchanligi aniqlandi.

Анотация

На лабораторной установке был проведен практический эксперимент по определению теплопроводности материалов. Конструктивно основу прибора составляет учебно-лабораторное оборудование, оснащенное экспериментальными модулями для проведения экспериментов. В лабораторных условиях была определена теплопроводность двух материалов.

Qisqa nazariy ma'lumotlar

Issiqlik o'tkazuvchanlik Furye qonuni

Issiqlik o'tkazuvchanlik-jismlarning zarrachalarning tartibsiz harakati orqali xarorati yuqori qizdirilgan qismlardan xarorati pastroq qizdirilgan qismlarga o'tkazish qobiliyati.

Bir-biridan y masofada joylashgan ikkita parallel plastinalar orasida harorati t_0 ga teng bo'lgan qattiq qatlamini ko'rib chiqamiz. Vaqt $\tau = 0$ bo'lsa, pastki plastinkaning harorati T_0 dan T_1 qiymatiga ko'tariladi, keyingi vaqtgacha o'zgarmaydi. Natijada, qatlam ichidagi harorat vaqt o'tishi bilan o'zgaras tekis taqsimlana boshlanadi.

Statsionar sharoitda harorat farqini $\Delta T = T_1 - T_0$ ushlab turish uchun doimiy issiqlik oqimi Q talab qilinadi. Yetarlicha kichik qiymatlar uchun ΔT nisbati to'g'ri

$$\frac{Q}{F} = \lambda \frac{\Delta T}{Y} \quad (1)$$

unga ko'ra, F qatlamining sirt maydoni birligi orqali issiqlik uzatish tezligi y masofasidagi harorat farqiga mutanosibdir. Proportsionallik koeffitsiyenti λ moddaning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti deb ataladi.

Tenglama (1) plastinalar orasidagi bo'shliq nafaqat qattiq, suyuqlik yoki gaz bilan to'ldirilgan holatlarda ham amal qiladi, agar konvektsiya va nurlanish bo'lmasa. Shunday qilib, bu nisbat qattiq moddalar, suyuqliklar va gazlardagi issiqlik o'tkazuvchanlik jarayonini tavsiflaydi.

Agar y o'qining musbat yo'nalishi bo'yicha qatlam yuzasi birligi (issiqlik oqimining zichligi) orqali issiqlik uzatish tezligi y bilan belgilansa, u holda $y \rightarrow 0$ da nisbat (1) shaklni oladi

$$q_y = -\lambda \frac{dT}{dy} \quad (2)$$

Ushbu tenglama Furiye issiqlik o'tkazuvchanlik qonunining bir o'lchovli formulasidir. Demak, issiqlik o'tkazuvchanlik qonuniga quyidagi ko'rinishga ega bo'lishi mumkin: issiqlik o'tkazuvchanlik zichligi shartli harorat tezligi gradienti haroratga mutanosibdir. (2) tenglamadagi minus belgisi issiqlik haroratning pasayishi yo'nalishi bo'yicha tarqalishini anglatadi.

Harorat har uch yo'nalishda ham o'zgarib turadigan izotropik muhitda (izotropik muhit issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ issiqlik uzatish yo'nalishiga bog'liq bo'lmagan muhit deb ataladi), har bir yo'nalish uchun (2) quyidagi nisbat yoziladi:

$$q_x = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x}, \quad (3)$$

$$q_y = -\lambda \frac{\partial T}{\partial y}, \quad (4)$$

$$q_z = -\lambda \frac{\partial T}{\partial z}. \quad (5)$$

Ushbu nisbatlar vektor nisbatining proektsiyasidir

$$\vec{q} = -\lambda \nabla T \quad (6)$$

bu Furrye qonunining uch o'lchovli formulasi. Ushbu qonunga ko'ra, issiqlik oqimi zichligi vektori $\vec{q}$ harorat gradientiga mutanosib va gradient yo'nalishiga qarama-qarshi tomonga yo'naltirilgan. Harakatlanuvchi doimiy muhitda (suyuqlik yoki gaz) vektor $\vec{q}$ muhitning mahalliy tezligiga nisbatan issiqlik oqimining zichligi mavjud.

Qattiq jismlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti moddaning fizik xususiyati hisoblanadi. Bu moddaning tabiatiga, uning agregat holatiga, harorat va bosimga (gazlar uchun) bog'liq. Ko'pgina hollarda issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining qiymatlari eksperimental ravishda aniqlanadi va ilovalarda mavjud [1, 2].

Murakkab holatlarda issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti har doim ham hisoblab chiqilmaydigan yoki aniq eksperimental ta'rifga ega bo'lmagan turli xil omillarga bog'liq. Masalan, g'ovakli materiallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti bo'shliqlarning hajm ulushiga, teshiklarning hajmiga, shuningdek teshiklarni to'ldiradigan suyuqlik yoki gazning fizik xususiyatlariga bog'liq. Kristalli moddalar bo'lsa, issiqlik o'tkazuvchanligiga kristalli fazaning tabiati va kristallitlarning kattaligi sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Amorf jismlarda molekulalarning orientatsiya darajasi muhim rol o'ynaydi.

Metalllar metall bo'lmaganlarga qaraganda yaxshiroq issiqlik o'tkazuvchilardir va kristall jismlar issiqlikni amorflarga qaraganda yaxshiroq o'tkazadi. Quruq g'ovakli materiallar juda past issiqlik o'tkazuvchanligiga ega, shuning uchun ular ko'pincha issiqlik izolyatorlari sifatida ishlatiladi. Ko'pgina sof metallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti harorat oshishi bilan kamayadi, metall bo'lmaganlarda esa ortadi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini statsionar usullar bilan aniqlash

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlashning mavjud statsionar usullari statsionar issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasining echimlariga asoslanadi

$$\nabla^2 T = 0, \quad (7)$$

bu yerda ∇^2 - Laplas qonuni; $\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$; T - harorat; x,y,z - kuzatish nuqtasining koordinatalari.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini eksperimental aniqlashda, qoida tariqasida, ular bir o'lchovli harorat maydonini yaratishga intilishadi.

Shunday qilib, birinchi turdagi chegara sharoitida tekis, silindrsimon va sharsimon qatlamlarning bir o'lchovli harorat maydoniga nisbatan (7) tenglamaning echimi beradi

$$\lambda = \frac{KQ}{t_{ct1} - t_{ct2}} \quad (8)$$

bu yerda Q -issiqlik oqimi, ВТ; t_{ct1} , t_{ct2} -qatlamning tashqi va ichki yuzasining harorati, К; K -o'rganilayotgan namunaning shakli va hajmiga qarab koeffitsient, m^{-1} .

Cheksiz tekislik (K_n) va silindrsimon qatlam (K_u), shuningdek sharsimon qatlam ($K_{ш}$) uchun koeffitsientlar formulalar bo'yicha hisoblanadi

$$\begin{aligned} K_n &= \frac{\delta}{F}; \\ K_u &= \left(\ln \frac{d_2}{d_1} \right) \frac{1}{2\pi l}; \\ K_{ш} &= \left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} \right) \frac{1}{2\pi} \end{aligned} \quad (9)$$

bu yerda δ - tekis qatlamning qalinligi; F -issiqlik oqimi yo'nalishi bo'yicha normal bo'lgan tekis qatlamning sirt maydoni d_1 , d_2 -silindrsimon yoki sharsimon qatlamning ichki va tashqi diametrlari; l -silindrsimon qatlamning balandligi.

(8) formuladan kelib chiqadiki, o'rganilayotgan materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlanadi.

Statsionar rejimda o'rganilayotgan namunadan o'tadigan q issiqlik oqimini va uning izotermik yuzalarining haroratini o'lchash kerak. Formula (8) issiqlik o'tkazuvchanligidan boshqa issiqlik uzatish usullari bo'lmagan taqdirda qattiq jismlarda, shuningdek suyuqlik va gazlarda harorat taqsimotini tavsiflaydi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti haroratga bog'liq bo'lsa, (8) formuladan o'rganilayotgan namunada kichik harorat farqi bo'lishi sharti bilan foydalanish mumkin.

Uslubiy soddaligiga qaramay, tegishli koeffitsientlarni aniqlash uchun statsionar issiqlik o'tkazuvchanlik usullarini amaliy qo'llash o'rganilayotgan namunalarda bir

o'lchovli harorat maydonini yaratish va issiqlik yo'qotishlarini hisobga olishda qiyinchiliklarga duch keladi.

Bundan tashqari, statsionar usullar qurilmaning statsionar issiqlik rejimiga chiqish muddati tufayli tajriba o'tkazish uchun ko'p vaqt talab etadi.

Issiqlik o'tkazuvchanligi past bo'lgan issiqlik izolyatsion materiallarni o'rganishda ($\lambda \leq 2,3 \text{ Wt/mK}$), sinov materialining namunasi ingichka plastinka shaklida bo'lganda, cheksiz tekis qatlam usuli keng qo'llaniladi. Harorat farqini yaratish uchun plastinkaning bir yuzasi isitiladi, ikkinchisi esa sinov namunasi siqilgan qurilmalar yordamida sovutiladi.

Issiqlik o'tkazuvchanligi past bo'lgan materiallarning o'rganilayotgan namunalarining geometrik o'lchamlarini tanlashda shartni bajarish kerak $\delta \leq (1/7 \dots 1/10)D$ (D -harorat maydonining bir o'lchovlilikini ta'minlaydigan dumaloq plastinkaning diametri yoki kvadrat tomoni). Namunaning yon yuzalaridan issiqlik yo'qotilishini bartaraf etish uchun issiqlik izolatsiyasi qo'llaniladi.

Usulning kamchiliklari namunaning isitgich va muzlatgich sirtlari bilan aloqa qilish joylarida yuzaga keladigan issiqlik qarshiligini yo'q qilish bilan bog'liq qiyinchiliklarni o'z ichiga oladi. Kontakt qarshiligi tufayli issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlashda xato 1,5-3,0 mm namunaning qalinligi bilan 10-20 % ga etishi mumkin va o'rganilayotgan materialning issiqlik o'tkazuvchanligi oshishi bilan yanada kattalashadi. Kontakt termal qarshiligini kamaytirish uchun namuna va issiqlik almashinuvchilari sirtlari ehtiyotkorlik bilan ishlov beriladi va yaxshi aloqani ta'minlash uchun sezilarli siqish kuchlari yaratiladi.

Moddalarning termofizik xususiyatlarini eksperimental o'rganish amaliyotida tavsiflangan usul bilan bir qatorda, cheklanmagan silindrsimon qatlam usuli ham keng qo'llanildi, bu yerda sinov materialining namunasi ichki tomondan (yoki tashqi tomondan) isitiladigan silindrsimon ichi bo'sh quvur shaklida beriladi.

Ommaviy materiallarning issiqlik o'tkazuvchanligini o'rganish uchun namuna to'p devorining shakli berilganda to'p qatlami usuli qo'llaniladi. Bunday holda, k koeffitsienti (9) formula bo'yicha hisoblanadi.

Adabiyotlar ro'yxat

1. *Миснар А.* Теплопроводность твердых тел, жидкостей, газов и их композиций. - М.: Мир, 1968.
2. *Цедерберг Н.В.* Теплопроводность газов и жидкостей. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963.
3. *Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С.* Теплопередача: Учебник для вузов. - М.: Энергоиздат. 1981.
4. *Берд Р., Стьюарт В., Лайтфут Е.* Явления переноса. - М.: Химия, 1974.
5. Лабораторный практикум по термодинамике и теплопередаче. / Под ред. В.И. Крутова и Е.В. Шишова. - М.: Высшая школа, 1988.