

METROLOGIK O'LCHASHLARGA HARORATNING TA'SIRI

Norboyev Usmon Nurbobo o'g'li

O'zbekiston Milliy Metrologiya Instituti Samarqand filiali mutaxassisi.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15247373>

Annotatsiya. Mazkur maqolada metrologik o'lchashlar vaqtida atrof muhit haroratining o'lchashlar xatoligiga ta'siri va o'lchash vositalarining harorat natijasida kengayish darajasi haqida so'z boradi.

Kalit so'zlar: Metrologiya, harorat, chiziqli kengayish, o'lchash noaniqligi.

EFFECT OF TEMPERATURE ON METROLOGICAL MEASUREMENTS

Abstract. This article will talk about the impact of ambient temperature on measurement error during Metrological measurements and the degree of expansion of measuring instruments as a result of temperature.

Keywords: Metrology, temperature, linear expansion, measurement uncertainty.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматривается влияние температуры окружающей среды на погрешность измерений при метрологических измерениях и степень расширения измерительных приборов под воздействием температуры.

Ключевые слова: метрология, температура, линейное расширение, неопределенность измерений.

Bizga ma'lumki metrologiyaning asosiy vazifasi bu o'lchashlarning yagona birlikda va talab qilinadigan aniqlikda bo'lishini ta'minlashdan iborat. Buning uchun esa o'z navbatida yuqori aniqlikka ega bo'lgan o'lchash vositalari talab qilinadi. Shu o'rinda o'lchash vositalariga ham qo'yiladigan asosiy talab o'ziga biriktirilgan kattalik o'lchovini saqlashdan iborat, ya'ni soda qilib aytganda uchunlik o'lchovi uchun mo'ljallangan 1 metrlik lineykaning vazifasi shu 1 metr uzunlikni saqlashi va tashqi ta'sirlarga chidamli bo'lishi kerak. Shu sababli ham aksariyat o'lchash vositalari deformatsiyaga chidamli materiallardan yasaladi.

Lekin qanchalik deformatsiyaga chidamli bo'lsa ham bu materiallar harorat ta'sirida kengayishi yoki torayishi mumkin. Xo'sh bu qanday sodir bo'ladi va u o'lchashlarning aniqligiga qanchalik ta'sir qiladi. Quyida biz qattiq jismlarning issiqlik ta'sirida hajmiy o'zgarishi qanday kechini o'rganamiz.

Demak, tabiatda biz bilgan moddalar 3 xil agregat holatda bo'ladi, ya'ni qattiq, suyuq va gaz holatda. Har bir agregat holatdagi moddalarning molekulyar tuzilishi bir-biridan farq qiladi.

Gazlarda molekulalar erkin harakatlanib yuradi, shu sababdan aniq shaklga va hajmga ega bo'lmaydi. Suyuqliklarda esa biroz boshqacha, suyuqliklarda ham molekulalar erkin harakatlanish imkoniga ega, lekin ular bir-biri bilan zich joylashganligi tufayli shakli o'zgarsa ham hajmini saqlash xossasiga ega. Qattiq jismlarda esa molekulalar aniq strukturaga ega kristal panjaralar bilan o'zaro bog'langan va shuning hisobiga o'zining doimiy shakli va hajmiga ega.

Qattiq jismning fazoviy panjarasini tashkil qiluvchi har bir zarra (atom yoki ion) muvozanat vaziyat atrofida tebranib turadi. Qattiq jismning ichki energiyani mana shu tebranishlarning energiyasidan iboratdir. Qattiq jismlardagi zarralarning issiqlik harakati, gaz va suyuqliklardagi zarralarning issiqlik harakatidan shuning uchun farqlanadi. Gazlarda alohida molekulalar erkin uchib yuradi va bir-biri bilan faqat elastik to'qnashishlarga uchraydi; gazlarda diffuziya jarayoni tezlik bilan o'tishiga olib keladi.

Suyuqliklarda esa molekulalar o'zining tartibsiz harakati tufayli qo'shni molekulalar bilan uzluksiz tebranib turadi. Suyuqliklarda ham, gazlardagiga nisbatan sekinroq bo'lsada diffuziya mavjuddir. Ammo qattiq jismlarda zarralar (atom va ion) ma'lum muvozanat atrofida tebranib tursada, bir joydan ikkinchi kamdan kam holda joyga o'tishi mumkin, shu sababli diffuziya juda sekin bo'ladi. Qattiq jismning temperaturasi ko'tarilsa, zarralarning muvozanat vaziyatlardan chetlanishlari ko'payadi. Bu qattiq jismni issiqlikdan kengayishiga olib keladi.

Ma'lumki, qattiq jismning 273 K temperaturadagi uzunligini L_0 ga teng deb olib, uning ΔT temperaturagacha ($\Delta T = T - T_0$) qizdirgandagi ΔL uzayishini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \quad (1)$$

bunda α – qattiq jismning issiqlikdan chiziqli kengayishi koeffitsiyenti. Bundan jismning T temperaturadagi L_T uzunligi;

$$L_T = L_0 + \Delta L = L_0 (1 + \alpha \Delta T) \quad (2)$$

ya'ni qattiq jismning uzunligi temperatura bilan chiziqli bog'lanishda o'said.

Qattiq jismlar uchun chiziqli kengayish koeffitsiyenti kichik bo'lib, ular 10^{-5} va $10^{-6} \text{ grad}^{-1}$ ga yaqin kattalik atrofida bo'ladi. Agar (2) dan α ni aniqlasak

$$\alpha = \frac{1}{\Delta T} \cdot \frac{\Delta L}{L_0} \quad (3)$$

ni topamiz. Demak, α jismning nisbiy chiziqli kengayishi $\frac{\Delta L}{L}$ ning temperatura o'zgarishi ΔT ga nisbati bilan aniqlanadi:

$$\alpha = \frac{1}{\Delta T} \cdot \frac{\Delta L}{L} - \frac{1_M}{K \cdot M} = 1K^{-1}.$$

Chiziqli kengayish natijasida jismning hajmi ham kattalashadi. Qirralarining uzunligi L_0 bo'lgan kub shaklidagi jismning ko'z oldimizga keltiraylik; uning L_0^3 ga teng bo'lgan dastlabki hajmini V_0 orqali belgilaymiz. U holda T temperaturadagi hajm

$$V = L_0^3 (1 + \alpha \Delta T)^3 = V_0 (1 + \alpha \Delta T)^3.$$

Bu ifodadagi $(1 + \alpha \Delta T)$ binomni kubga oshirib, α^2 hamda α^3 qatnashgan hadlarni etiborga olsak,

$$V = V_0 (1 + 3\alpha \Delta T)$$

bo'ladi. 3α ni β orqali belgilasak,

$$V = V_0 (1 + \beta \Delta T) \quad (4)$$

Bu yerdagi kattalik β qattiq jismning issiqlikdan hajmiy kengayish koeffitsiyenti deyiladi.

Anizotron kristallarda chiziqli kengayish koeffitsiyenti α turli yo'nalishlar uchun turlicha bo'ladi. Natijada kristall kengaygandan so'ng, o'ziga o'xshash bo'lmay qoladi: kristall o'z shaklini o'zgartiradi. Ammo kristallning to'g'ri chiziqli issiqlikdan kengayishi, to'g'ri chiziqligicha qolaveradi. Bu yo'nalishlar kristallografik o'qlar deyiladi. Issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti α ning mana shu yo'nalishlar bo'yicha olingan qiymatlari bosh qiymatlar deyiladi.

Umumiy holda kristallar uchta shunday o'qqa va issiqlikdan chiziqli kengayishning uchta bosh koeffitsiyenti α_1 , α_2 va α_3 ga egadir. Kristallning hajmiy kengayish koeffitsiyenti taqriban chiziqli kengayishning bosh koeffitsiyentlari yig'indisiga teng. Izotrop jism uchun $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha$ va bu holda $\beta = 3\alpha$ ga teng bo'ladi.

Demak yuqoridagilardan xulosa qiladigan bo'lsak, qattiq jismlarning hajmiy kengayish koeffitsiyenti juda kichik bo'lganligi uchun ularning kengayishi sezilarli darajada bo'lishi uchun ularni yuqorida haroratlarda qizdirishimiz (sovutishimiz) kerak yoki ular juda ham katta hajmga ega bo'lishi kerak. Fanda normal sharoit tushunchasi mavjud. Bu tushuncha fanda hisob-kitoblarni tushunarli va aniq bo'lishi uchun qabul qilingan bo'lib, normal sharoit deganda $T=273$ K yoki $T=0$ °C harorat va $P=766$ mm.sim.ust yoki $P \approx 100$ kPa atmosfera bosimi tushuniladi.

Xuddi shu kabi biz o'rganganimiz xona harorati tushunchasi ham mavjud bo'lib taxminan 18 °C va 23 °C oralig'idagi harorat tushuniladi. Odatda binolarning ichi shunday haroratda ushlanadi va o'lchash vositalari ham shu haroratda saqlanadi. Shu tufayli metrologik o'lchashlarni amalga oshirish jarayoni ham deyarli shunday haroratlarda amalga oshiriladi. Lekin o'lchashlarning turiga qarab bu haroratdan chetlashish holatlari ham kuzatiladi.

Masalan, yuqorida aytganimiz qattiq jismlarni hajmini o'lchash vaqtida qattiq jismlarning hajmiy kengayishi juda ham kichikligi hisobiga, harorat oralig'ini kattaroq qo'yishga (25 ± 10 °C) ruxsat beriladi. Gaz va suyuqliklarni hajmiy kengayishi katta bo'lganligi uchun belgilangan harorat chegarasi kichik intervalda olinib undan chiqishga yo'l qo'yilmaydi. Masalan, suyuqliklarda harorat chegarasi 23 ± 2 °C bo'ladigan bo'lsa, gazlarda bu oraliq 23 ± 1 °C bo'lishi mumkin.

Yuqoridagilardan xulosa qilib aytadigan bo'lsak metrologik o'lchashlarda haroratning ahamiyati o'lchashning turiga qarab yuqori yoki past ahamiyatga ega bo'lar ekan.