

O'zbekiston Respublikasi
Navoiy kon metallurgiya kombinati
Navoiy davlat konchilik instituti

Energo-mexanika fakulteti
“Umimiy fizika” kafedrası

«ISSIQLIK TEXNIKASI» fanidan
tajriba ishlarini bajarish uchun

USLUBIY KO'RSATMA

Navoiy – 2012

Tuzuvchilar: dots. Urunov I.O., Nosirov B. N., Baychayev F. X.

«Issiqlik texnikasi» fanidan tajriba ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy ko'rsatma.
dots. Urunov I.O., Nosirov B. N., Baychayev F. X. Navoiy: NDKI, 2012 y.

Ushbu uslubiy ko'rsatma Navoiy Davlat Konchilik Institutining bakalavr yo'nalishi bo'yicha ta'lim olayotgan talabalarga «Issiqlik texnikasi» fanidan tajriba mashg'ulotlarini bajarishga oid ishlarni o'z ichiga oladi. Tajribalardan olingan natijalarni kengroq tushunish maqsadida har bir ishning oxirida talabalar uchun sinov savollari berilgan. Qo'llanmaning so'ngida keltirilgan jadvallardagi ma'lumotlar talabalarga yanada qulaylik yaratadi.

Uslubiy ko'rsatma "Umumiy fizika" kafedrası yig'ilishida muhokama qilingan va tavsiya etilgan.

Taqrizchilar:

NDPI "Umumiy fizika" kafedrası dotsenti,
f.-m. f. n., dots Xudoyberdiyev E. N.

NDKI "Umumiy fizika" kafedrası dotsenti,
f.-m. f. n. Turayev E. S.

FRONTAL TAJRIBA ISHI

HARORATNI ANIQLASH USULLARI

Ishda maqsad: haroratnini aniqlash usullari va uni o'lchash asboblari bilan tanishish.

Kerarli jihozlar: haroratni o'lchashda qo'llaniladigan barcha asboblari; simobli va spirtli termometrlar, termopara va qarshilik termometrlari, optik pirometr, monometrik termometr va boshqalar va ularning pasportlari, asboblarni bo'laklash hamda yig'ish uchun kerakli qurollar.

Nazariy qism

Harorat sistema (jismlar) ning issiqlik darajasini va holatini xarakterlaydigan termodinamik parametrlardan biridir. Jism yoki sistema haroratini ularda termodinamik muvozanat holat ro'y bergan sharoitdagina o'lchash mumkin. Ikkita issiqlik darajalari har xil bo'lgan (sovuq va issiq) A va B jismlar kontakka keltirilganda ularning issiqrog'idan sovuqrog'iga o'tadigan issiqlik miqdorini aniqlab boruvchi parametr bu haroratdir. Bu jismlar harortlarining vaqt o'tishi bilan birday bo'lib qolishiga **temodinamik muvozanat (yoki issiqlik muvozanati)** deb ataladi. Agar ikki jism qandaydir uchinchi jism bilan issiqlik muvozanatida bo'lsa, har ikki jism ham issiqlik muvozanatida bo'ladi. Bu muhim qoida tabiatning asosiy qonunlaridan biridir. Haroratni o'lchash mumkinligini ham aniq shu qonunga asoslanadi.

Harorat bitta yoki uncha ko'p bo'lmagan bir necha atomdan tashkil topgan sistemaga nisbatan ma'noga ega bo'lmaydi. Harorat tushunchasi sistema termodinamik muvozanatda bo'lganda o'rinli deb hisoblansa ham, lekin ba'zan sistema hali to'liq termodinamik muvozanat holatga o'tib ulgurmagani holatlar uchun ham ishlatilaveradi. Masalan, bir tekis qizdirilmagan jismlarning har xil nuqtalarida harorat har xil bo'ladi.

Haroratning fizik kattalik sifatida o'ziga xos xususiyati shundaki, boshqa kattaliklardan farqli o'laroq harorat additiv emas, ya'ni jismning harorati uning bo'laklari haroratlarining yig'indisiga teng emas. Shu tufayli jismlarni haroratini bevosita uzunlik yoki massani o'lchagandagi singari, etalon bilan taqqoslab o'lchab bo'lmaydi. Haroratni o'lchash uchun qadimdan jismning harorati uning xossalari ham o'zgarishidan foydalanib kelinadi. Binobarin, bu xossalarni xarakterlovchi ham kattaliklar ham o'zgaradi. Shuning uchun haroratni o'lchaydigan asbob - termometrni yaratishda biror modda (termometrik modda) va moddaning xossasini xarakterlovchi ma'lum kattalik (termometrik kattalik) tanlanadi. Qanday modda va qanday kattalik tanlash mutlaqo ixtiyoriy. Masalan, simob (termometrik modda) va simob ustunining uzunligi (termometrik kattalik) yoki o'zgarmas hajmli idishda gaz (termometrik modda) va gazning bosimi (termometrik kattalik) yoki elektr o'tkazgich (termometrik modda) va o'tkazgich qarshiligi (termometrik kattalik) va hokazo.

Harorat kattaligini aniq son qiymatlarini taqqoslash uchun termometrik kattalikning haroratga biror bog'lanishini aniqlash kerak. Bunday bog'lanishni

tanlash ham ixtiyoriy. Masalan, simob termometrida simob ustuni uzunligi (simob hajmi)ning haroratga chiziqli bog'lanishi tanlanadi.

Harorat birligi – gradus quyidagicha aniqlanadi. Ixtiyoriy ravishda ikki harorat tanlanadi – odatda bu muzning erishi va suvning normal atmosfera bosimida qaynash haroratlari (ular reper nuqtalar deb ataladi) bo'ladi. Bu harorat intervalini biror sondagi teng qismlarga – graduslarga bo'linadi, bu haroratlardan biriga biror aniq son qiymat yoziladi. Shu bilan ikkinchi haroratning va ixtiyoriy oraliq haroratning qiymati aniqlanadi. Shunday tarzda harorat shkalasi hosil qilinadi. Bayon etilgan yo'l bilan cheksiz ko'p sondagi turli termometrlarni va harorat shkalalarini hosil qilish mumkin.

Hozir turli temperatura shkalalari – Selsiy, Farangeyt, Reomyur va Renkin shkalalaridan foydalaniladi. Bu shkalalar orasidagi nisbat 1- jadvalda keltirilgan.

Shkalalarning nomi	Selsiy shkalasi, $t, ^\circ\text{S}$	Renkin shkalasi, $T, ^\circ\text{Ra}$	Farangeyt shkalasi, $t, ^\circ\varphi$	Reomyur shkalasi, $t, ^\circ\text{R}$
Selsiy shkalasi, $^\circ\text{S}$	-	$\frac{3}{9} T ^\circ\text{Ra} - 273,15$	$\frac{t ^\circ\varphi - 32}{1,8}$	$1,25t^0\text{R}$
Renkin shkalasi, $^\circ\text{Ra}$	$1,8(t^\circ\text{S} + 273,15)$	-	$t^\circ\varphi + 459,67$	$1,8(1,25t^\circ\text{R} + 273,15)$
Farangeyt shkalasi $^\circ\varphi$	$1,8t^\circ\text{S} + 32$	$t^\circ\text{Ra} - 459,67$	-	$\frac{9}{4} t ^\circ\text{R}$
Reomyur shkalasi, $^\circ\text{R}$	$0,8 t^\circ\text{S}$	$0,8 \left(\frac{5}{9} T ^\circ\text{Ra} - 273,15 \right)$	$-\frac{4}{9} (t ^\circ\varphi - 32)$	-

Termodinamikaviy tadqiqotlarda 1848 yilda buyuk ingliz olimi Kelvin taklif etgan shkaladan foydalaniladi. Kelvin shkalasining noli sifatida ideal gaz molekularining tartibsiz harakati to'xtaydigan temperatura qabul qilingan: bu temperatura absolyut nol deyiladi. Absolyut nol Selsiy shkalasi bo'yicha – $273,15^\circ\text{S}$ temperaturaga muvofiq keladi. Kelvin shkalasi bo'yicha hisoblanadigan temperatura doimo musbat bo'ladi. U absolyut temperatura yoki Kelvin bo'yicha temperatura deyiladi va K bilan belgilanadi.

Absolyut shkala bo'yicha olingan temperatura bilan Selsiy shkalasi ($t^\circ\text{S}$) bo'yicha olingan temperatura orasidagi bog'lanish quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

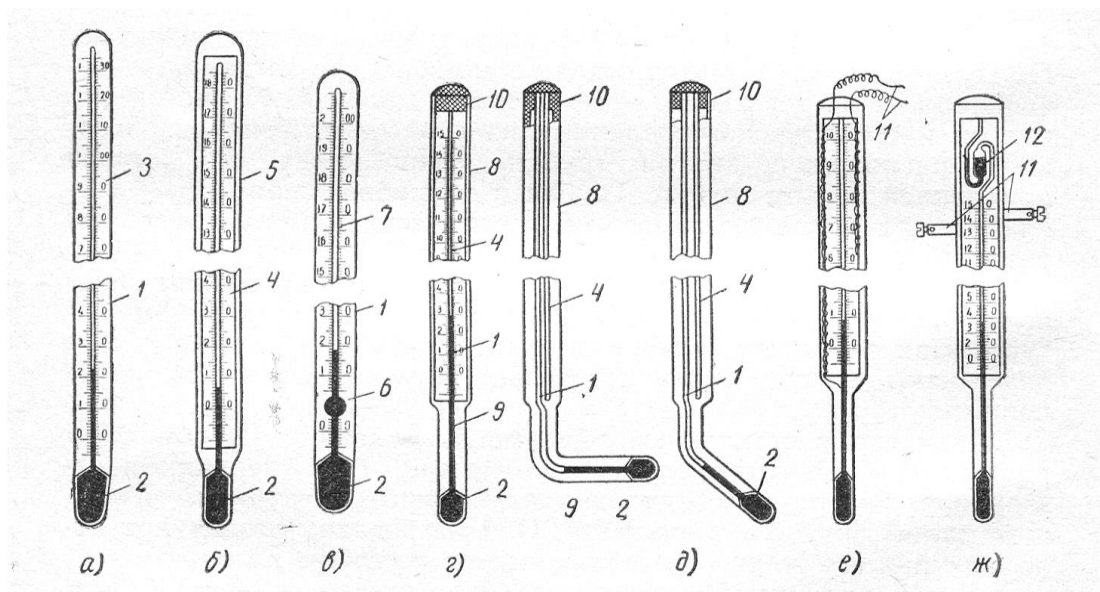
$$T = 273,15 + t^\circ\text{S}.$$

Endi amalda ko'p qo'llaniladigan termometrlarning tuzilishi va ular yordamida o'lchash usullarini ko'rib chiqaylik:

Suyuqlikli – shisha termometrlar

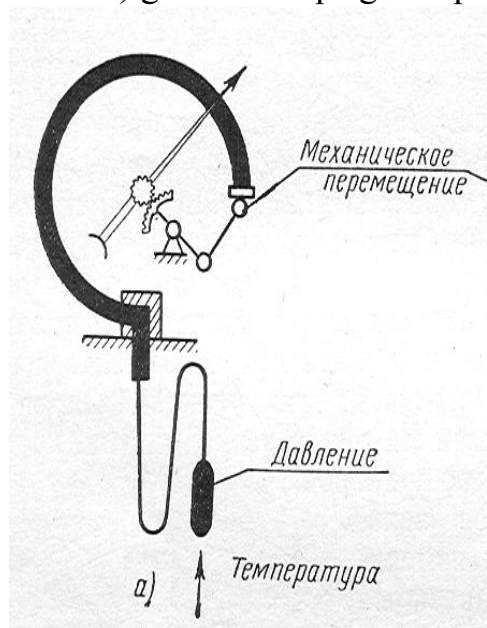
Temperaturani 83°K dan 973°K gacha (-190 dan $t_0 = 700^{\circ}\text{S}$) bo'lgan oraliqda o'lchashda ishlatiladi. Suyuqlikli shisha rezervuarga solingan suyuqlikni yupqa devorli kapilyarda kengayishiga asoslangan. Shisha rezervuar bilan yupqa devorli kapilyar o'zaro tutashtirilgan. Bu termometrlarda termometrik xossa sifatida temperaturaga bog'liq ravishda suyuqlikning xajmining o'zgarishi olingan.

Suyuqlikli shisha termometrlarda termometrik jism bo'lib ko'pincha simob yoki spirt, past temperaturani o'lchash uchun esa toluol yoki pentan xizmat qiladi. Odatda bunday termometrlarning o'lchash aniqligi $0,5^{\circ}\text{K}$ dan oshmaydi.



Manometrik termometrlar

Manometrik termometrlar temperaturani 223°K dan 823°K (yoki -50°S dan $+550^{\circ}\text{S}$) gacha oraliqdagi temperaturani o'lchash uchun qo'llaniladi.



Manometrik termometrlarning ishlash printsipi, termometrik jismning temperaturasi oshishi natijasida bosimni o'zgarishiga asoslangan. Termometrik jism sifatida gazlar (geliy, azot) va past temperaturada qaynovchi suyuqlik bug'lari (atseton, benzin) ishlatiladi. Manometrik termometr (1-rasm) 1 – termobalondan 2 – uzun kapilyar trubkadan va shkalalari graduslarga bo'lingan manometr 3 dan tuzilgan.

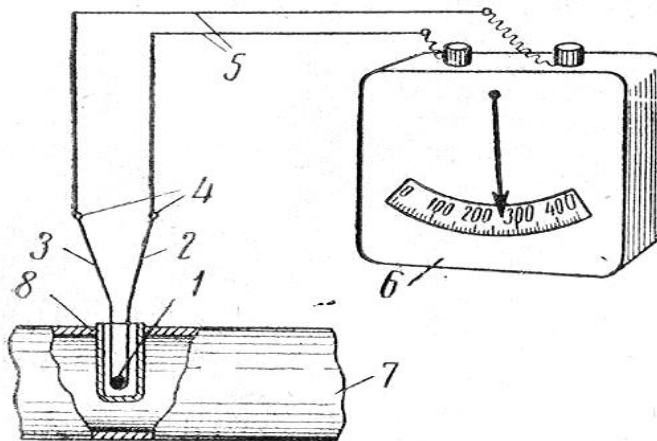
Manometrik termometrlarning boshqa kengayish termometrlaridan ustunligi shundaki, bu bilan masofadan turib temperaturani o'lchash mumkin. Biroq o'lchash aniqligini pastligi va katta issiqlik inertsiyaligi uning jiddiy kamchiligi bo'lib, ularni keng qo'llashga imkon bermaydi.

Elektr qarshilik termometrlari

Elektr qarshilik termometrlari 73°K dan 97°K gacha bo'lgan t ni ba'zi hollarda to $1500 - 1600^{\circ}\text{K}$ gacha bo'lgan temperaturani o'lchash uchun ishlatiladi. Bu asboblarda termometrik xossa sifatida metall va yarim o'tkazgichlarning elektr qarshiligini, temperaturaga bog'liq ravishda o'zgarishi olingan. Qarshilik termometrlarining ustunligi shundaki, masofadan turib temperaturani yuqori aniqlikda o'lchash mumkin. Elektr qarshilik termometrlarning to'liq tavsifi bayoni laboratoriya ishida berilgan.

Termoelektrik termometrlar (termoparalar)

Termoelektrik termometrlar yuqori (2300°K) gacha temperaturalarni o'lchash uchun keng qo'llaniladi. Bu asboblarning ishlash printsipti 1823 yilda T. Zeebei tomonidan aniqlangan termoelektr hodisasiga asoslangan. Ya'ni ikkita har xil metall o'tkazgich uchlari o'zaro payvandlanib, payvand uchlardagi temperaturalar har xil saqlansa zanjirda e.yu.k. hosil bo'ladi. Bu e.yu.k. payvand uchlardagi temperaturalar farqiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Termoelektrik termometrlarning komplektiga temperatura datchigi (termopara) dan tashqari, ikkinchi tartibli asboblardan ham kiradikim, ular issiqlik elektr yurituvchi kuchlarni o'lchash uchun muljallangan. O'zi yozar va oddiy potentsiometrlar, optik galvonometrlar, millivoltmetrlar shular jumlasidandir. Ko'pgina hollarda bu asboblarning shkalalari konkret termometrik jism uchun graduslarga darajalangan bo'ladi. Termopara yasash va uni darajalashni – laboratoriya ishida ko'rib chiqamiz.

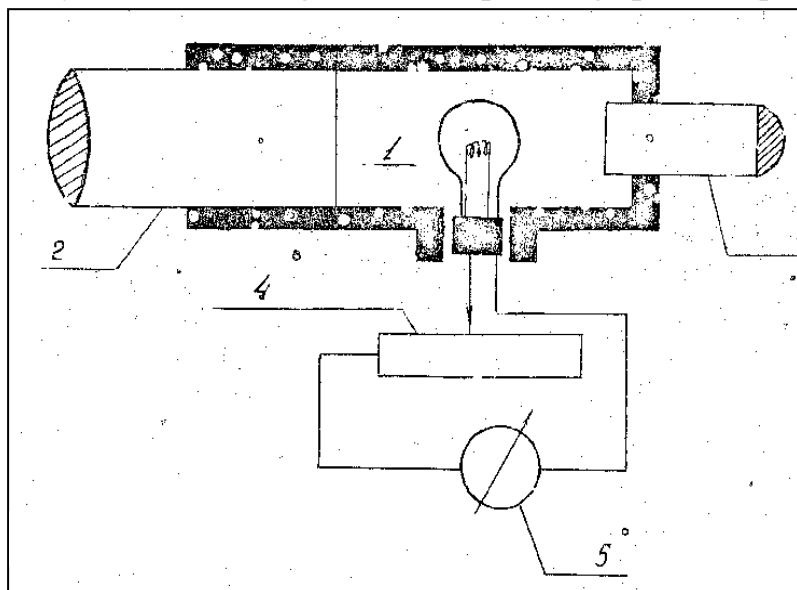


Nurlanish pirometrlari

Nurlanish pirometrlari 1000°K dan yuqori temperaturani o'lchash uchun qo'llaniladi. Bu asboblarning ishlash printsipti isitilgan jismning nurlanish energiyasiga asoslangan. Chunki nurlanish energiyasi miqdori jism temperaturasi bog'liq. Pirometrlar bilan temperaturani o'lchaganda, o'rganilayotgan ob'ektning temperatura maydoni buzilmaydi, chunki boshqa usullardan farqli ravishda o'lchashlar kontaktsiz usuldboriladi.

Pirometrlarni ob'ekt temperaturasi baholash usuliga qarab quyidagilarga bo'ladilar: optik, fotoelektrik va radiatsion. Masalan, optik termometrlarda qizigan jismning temperaturasi, apparat ichida o'rnatilgan lampochkani nurlanish yorqinligini jism nurlanish yorqinligi bilan solishtirish natijasida o'lchanadi. Buning uchun, ob'ektiv 2

va okulyar 3 yordamida cho'g'lanish lampasining spiralini ob'ektga to'g'rilab reostat 4 yordamida cho'g'lanish lampasining spiralini qizdirishini boshqarib ob'ekt



spiralning bir xil yorqinligiga erishiladi. Bunda lampa spirali kuzatuvchining kuzatish maydonidan yuqoladi (ko'rinmay qoladi). Ob'ektning temperaturasi esa graduslarga darajalangan 5, voltmetrning ko'rsatishidan bilish mumkin. Optik pirometrning kamchiligi shundaki, inson ko'zi bunda nol – indikator bo'lib hisoblanadi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

TOPSHIRIQ I. Temperaturani o'lchash asboblarning asosiy xarakteristikalarini o'rganish.

1. Temperaturani o'lchashda qo'llaniladigan asboblarning tuzilishi va ishlash printsipini o'rganing.

2. Ularning xarakteristikalarini quyidagi jadvalga yozing :

T.n.	Asbob nomi	tipi	Marka si	Ishlash printsipi	O'lchash chegarasi	Bo'linish oralig'i	Aniqlik klassi	Ishga yaroqligi

Nazorat savollari

1. Temperatura qanday fizikaviy kattalik ?
2. Temperaturani o'lchashning qanday usullari va asboblari bilasiz ?
3. Juda keng tarqalgan bir necha shunday asboblarni ish printsipi va konstruksiyasini tushuntirib bering ?
4. Termoelektrik termometrlar bilan qarshilik termo-metrlarining farqi nimada ?
5. Pirometrlar qanday tuzilgan va qanday ishlaydi? Ularning qanday ustunlik va kamchiliklari bor?

1 – TAJRIBA ISHI

TERMOPARA YORDAMIDA TEMPERATURANI O'LCHASH

Ishning maqsadi: a) temperaturani termopara yordamida o'lchash uslubini o'rganish, b) termopara tayyorlash va uni darajalash.

Kerakli asbob va jihozlar: diametri 0,2 – 0,8 mm va uzunligi 80 -120 sm gacha bo'lgan mis va kanstantan simlari (mis-konstantan termoparasini tayyorlash uchun), payvandlash transformatori (masalan LATR), Eriyotgan muz solingan Dyuar idish, elektr suv qaynatgich, millivoltmetr.

Nazariy qism

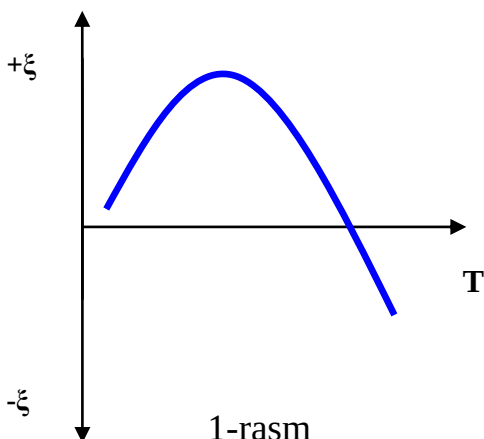
Termoparalar yordamida haroratni o'lchashda Zeebek hodisasi deb ataladigan hodisadan foydalaniladi. 1921 yilda Zeebek har xil jinsli ikki A va B metal simlar uchlarini kavsharlab berk zanjir tuzib, simlarning kavsharlangan uchlarida haroratlar farqi hosil qilganda zanjirda elektr yurituvchi kuch hosil bo'lishini kuzatgan. Bu elektr yurituvchi termo elektr yurutuvchi kuch (TEYUK) deb ataladi. Uning kattaligi kavsharlangan uchlardagi harorat farqiga bog'liq bo'ladi. Agar kavsharlangan uchlaridan birining haroratini o'zgarmas saqlasak (masalan $T_1 = \text{const}$), u holda elektr yurituvchi kuch faqat ikkinchi kavsharlangan uchning harorati T_2 ga bog'liq bo'ladi. Shunday qilib termoelement yoki termopara (termojuft) deb ataladigan bu qurilmaning elektr yurituvchi kuchi orqali jism haroratini aniqlash mumkin. Yuqorida yuritilgan mulohazalardan ko'rinadiki, termoparali termometrlarda termometrik modda bo'lib termopara, termometrik kattalik esa elektr yurituvchi kuch hisoblanadi.

Termoelektr yurituvchi kuch (TЭЮК) ning kattaligi kavsharlangan uchlardagi haroratlarning ayirmasiga proporsional bo'ladi:

$$\xi = \alpha (T_2 - T_1) \quad (1)$$

Bunda α - berilgan metall jufti uchun solishtirma yoki differensial (TEYUK) deb ataladigan koeffisient bo'lib. son qiymati jihatidan kavsharlangan uchlardagi haroratlar farqi bir kelvin bo'lganda hosil bo'lgan TEYUK ga teng bo'ladi, ya'ni

$$\alpha = \frac{d\xi}{dT} \quad (2)$$

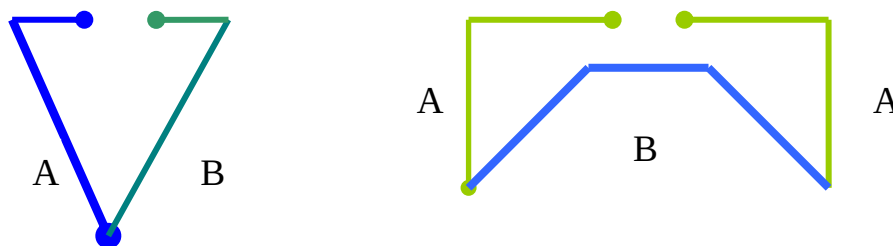


Ko'pchilik metall juftlari uchun bu kattalik bir kel'vinga yuzdan bir millivolt tartibida bo'ladi. Umuman olganda, α koeffisient harorat o'zgarishi bilan o'zgaradi, α ning T ga bog'liqligi chiziqli bo'lmay, murakkab ko'rinishga ega. Biroq har bir termopara uchun ξ bilan T orasida chiziqli qonuniyat bilan ifodalanadigan bog'lanish sohasi mavjud. Ba'zi termoparalar uchun yetarlicha yuqori haroratlarda ξ ning T bilan bog'lanishi ancha murakkablashadi: harorat

ortishi bilan TEYUK ning qiymati avval ortib, so'ng yetarlicha yuqori haroratlarda kamayib boradi va hatto ishorasini o'zgartirishi mumkin. (1-rasm)

Termopara yordamida haroratni o'lchash uchun uning bir kavsharlangan uchi o'zgarmas haroratda (masalan, 0°C da) ushlab turiladi, ikkinchi uchini harorati o'lchanadigan idishga tushiriladi. Haroratning kattaligini gal'vanometr bilan o'lchangan termotok kuchiga qarab baholash kerak.

Termotokni o'lchash uchun termopara zanjiriga gal'vanometrni 2- rasmda ko'rsatilgandek yoki 2-rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha ulash mumkin. Birinchi sxemadan foydalanganda bitta kavsharlangan uch bo'sh qoladi va o'sha uchning harorati o'lchanishi lozim bo'lgan jismga tekiziladi. Ikkinchi sxemadan foydalanilganda esa ikkala kavsharlangan uch bo'sh bo'ladi. Ulardan birining harorati o'zgarmas saqlanadi, ikkinchisini esa jismga tekkiziladi.

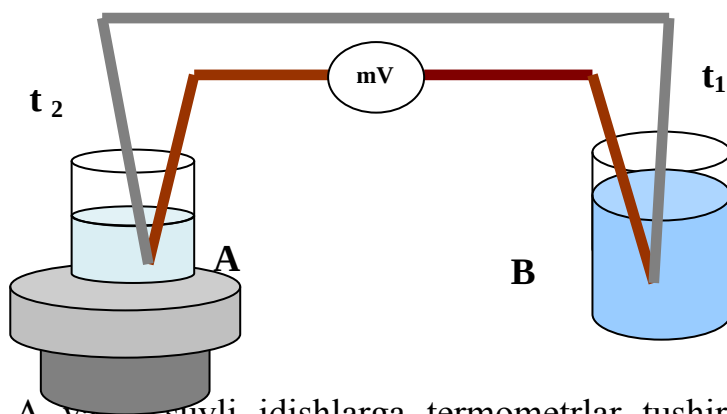


2-rasm

Bu mashqda berilgan termopara darajalanadi ya'ni termoparaning kavsharlangan uchlaridagi haroratlarning ($t_1 - t_2$) farqi bilan gal'vanometrning n bo'lim ko'rsatishlari orasidagi bog'lanishni ifodalovchi grafik hosil qilinadi. Buning uchun quyidagi 49 – rasmda ko'rsatilgan cxema asosida tajriba o'tkaziladi.

Ishning bajarish tartibi

1. Galvanometrni termopara zanjiriga rasmda ko'rsatilgandek qilib ulanadi. Termoparaning bitta kavsharlangan uchini xona haroritidagi suvli B idishga, ikkinchi uchini esa elektr pechiga qo'yilgan suvli A idishga tushiriladi.



2. A va B suvli idishlarga termometrlar tushiriladi. (ularning boshlang'ich ko'rsatgichlari bir xil bo'lganda gal'vanometr strekasi nolni ko'rsatishi lozim)

3. A idish suvni elektr pechi yordamida isitamiz.

4. A idishdagi suv isiy boshlashi bilan unga tushirilgan termometrning va gal'vanometrning ko'rsatishlari yozib boriladi. Olingan natijalarni jadvalga tushirib boriladi.

5. Jadvaldan foydalanib $n = f(\Delta t)$ grafigi chiziladi va tahlil qilinadi.

Tartib nomeri	t_1 – sovuq kontakt harorati ($^{\circ}\text{C}$)	t_2 – isitilgan kontakt harorati ($^{\circ}\text{C}$)	Δt - haroratlar farqi	N – gal'vanometrning ko'rsatishi
1.				
2.				
3.				

Nazorat savollari

1. Harorat nima? Issiqlik muvozanati nima? CИ birliklar sistemasida harorat qanday birlikda o'lchanadi?
2. Qanday shkalani Sel'siy shkalasi deyiladi? Kel'vin shkalasi deb-chi? Bushkalalar orasida qanday bog'lanish bor? Reper nuqtalar deganda nimani tushinasuz?
3. Haroratning fizik mazmunini gaz molekulalar kinetik nazariyaga asosan tushintiring
4. Bol'siman doimiysi nimani xarakterlaydi?
5. Nomuvozanat sistemaning haroratini o'lchash mumkinmi?
6. Termometrning qanday turlarini bilasiz?

2 - TAJRIBA ISHI

QALAYNING ERISHIDA ENTROPIYA O'ZGARISHINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: Qattiq jismlarning erish haroratini termopara yordamida aniqlash va bundagi entropiya o'zgarishini hisoblash.

Kerakli asbob va jihozlar: qalay, tigel, termopara, galvanometr, sekundomer, elektropech.

Nazariy qism

Kristall qattiq jismlarni muayyan temperaturada qattiq holatdan suyuq holatga o'tkazish uchun energiya sarflash kerak. Kristall qattiq jismning muayyan temperaturada qattiq holatdan suyuq holatga o'tish prosessi *erish* deb va sarflanishi kerak bo'lgan energiya erish issiqligi deb ataladi. Jismning qattiq-suyuq holatga va aksincha, suyuq-qattiq holatga o'tishi muayyan birday temperaturada yuz beradi va bu temperatura *erish* yoki *kristallanish* temperaturasi deyiladi. Bu temperatura turli jismlar uchun turlichadir. Suyuqlik qaynash temperaturasining tashqi bosimga bog'lanishiga o'xshash, moddalarning kristallanish temperaturasi va unga teng bo'lgan erish temperaturasi ham bosimga bog'liq bo'ladi.

Entropiya (yunoncha aylanish)- termodinamik sistemaning holat funksiyasi bo'lib, S bilan belgilanadi. $dS = \frac{dQ}{T}$ o'zaro issiqlik almashinuvhi jarayonining kechish yo'nalishini ifodalaydi. $dS > 0$ - modda isitilyapti; $dS < 0$ - modda sovitilyapti; $dS = 0$ - modda muvozanat holatda

Amalda entropiyaning absolyut qiymatidan emas, balki uning termodinamik jarayondagi o'zgarishidan foydalaniladi:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T} \quad (1)$$

Entropiya ham termodinamik sistemaning holat funksiyasi ekanligi sababli uni sistema parametrlari holatining funksiyasi sifatida ifodalash mumkin.

Bu ishda tigelga solingan qalayni elektropechda isitish orqali erish haroratni aniqlab, uning bir holatdan ikkinchi holatga o'tishidagi entropiya o'zgarishini quyidagicha aniqlaymiz. 1-rasmda ko'rsatilgan qurilmani tayyorlab, birinchi tegildagi qalayning haroratni termopara bilan massasini esa elektron tarozida o'lchaymiz.

Agar dastlabki holda qalay harorati xona haroratida T_K bo'lsa, uni isitganimizda harorati erish haroratigacha T_H ortadi. So'ng o'zgarmas erish haroratida eriydi.

Bunda erish haroratigacha qalayga berilgan issiqlik miqdori Q_1 :

$$Q_1 = \int_{T_K}^{T_H} cm \cdot dT \quad (2)$$

bu yerda c va m – qalayning solishtirma issiqlik sig'imi va massasi.

Erish haroratida qalay erishi uchun berilgan issiqlik miqdori esa Q_2 :

$$Q_2 = \lambda \cdot m \quad (3)$$

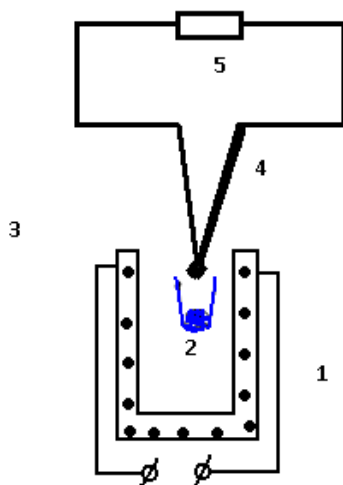
λ – qalayning solishtirma erish issiqligi

Qalayning erishida entropiya o'zgarishini aniqlash uchun (2) va (3) ifodalarning yig'indisini (1) ifodaga Q ga qo'yib, quyidagi ifodani olamiz:

$$\Delta S = \int_{T_K}^{T_{II}} \frac{c \cdot m}{T} dT + \frac{\lambda \cdot m}{T_{II}} = c \cdot m \cdot \ln \frac{T_{II}}{T_K} + \frac{\lambda \cdot m}{T_{II}} \quad (4)$$

Ishni bajarish tartibi

1. Millimetrli qogozga koordinatalar o'qini yasang.
Bunda ordinata o'qi $-10 \text{ mm} = 1 \text{ mV}$, absissa o'qi $10 \text{ mm} = 1 \text{ min}$.
2. Qalayni tarozida tortib uning massasri aniqlang.
3. Qurilmani 1-rasmda ko'rsatilgandek yig'ib, elektropechni tok zanjiriga ulanng.
4. Sekundomerni qalayni isitish bilan bir vaqtda yoqib, millivoltmetr ko'rsatishlari har minutda millimetrli qog'ozga tushirib boring.
Haroratning qandaydir qiymatida millivoltmetr ko'rsatishi ozgarmay qoladi. Bu harorat uning erish harorati bo'ladi.
5. So'ngra elektropechni tokdan uzib, qalay sovutiladi. Shu vaqtdan boshlab, yana millivoltmetr ko'rsatkichlari yozib boriladi. Millivoltmetrning ko'rsatishi kamayib borib, biror qiymatga kelganda bir oz vaqt o'zgarmay turadi. Bu temperatura qalayning qotish temperaturasi bo'ladi. Qalay qotgandan so'ng millivoltmetr ko'rsatishi yana o'zgara boradi.



6. Qalayning erish va qotish garfigidagi ikki egri chiziq o'rtasini topib, millivoltmetr ko'rsatishini aniqlash orqali qalayning erish haroratini aniqlang. (Bunda termopara millivoltmetrning harorat bo'yicha darajalangan qiymatlaridan foydalaniladi)
7. (4) ifoda yordamida qalayning erishida entropiya o'zgarishini hisoblang.

Nazorat savollari

1. Entropiya nima va u nimani xarakterlaydi?
2. Moddaning erish harorati nimalarga bog'liq?
3. Modda erishidagi entropiya o'zgarish ifodasini keltirib chiqaring.
4. Solishtirma erish issiqligi deb nimaga aytiladi?

3 - TAJRIBA ISHI

QATTIQ JISMLARNING ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK KOEFFITSIENTINI ANIQLASH.

Ishning maqsadi: Tajribada qattiq jismlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsientini aniqlash.

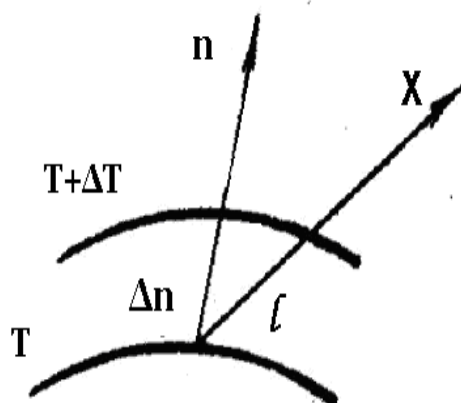
Kerakli asboblari: Issiqlik o'tkazuvchanlikni aniqlash uchun asbob, termometr, kipyatilnik, sekundomer, tarozi, tekshiradigan jismlar.

Nazariy qism

Agar jism notekis qizdirilgan bo'lsa, bu holda ko'p qizigan joyidan, kam qizigan joyiga issiqlik o'tadi. Moddaning bir joydan boshqa joyga ko'chmasdan issiqlik almashinuvi kuzatilsa, bu holga issiq o'tkazuvchanlik deyiladi.

Molekulyar – kinetik naariya bu hodisani quyidagicha tushuntiradi. Temperatura – bu molekulalarning kinetik energiyasining o'lchovi. Agar jismning ikki uchastkasi har xil temperaturaga qizdirilgan bo'lsa, demak shu ikki uchastkada molekulalarning kinetik energiyasi ham har xil bo'ladi. Bundan chiqadiki, yondosh qatlamlarga kinetik energiya molekulalarning bir-biridan o'tib ketaveradi.

Agar issiqlik o'tkazish protsessi statsionar bo'lsa va bir qatlamdan boshqa qatlamga o'tishga bir tekisda o'zgarsa, bu holda qaliligi δ bo'lgan qatlamdan dt vaqt ichida o'tgan issiqlik quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



$$dQ = \lambda \frac{T_1 - T_2}{\delta} S dt \quad (1)$$

Bunda $T_1 - T_2$ - 1 va 2 kesimlardagi temperaturalar farqi S - jismning m^2 da berilgan ko'ndalang kesimi yuzasi

λ - issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti.

Kattalik $\frac{T_1 - T_2}{\delta}$ uzunlik birligidagi (issiqlik o'tkazish yo'nalishi bo'yicha) temperaturalar gradienti deb ataladi.

Agar faraz qilsak $S=1$, $\frac{T_1 - T_2}{\delta} = 1$ bundan kelib chiqadiki $Q=\lambda$. Boshqa so'z bilan aytganda issiq o'tkazuvchanlik koefitsienti, son jihatidan birlik vaqt ichida temperatura gradienti birga teng bo'lganda, o'tgan issiqlikka teng bo'ladi. Aslida issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti temperatura o'zgarishiga bog'liq, lekin temperatura o'zgarishi katta bo'lmagan orada bu koefitsientni o'zgarimas deb olsak bo'ladi.

Kalorimetr yordamida issiq o'tkazuvchanligini aniqlash. Agar qizdirilgan va temperaturasi T_q bo'lgan muhitdan qalinligi δ bo'lgan jism orqali ikkinchi muhitga issiqlik o'tkazilsa, bunda ikkinchi muhitning temperaturasi oshib boradi. Ikkinchi muhitda issiqlik tarqalmasligi iloji bo'lsa, bu xolda qattiq jismdan o'tgan issiqlikni miqdorini aniqlash mumkin.

$$dQ = m \cdot c \cdot dT \quad (2)$$

Bunda s – solishtirma issiqlik sig'imi, ikkinchi muhit uchun

m – ikkinchi muhitning massasi.

(1) va (2) tenglamalarning chap tomonlari teng bo'lganligi uchun o'ng tomonlarini tenglashtirish mumkin:

$$mcdT = \frac{\lambda}{\delta} (T_q - T) S dt$$

bundan

$$mc \delta \frac{dT}{T_q - T} = S \lambda dt$$

t vaqt ichida ikkinchi muhitning temperaturasi T_0 dan T gacha o'zgarsa bu holda issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini (1) tenglamani integrallash yo'li bilan aniqlash mumkin.

$$m \cdot c \cdot \delta \int_{T_0}^T \frac{dT}{T_q - T} = \lambda \cdot S \int_0^{\tau} dt$$

yoki

$$m \cdot c \cdot \delta \ln \frac{T_q - T_0}{T_q - T} = \lambda \cdot S \tau$$

bundan

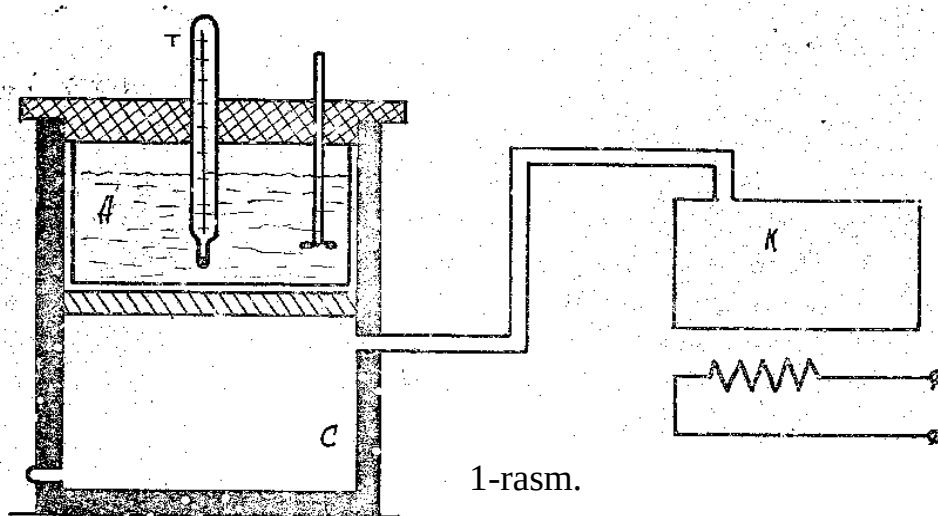
$$\lambda = \frac{m \cdot c \cdot \delta}{S \tau} \ln \frac{T_q - T_0}{T_q - T} \quad (3)$$

Qurilmaning tuzilishi

Asbobning umumiy ko'rinishi 1-rasmda ko'rsatilgan. Kipyatilnik K dan trubka orqali bug' doimiy ravishda S idishda kirib turadi. SHunday qilib idish devorlarining temperaturasi tahminan o'zgarmas bo'lib 100^0 ga teng bo'ladi. $T_q - 100^0S$. Idish S ni ustidan yassi shaklda qilingan tekshiriladigan material qoplanadi va uning ustidan yana suvli D idish quyiladi. Suvning temperaturasi o'lchash uchun T-termometr o'rnatilgan. Tekshiriladigan materialni qalinligi δ yuzasi S, t vaqt ichida suvning temperaturasi uzgarishini bilsak, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlashimiz mumkin.

Agar s_1 m_1 va s_2 m_2 tegishli suvning va bo'sh idish D ning issiqlik sig'implari va massalari bo'lsa (3) quyidagi ko'rinishga keladi :

$$\lambda = \frac{(m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2) \delta}{S \tau} \ln \frac{T_q - T_0}{T_q - T} \quad (4)$$



Ishni bajarish tartibi

1. Tarozida o'lchab kalorimetrning ichkarisidagi idishning massasi aniqlanadi.
2. Yuqoridagi idishga belgilangan joyigacha suv solinadi va uning massasi aniqlanadi.
3. Shtangentsirkul yordamida har bir tekshiriladigan materialning δ qaliligi va diametri o'lchanadi $S \approx 0,25 \pi d^2$.
4. Rasmda ko'rsatilganiday asbobni ishlov vaziyatiga keltiriladi.
5. Elektroplitka tokka ulanadi. Trubkadan par chiqishi bilan sekundomer yuritiladi va boshlang'ich temperatura o'lchanadi. 5, 10, 15 minutdan so'ng temperaturani o'zgarishi yozib olinadi. Temperaturani o'lchagan paytda suvni qo'shib turish shart.
6. (4) formula bo'yicha λ topiladi.
7. Tekshirilgan materialning jadvallarga berilgan issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlab tajriba natijasida topilgan λ bilan solishtiriladi xamda yo'l qo'yilgan absolyut va nisbiy xatolik aniqlanadi.
8. Boshqa materiallar uchun tajribalar qaytadan o'tkaziladi.

Nazorat savollari

1. Issiqlik uzatish turlarini ayting.
2. Issiqlik o'tkazuvchanlik deb nimaga aytiladi?
3. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti nima va uning birligini ayting.
4. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti qanday usullarda aniqlanadi?

4 - TAJRIBA ISHI

METALLARNING ISSIQLIK SIG'IMINI SOVITISH USULI YORDAMIDA ANIQLASH

Ishning maqsadi: Metallar issiqlik sig'imini aniqlash usuli bilan tanishish.

Kerakli asbob va jihozlar: Maxsus qurilma, aniqlanuvchi metall namunalar, sekundomer, xromel-alyumel termoparasi uchun jadval va grafik

Nazariy qism

Atrof muhit temperaturasidan yuqori temperaturadagi metall namunalar sovuydi va sovish tezligi metallning issiqlik sig'imi kattaligiga bog'liq bo'ladi. Bittasi etalon sifatida berilgan (uning issiqlik sig'imi va sovish tezligi aniq bo'lishi lozim) ikkita namunaning sovish egri chiziqlarini (temperatura vaqtning funksiyasi sifatida qaralgan) solishtirish va ikkinchisining sovish tezligini o'lchash natijasida uning issiqlik sig'imini topish mumkin.

Temperaturasi atrofdagi muhitning temperaturasidan yuqori bo'lgan metal namunasi shu muhitda soviydi. Metall namunaning vaqt birligi ichida yo'qotayotgan issiqlik miqdorini quyidagicha yozish mumkin:

$$q = - \int c \rho \frac{\partial T}{\partial t} dV \quad (1)$$

bu yerda c - metallning issiqlik sig'imi, ρ - uning zichligi, T - temperatura bo'lib, jismning chiziqli o'lchami kichik ekanligi va katta issiqlik o'tkazuvchanlikka egaligi sababli namunaning hamma nuqtalarida bir xil deb olinadi. Bu yerda integrallash namunaning to'liq hajmi bo'yicha olinadi. Bu q -kattalik Nyuton qonuni bo'yicha quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$q = \int \alpha (T - T_0) dS, \quad (2)$$

bu yerda T_0 - atrof-muhitning temperaturasi, α - issiqlik uzatish koeffisientiyu Bunda ham integrallash namunaning to'liq yuzasi bo'yicha olinadi. (1) va (2) ifodalarni solishtirib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$- \int c \rho \frac{\partial T}{\partial t} dV = \int \alpha (T - T_0) dS \quad (3)$$

$\frac{\partial T}{\partial t}$, S va ρ lar namuna hajmi nuqtalarining koordinatalariga, hamda α , T va T_0 lar esa namuna yuzasi nuqtalarining koordinatalariga bog'liq emas ekanligini hisobga olib, quyidagini munosabatni yoza olamiz:

$$- c \rho \frac{\partial T}{\partial t} V = \alpha (T - T_0) S; \quad (4)$$

bu yerda V – namunaning to'liq hajmi, S – namunaning to'liq yuzasi.

$$(4) \text{ ifodani bunday yozish mumkin: } \frac{\partial (T - T_0)}{T - T_0} = - \frac{\alpha S}{cm} \partial t \quad (5)$$

Bundagi m - namunaning massasi; minus ishora t ortishi bilan namunanning harorati pasayishini ko'rsatadi. (5) ifodani integrallasak, quyidagini topamiz:

$$T - T_0 = (T - T_0) e^{-\frac{\alpha S}{cm} t} \quad (6)$$

(5) integrallaganda $\alpha S/cm$ – miqdor haroratga bog'liq emas deb faraz qilingan edi. $T-T_0$ haroratlari farqi qiymatlari juda kichik bo'lganda bu faraz juda to'g'ri bo'lib chiqadi.

(6) ifodani logarifmlab quyidagini topamiz:

$$\ln(T - T_0) = -\frac{\alpha S}{cm} t + \ln(T - T_0) \quad (7)$$

Bu esa to'g'ri chiziqning tenglamasidir. $(-\alpha S/cm)$ miqdor bu to'g'ri chiziqning vaqtlar o'qiga og'malik burchagining tangensini ifodalaydi.

Tajribadan namuna temperaturasi har xil vaqtlardagi qiymatlarini topib, $T-T_0$ miqdorlarning logarifmini olish va millimeter qog'ozga bu logarifmlarning vaqtga bog'lanish grafigini yasash kerak. (7) ifodadagi natural logarifm o'rniga o'li logarifmlardan foydalanish kerak. Chunki, bu vazifada tangenslarning qiymatlarini emas, balki ularning nisbatini topish talab qilingani uchun, o'li logarifmlarning ishlatilishi oxirgi natijaga ta'sir ko'rsatmaydi.

Ikkita namuna uchun (7) ifodaga mos grafiklarni tuzib va bu grafiklarga qarab ularning vaqtlar o'qiga og'malik burchagining tangenslari qiymatini aniqlab, ularning nisbatini k belgilaymiz:

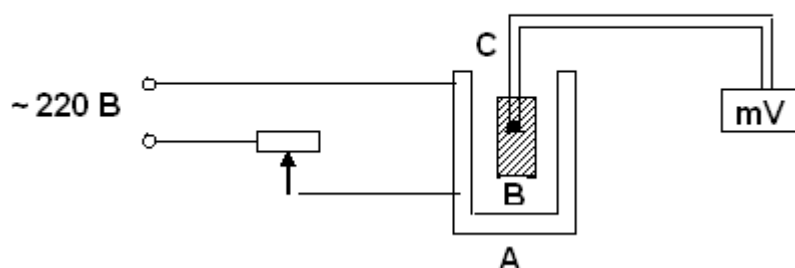
$$k = \frac{c_2}{c_1} \frac{m_2}{m_1} \quad (8)$$

Bundan
$$c_1 = \frac{c_2}{k} \frac{m_2}{m_1} \quad (9)$$

S va α miqdorlarni ayni bir ($T_1=T_2$) haroratlari oralig'larida ikkala namuna uchun bir xil deb olamiz. Bunda $m_1=\rho_1 V_1$ –birinchi namunaning massasi, $m_2=\rho_2 V_2$ – ikkinchi namunaning massasi

Qurilmaning tuzilishi va o'lchashlar

Qurilmaning tuzilish sxemasi 1-rasmda keltirilgan. Bunda A elektr pech bo'lib, namunaning temperaturasi 500°C gacha ko'tarish imkonini beradi. Namuna B bir tomoni parmalab o'yilgan (kanal qilingan) silindr bo'lib, uning uzunligi 30 mm va diametri 5 mm; namunadagi kanalga chinni naycha kirgiziladi; chinni naychaning ichidan C termoparaning simlari o'tkazilgan. Termoparaning uchlari millivoltmetrga ulangan.



1-rasm

Namunaning temperaturasi millivoltmetr shkalasidan bevosita topiladi; buning uchun shkalaning ko'rsatishlarini termoparaning payvandlangan joyining temperaturasi aylantiradigan maxsus grafikdan foydalaniladi.

Tajriba boshlanishida namuna pech ichiga to'liq kiritiladi va pech tok manbaiga ulanadi. Tekshirilaётgan namuna temperaturasi 500°S ga etgach namuna tezlik bilan yuqoriga ko'tariladi va pechdan chiqariladi. Isitilgan namuna harakatsiz havoda sovitiladi. Sekundamer yordamida har 10 sekund vaqt oralig'ida millivoltmetrdan E.YU.K ko'rsatgichlari yozib boriladi.

100°S temperaturadan past temperaturagacha sovitilgandan so'ng va tegishli qiymatlar o'lchab olingandan so'ng tajriba takrorlanadi. Bunda mis, alyuminiy va temir namunalarining har biri uchun temperaturaning tajribadan topilgan bir qator qiymatlariga qarab 1- jadval tuziladi.

So'ng millimetrli qog'ozga $\log(T-T_0)$ va t larni koordinata o'qlari qilib, uchala namuna uchun garfiklar yasiladi. Yasalgan garfiklar vertikal chiziqlar bilan shunday qismlarga ajratiladiki, bunda garfik qismlari to'g'ri bo'ladigan bo'lsin. Bunday qismlardan har birining vaqtlar o'qiga og'malik burchagining tangensi aniqlanadi; alyuminiy va temirning issiqlik sig'imi (9) ifodadan aniqlanadi. Misning issiqlik sig'im qiymatlari 2-jadvalda keltirilgan. So'ng alyuminiy va temir issiqlik sig'imining haroratga bog'lanish garfiklari yasiladi.

(9) ifodadagi c_1 va c_2 issiqlik sig'imining qiymatlari ayni bir haroratga oid ekanligini nazarda tutish kerak.

№	t (sekund)	$T-T_0$	$\log(T-T_0)$

Misning turli xil temperaturalardagi issiqlik sig'imi

2-jadval

Temperatura, $^{\circ}\text{S}$	0	100	200	300	400	500	600
Issiqlik sig'imi Kal/g·grad	0,0910	0,0940	0,0975	0,1008	0,1038	0,1070	0,1090

Nazorat savollari

1. Moddaning issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi?
2. Jismning vaqt birligi ichida yo'qotayotgan issiqlik miqdorini qanday topiladi?
3. Solishtirma issiqlik sig'imi qanday kattalioklarga bog'liq?

5- TAJRIBA ISHI

QATTIQ JISMLARNING ISSIQLIKDAN CHIZIQLI KENGAYISH KOEFFISIENTINI ANIQLASH

Kerakli jihozlar: grafit namunasi, ampermetr, millivoltmetr, LATR, termopara, mikrometr.

Ishdan maqsad: qattiq jismlarning issiqlikdan kengayish hodisasini o'rganish va ularning issiqlikdan kengayish koeffisientini aniqlash.

Nazariy qism

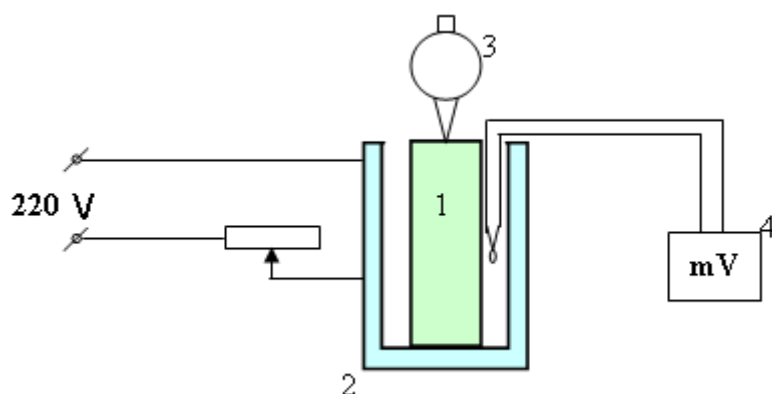
Barcha jismlar (gazlar, suyuqliklar, qattiq jismlar) atom-molekulyar strukturalarga ega bo'ladi. Atomlar, molekulalar kabi temperaturaning barcha diapazonlarida uzluksiz xaotik harakatda bo'lib, biror hajmdagi gaz yoki suyuqliqlarning temperaturasi qancha katta bo'lsa, atom yoki molekulalarning harakat tezligi va qattiq jismlarda esa kristallik panjaradagi atom yoki molekulalarning tebranishi shuncha katta bo'ladi. Shu sababli tashqi bosim o'zgarishsiz qolgan holda temperatura ortishi bilan atomlar yoki molekulalar orasidagi o'rtacha masofa ortadi, natijada gazlar, suyuqliklar va qattiq jismlar kengayadi. Turli hil gazlarning kengayish koeffisientlari bir-biriga yaqin ($0,0037 \text{ grad}^{-1}$); suyuqliklarda bu koeffisientlar bir-biridan bir necha barobarga farq qilishi mumkin (simob– $0,00018 \text{ grad}^{-1}$, glisirin– $0,0005 \text{ grad}^{-1}$, aseton– $0,0014 \text{ grad}^{-1}$, efir– $0,007 \text{ grad}^{-1}$).

Qattiq jismlarning issiqlikdan kengayish koeffisienti ularning tuzilishiga bog'liq bo'ladi. Zarrachalari zich joylashgan strukturalarning (olmos, platina, alohida metall qotishmalari) temperaturaga sezgirliги kamroq bo'ladi. Zarrachalari siyrak joylashgan, mo'rt moddalarning (alyuminiy, polietilen) issiqlikdan kengayishi kuchliroq namoyon bo'ladi. Qattiq jismlar isitilganda barcha tomonga qarab kengayadi; sterjen shaklidagi jismlarda issiqlikdan kengayish uning uzunligi buylab sezilarliroq namoyon bo'ladi.

O'lchash qurilmasi va o'lchashlar

Tajriba ishda grafit moddasining chiziqli kengayish koeffisienti 1-rasmda keltirilgan tajriba qurilmasi yordamida aniqlanadi:

Uzunligi 100 mm va diametri 30 mm bo'lgan silindr shaklidagi grafit namunasi (1) qizdirish pechi (2) ga joylashtiriladi. Namunaning bir tomoni qimirlamaydigan qilib mahkamlanadi. Namunaning erkin tomoni mikrometr strelkasining richagiga tegib turadi (strelka shkala buylab harakatlanadi) va strelkaning boshlang'ich holati qayd etib quyiladi. Pech qizishi natijasida namuna issiqlikdan uzayadi va richagni itaradi. Strelkaning yangi qiymati o'lchab olinadi. Pechdagi namuna yoniga joylashtirilgan mis-konstantan termoparasida hosil bo'lgan termo-e.yu.k. millivoltmetr yordamida o'lchanadi va gradiurovka grafigidan temperatura aniqlanadi.



1-rasm Qattiq jismlarning issiqlikdan chiziqli kengayish ko'ffisientini aniqlash tajriba qurilmasi

O'lchash natijalari quyidagi jadvalga qayd etiladi:

N _o	ℓ_t (mm)	t , ($^{\circ}\text{C}$)	α (grad^{-1})	$\Delta\alpha$ (grad^{-1})	ε (%)
1					
2					
3					
O'rt.					

Agar namuna uzunligining orttirmasini $\Delta\ell$ bilan, 0°C temperaturadagi boshlang'ich uzunligini ℓ_0 bilan va t temperaturadagi uzunligini ℓ_t bilan belgilasak, u holda

$$\Delta\ell = \ell_t - \ell_0 = \ell_0 \alpha t, \quad \ell_t = \ell_0 (1 + \alpha t).$$

Ushbu ifoda yordamida issiqlikdan chiziqli kengayish ko'ffisienti α ni hisoblab topish mumkin.

Nazorat savollari

1. Qattiq jismlarning issiqlikdan chiziqli kengayish hodisasini tushuntirib bering?
2. Issiqlikdan chiziqli kengayish ko'ffisientining o'lchov birligini ayting?

6 - TAJRIBA ISHI

JISMLAR ORASIDAGI NURLANISH ISSIQLIK ALMASHINUVINI O'RGANISH

Ishning maqsadi: jismlar orasidagi nurlanish issiqlik almashinuvini aniqlash usulini o'rganish.

Kerakli asbob va uskunalar: silindrsimon mufel' pechi, metall nay, termometr, menzurka, kolba, shtativ.

Nazariy qism

Barcha jismlar absolyut noldan yuqori temperaturada o'zidan to'xtovsiz ravishda turli uzunlikdagi elektromagnit to'lqinlar tarqatib turadi. Moddiy jismlar tarqatayotgan yoki yutayotgan nurlanish energiyasi uzliksiz bo'lmasdan, balki alohida porsiyalar-kvantlar yoki fotonlar tarzida bo'ladi. Nur chiqarayotgan jismning nurlanishi faqat temperaturasi va optik xossalari bilan aniqlansa bunday nurlanish *issiqlik nurlanishi* deyiladi.

Turli jismlarning nurlanish xususiyati turlicha bo'ladi. Nurlanish energiyasi E ayni temperaturada jismning birlik yuzasidan vaqt birligi ichida $\lambda=0$ dan $\lambda=\infty$ gacha barcha to'lqin uzunlikdagi chiqarilgan nurlanish energiyasi miqdori Q bilan aniqlanadi.

$$E = \frac{Q}{F \tau}$$

bu yerda F -nurlanish sirt yuzasi, τ -nurlanish vaqti.

Stefan-Bolsman qonuni. Nurlanish energiyasi bilan mutloq qora jismning mutloq haroratining to'rtinchi darajasiga to'g'ri proporsional:

$$E = \sigma_0 T^4$$

σ_0 – Bolsman doimiysi; $\sigma_0=5,67 \text{ Vt/m}^2 \text{ K}^4$ yoki $C_0=4,9 \text{ kkal/ m}^2 \cdot \text{soat} \cdot \text{K}^4$ - absolyut qora jismning nurlanish koeffisienti.

Amaliy hisoblashlarda bu qonun quyidagicha ifodalanadi:

$$E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

bu yerda: C – kul rang jismning nurlanish koeffisienti, $\text{Vt/m}^2 \text{ K}$.

Kulrang jism uchun nurlanish xususiyati quyidagicha bo'ladi:

$$E = \varepsilon E_0 = \varepsilon C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4 = C \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

Bunda ε – jismning nur chiqarish qobiliyati C - kulrang jismning nurlanish koeffisienti.

Parallel kulrang devorlar orasidagi uzatilgan nurlanish issiqligining to'la miqdori quyidagi formuladan hisoblab topiladi.

$$Q_N = F \varepsilon C_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} - \frac{T_2}{100} \right)^4 \right] = c_k \left[\left(\frac{T_1}{100} - \frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \text{ kkal/m}^2 \cdot \text{soat K}^4$$

c_k - issiqlik almashinuvida ishtirok etayotgan jismlar sistemasining keltirilgan nurlanish koefitsienti

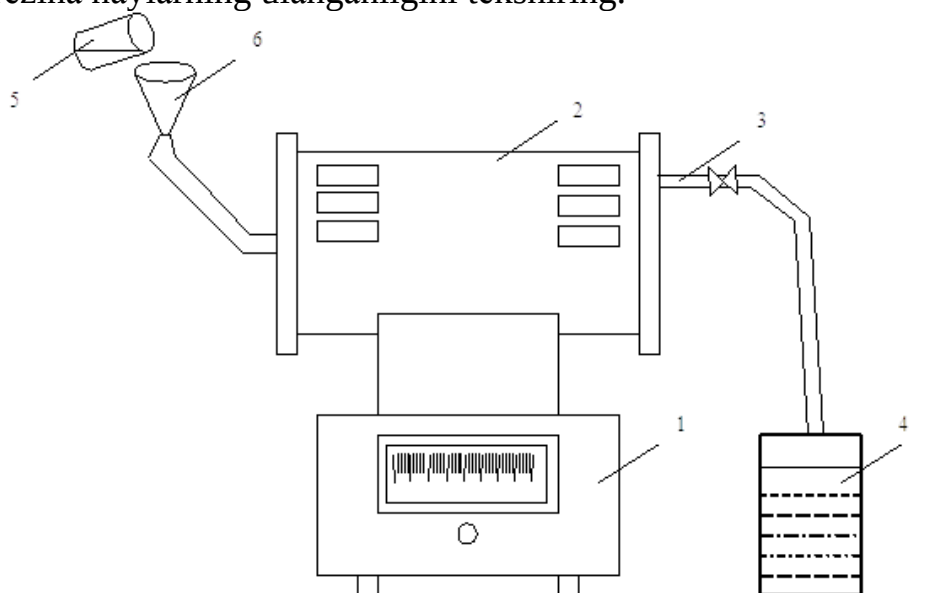
$$C_{\text{к.п}} = \frac{1}{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} - \frac{1}{c_0}}$$

c_1 , c_2 va c_0 - birinchi, ikkinchi va absolyut qora jismlarning nurlanish koefitsientlari. Ikkita kulrang koaksial sirtlardagi keltirilgan nurlanish koefitsienti esa

$$c_k = \frac{1}{\frac{1}{c_1} + \frac{F_1}{F_2} \left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{4,9} \right)}$$

Qurilmaning tuzilishi

Ishni bajarishdan oldin 1-rasmda ko'rsatilgan qurilma bilan tanishing va undagi rezina naylarning ulanganligini tekshiring.



1-rasm. Jismlar orasidagi nurlanish issiqlik almashinuvini o'rganish qurilmasi. 1,2. Mufel pechi; 3. Metall nay; 4. Menzunka, 5. Stakan, 6. Voronka

Metall naydan oqib chiqqan suvning olgan issiqlik miqdori :

$$Q_s = cm (t_2 - t_1)$$

Bu erda: c – suvning issiqlik sig'imi; m – suv massasi; t_2 va t_1 – suvning metall naydan kirish va chiqishdagi haroratlari.

Bu issiqlik miqdorini mufel pechi ichidagi metall nay issiqlik nurlanishi tufayli beradi. Bunda metall nayning nurlanishda olgan issiqlik miqdori

$$Q_{\text{nur}} = C_k \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 \right] F \cdot \tau$$

Shuning uchun ifodalarni bir-biriga tenglashtiramiz:

$$cm(t_2 - t_1) = C_k \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 \right] F \cdot \tau$$

Bu yerda: T_2 – mufel pechi harorati; T_1 – metal nay harorati; F – metal nay sirt yuzasi; τ – suvning metall naydan oqib tushish vaqti.

U holda tenglamani T_1 ga nisbatan yechib, quyidagi ifodani topamiz:

$$T_1 = 100 \cdot \sqrt[4]{\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \frac{c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)}{C_k \cdot t \cdot F}}$$

Bunda suv massasiga $m = V/\rho$ ifodani qo'ysak, T_1 – metall nay haroratini quyidagi ifoda bilan aniqlaymiz:

$$T_1 = 100 \cdot \sqrt[4]{\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \frac{c \cdot V \cdot (t_2 - t_1)}{C_k \cdot \rho \cdot t \cdot F}}$$

Mufel pechi va metall naylarning nur chiqarish qobiliyati bir xil bo'lib, taxminan S_k ham bir xil va 0,9 teng deb olamiz.

Ishni bajarish tartibi

1. Pechni yoqing. Pechning harorati ma'lum bir qiymatga etganga qadar, stakandagi suvning haroratini o'lchang.
2. Stakandagi suvni voronkaga qo'yib, suvning mufel pechi ichidagi metall nay orqali o'tishida ketgan vaqtini sekundomer yordamida o'lchang.
3. Menzurkadagi oqib tushgan isigan suvning haroratini va hajmini o'lchang.
4. Olingan natija va hisoblashlarni jadvalga tushiriling.

1-jadval

№	Suv sarfi (l/min)	Mufel pechi harorati $T_2 (^{\circ}\text{K})$	Suvning boshlang'ich harorati $t_1 (^{\circ}\text{C})$	Suvning oxirgi harorati $t_2 (^{\circ}\text{C})$	Metall nay harorati $T_1 (^{\circ}\text{K})$

Nazorat savollari

1. Issiqlik uzatish usullarini ayting.
2. Stefana-Bolsman qonunni ta'riflang.
3. Jismning nurlanish koeffisienti tushuntiring.

7- TAJRIBA ISHI

YOQILG'I NAMLIGINI VA KULINI ANIQLASH HAMDA ISHCHI MASSAGA QAYTA HISOBLASH.

Ishning maqsadi: Qattiq yoqilg'ining quruq va yonish massalarini aniqlash usullari bilan tanishish hamda olingan bilimlarni mustahkamlash.

Kerakli asbob va jihozlar: analitik tarozi va o'lchov toshlari, balandligi 25-30 mm va diametri 35-40 mm bo'lgan byuks, termometrli quritish shkafi, pestikli havoncha (stupka), diametri 0,2 mm bo'lgan elak, eksikator, chinnidan yasalgan qozon (tigel), mufel elektr pechi, tigel shipsilari, qattiq yoqilg'i.

Nazariy qism

Hozirgi vaqtda issiqlik energiyasining asosiy manbai yoqilg'idir. Yoqilg'ilarni yoqish vaqtida o'zidan katta miqdorda issiqlik ajratadigan va quyidagi talablarni qanoatlantiradigan moddalarni yoqilg'ilar deb atash qabul qilingan:

1. Yonish mahsulotlari yonganda o'zidan yuqori kalloriyada issiqlik ajratishi kerak.
2. Tabiatda ushbu yoqilgi zahiralari yetarli miqdorda ko'p bo'lishi lozim.
3. Yoqilg'ilarni yoqish iqtisodiy nuqtai nazardan rasional bo'lishi kerak.

Yoqilg'ilarning ko'p turlari organik mahsulotlar bo'lib hisoblanadi, shuning uchun ularning asosiy tashkil etuvchilari uglerod va vodorod yoqilg'ilarda turlicha birikmalar ko'rinishida joylashgan. Bundan tashqari yoqilg'ilar tarkibida suv va zollar qatnashadi. Zol bu qattiq va suyuq yoqilg'ilarning yonmaydigan mineral qismi bo'lib, Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , Fe_2O_3 va hokozolardan tashkil topgan.

Yoqilg'ilarning tarkibini aniqlash uchun texnikaviy va kimyoviy (elementlar) tahlil qilinadi. Texnikaviy tahlil usuli bilan yoqilg'i tarkibidagi namlik, uchuvchan birikmalar va zollar aniqlaanadi. Kimyoviy elementar usul bilan esa yoqilg'i tarkibidagi elementlarning massa bo'yicha foizi aniqlanadi.

Kimyoviy elementar tahlil usuliga ko'ra organik (C, N, O, N, S), quruq (S, N, O, N, S, A) massalar va ishchi yoqilg'i (C, N, O, N, S, A, W), bir-biridan ajratiladi.

Tahlil natijalarini yozishda indekslardan foydalaniladi. Masalan:

C^o - organik massadagi uglerod miqdori;

S^{yo} - yonuvchan massadagi oltingugurt miqdori;

A^q - quruq massadagi zol miqdori;

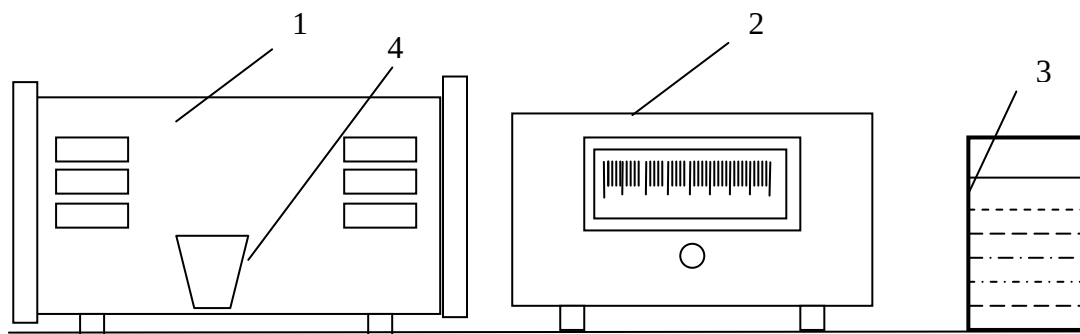
W^i - ishchi massadagi namlik miqdori;

Qattiq va suyuq yoqilg'ilarni bitta massadan boshqa massaga qayta hisoblash uchun, quyidagi ifodalar qullaniladi.

$$\begin{aligned} X^o &= X^{yo} \frac{100}{100 - S^{yo}} & X^{yo} &= X^q \frac{100}{100 - A^q} \\ X^q &= X^i \frac{100}{100 - W^i} & X^q &= X^{yo} \frac{100 - A^q}{100} \end{aligned}$$

bu yerda: X^o , X^{yo} , X^i , X^k - komponentlar tarkibining foiz ulushidagi organik, yonuvchan, ishchi va quruq massasi.

Tajriba qurilmasinig tuzilishi



1-rasm. 1- termometrli quritish shkafi ; 2- mufel pechi; 3-byuks; 4-tigel.

Ishni bajarish tartibi

1. Quruq yoqilg'i massasidagi uglerod tarkibini aniqlash.

Toshko'mir tuvakda maydalanib, g'alvirda elanadi. 2-3 gramm yoqilg'i olinib, oldindan o'lchab olingan byuksga solinib, 1,5-2 soat vaqt ichida 105-110 °S temperaturagacha quritiladi. Quritilayotganda byuksning qapqog'i ochiq turishi kerak. Quritilgan yoqilg'i miqdori quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$W = \frac{m}{m_1} \cdot 100 \%$$

bu yerda m-gramm hisobidagi quritilgandan keyingi yoqilg'ining massasi;

m_1 - gramm hisobidagi o'lchangan yoqilg'i.

Quritilayotgan yoqilg'i massasidagi uglerodning tarkibi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$C^q = C^i \frac{100}{100 - W} \%$$

bu yerda C^i - foizda hisoblanadigan ishchi yoqilg'idagi uglerodning tarkibi (o'qituvchi ko'rsatadi); W- foiz ulushida olingan namlik.

Tajriba natijalari 1- jadvalga yoziladi.

2. Yoqilg'ining yonuvchan massasidagi uglerodning tarkibini aniqlash.

Oldindan toblanib, o'lchab olingan tuvakka quritilgan yoqilg'i namunasi solinib, mufel pechida joylashtiriladi. Pechning temperaturasi 800 °S gacha ko'tariladi va bu temperaturada yoqilg'i 1 soat ushlab turiladi. Shundan keyin tuvak pechdan olinadi va 5 minut davomida havoda quritiladi, keyin esa eksikatora havo haroratida sovutiladi. Tuvak o'lchab olingandan so'ng undagi kul miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$A = \frac{m \cdot 100}{m_1} \%$$

bu yerda m-qoldiq kul massasi, gramm hisobida.

m_1 - gramm hisobida yoqilg'i massasi;

$$C^{yo} = C^q \frac{100}{100 \cdot A^q} \%$$

Olgan natija va hisoblashlarni quyidagi jadvallarga tushiring.

1.1-jadval

Gramm hisobidagi yoqilg'i namunasi		Massaning kamaygan qismi (gramm)	Namlik miqdori, %	Quruq massadagi uglerod miqdori
Quritilgunga qadar	Quritilgunga so'ng			

1.2-jadval

Massa		Kul hosil bo'lishi, % da	Yoqilg'i massasidagi uglerod miqdori
Yoqilg'i, g.	Kullar, g		

Nazorat savollari

1. Yoqilg'i va unga qo'yiladigan talablar?
2. Yoqilg'ilarning qanday ko'rinishlari mavjud?
3. Yoqilg'i tarkibini tahlil qilishning usullari?
4. Yoqilg'i massasi qanday aniqlanadi?
5. Yoqilg'i tarkibini qayta hisoblash formulasini izoxlang.
6. Yoqilg'i tarkibidagi namlikni aniqlash usullarini ayting.

8- TAJRIBA ISHI

ISITKICH QURILMASINING FOYDALI ISH KOEFFISIENITINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: isitkich qurilmasining foydali ish ko'ffisientini aniqlashni o'rganish.

Kerakli asbob va uskunalar: isitkich qurilmalaridan biri (kerogaz, primus, kerosinka, spirt lampasi yoki biror boshqa isitgich), o'lchov tarozisi, kolba, shtativ, menzurka, termometr.

Nazariy qism

Moddani tashkil qilgan molekulalar atomlardan tuzilgan. Molekulalarni atomlarga ajratishda atomlarning tortishish kuchini yengib ish bajarish, ya'ni energiya sarf qilish kerak. Atomlar birikib molekulalar hosil bo'lishida esa energiya ajralib chiqadi.

Yoqilgi yonganda energiya chiqadi. Asosiy tarkibiy qismi uglerodli birikmalardan iborat bo'lgan yonuvchi moddalarga *yoqilg'i* deyiladi. Uning yonishi natijasida tarkibidagi uglerod atomlari havodagi kislorod atomlari bilan birikib, karbonat angidrid molekulalarini hosil qiladi. Bunda issiqlik ajralib chiqadi. Shu maqsadda sanoatda xom-ashyo sifatida ishlatiladi.

Yoqilg'i qazib olinishi va tayyorlanishiga ko'ra tabiiy va sun'iy turlarga bo'linadi. Tabiatda ishlatishga tayyor holda mavjud bo'lgan yoqilg'ilar tabiiy yoqilg'ilar deyiladi. Toshko'mir, yonuvchi slaneslar, torf, neft, gaz, o'tin tabiiy yoqilg'i hisoblanadi. Qayta ishlash natijasida olinadigan yoqilg'ilar sun'iy yoqilg'ilar deyiladi. Koks, kukun holatigacha maydalangan qattiq yoqilg'i, briketlar, yog'och ko'mir, benzin, kerosin, solyar moyi, mazut va boshqalar sun'iy yoqilg'ilar jumlasiga kiradi.

Yoqilg'ining asosiy ifodalovchilariga yonish issiqligi, uchuvchi moddalarning ajralishi va koksning xususiyatlari kiradi.

1 kg yoqilg'i butunlay yonib bitganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori yoqilg'ining yonish issiqligi q deb ataladi. Massasi m bo'lgan yoqilg'i butunlay yonganda ajralib chiqadigan Q issiqlik miqdori

$$Q = q \cdot m \quad (1)$$

formula yordamida hisoblanadi.

Yoqilg'i isitish qurilmalarida yondirilib, uning energiyasidan foydalaniladi. Isitish qurilmalarining oddiy ko'rinishlariga o'choq, kerogaz, primus, kerosinka, spirt lampasi kabilar misol bo'ladi. Umuman barcha isitish qurilmalarida yoqilg'i yonganda ajralib chiqadigan energiyaning bir qismi havo idish va uning atrofidagi boshqa jismlarni isitishga sarf bo'ladi. Binobarin, yoqilg'i energiyasining hammasi isuvchi jismga berilmaydi. Isitish qurilmasining samaradorligi uning foydali ish ko'ffisienti bilan xarakterlanadi.

Isitgishga m_s massali suv qo'yilgan bo'lib, qurilma ishlaganda suv boshlang'ich t_1 haroratdan t_2 haroratgacha isigan bo'lsin. Suvga uzatilgan issiqlik miqdori

$$Q = cm_s(t_2 - t_1) \quad (2)$$

ifoda bilan aniqlanadi. Bunda c – suvning solishtirma issiqlik sig'imi $c=4190 \text{ j/kg}\cdot\text{K}$

Isitilayotgan jismga uzatilgan Q_s issiqlik miqdorining yoqil'gi yonganda ajralib chiqqan Q issiqlik miqdoriga nisbati isitish qurilmasining η foydali ish koeffisienti deb ataladi.

$$\eta = \frac{Q_s}{Q} = \frac{m_s \tilde{n}(t_2 - t_1)}{mq} \quad (3)$$

yoki foizlarda

$$\eta = \frac{m_s \tilde{n}(t_2 - t_1)}{mq} \cdot 100 \% \quad (3^1)$$

Ishni bajarish tartibi



1. Kolbaga sig'imi ma'lum bo'lgan idish yoki menzurka yordamida suv qo'ying ($m_s=0.5-1\text{kg}$). Kolbadagi suvning boshlang'ich haroratini t_1 termometr bilan aniqlanang.
2. Spirt lampasini yoki boshqa xildagi yoqilg'ini yoqmasdan oldingi m_1 massasi tarozida aniqlang
3. . Spirt lampasini yoqing va uning ustiga suvli kolbani qoying.
4. 10 – 15 minut o'tgach spirt lampasini o'chiring.

Termometr bilan suvning keyingi t_2 haroratini o'lchang. (Ko'p bug'lantirmaslik uchun t_2 ni $60-70^\circ\text{S}$ dan oshirmaslik zarur)

5. Yonish oxirida yoki boshqa turdagi yoqilg'i yonib tugagandan keyin qolgan qismi m_2 tarozida tortib olinadi.
6. Spirt lampasi sovigach uning keyingi m_2 massasi aniqlanadi. $m=m_1-m_2$ ifoda orqali yongan spirtning m massasini hisoblang.
7. Yoqilg'ining ya'ni spirtning solishtirma yonish issiqligi q ma'lumotlar jadvalidan aniqlanadi. (3^1) ifoda orqali isitish qurilmasining foydali ish koeffisientini hisoblang.
8. Olingan natijalar jadvalga yoziladi.

№	Yoqilg'i turi $Q \text{ (j/K)}$	m_s (kg)	m_1 (kg)	m_2 (kg)	m (kg)	t_1 (K)	t_2 (K)	η

Nazorat savollari

1. Yoqilg'ining foydali ish koeffisienti deb nimaga aytiladi?
2. Yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi deb nimaga aytiladi?
3. Yoqilg'ining sanoatdagi o'rni qanday?

9- TAJRIBA ISHI

O'TGA CHIDAMLI MATERIALLARNING HAQIQIY G'OVAKLIGINI, HAJMIY VA SOLISHTIRMA OG'IRLIGINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: O'tga chidamli materiallarning haqiqiy g'ovakligini, hajmiy va solishtirma og'irligini aniqlash usullarini o'rganish.

Kerakli asbob va jihozlar: texnik tarozi, analitik tarozi, qo'ritish shkafi, o'tga chidamli material namunasi, o'lchov silindri, pestikli havoncha (stupka).

Nazariy qism

O'tga chidamli qurilish materiallari deb, issiqlik jihozlarini kurilishida ishlatiladigan yuqori temperaturada kechadigan fizikaviy va fizikog'kimyoviy jarayonlarga chidamli (qarshilik ko'rsatadigan) materiallarga aytiladi. Bu o'tga chidamli materiallar quyidagi fizikaviy xossalarga ega: g'ovaklik, gaz o'tkazuvchanlik, issiqlik o'tkazuvchanlik, elektr o'tkazuvchanlik, issiqlik sig'imi.

O'tga chidamli materiallarining g'ovakligi katta ahamiyatga ega, ya'ni ularning shlaklar ta'sirida emirilishi o'tga chidamli materialning g'ovakligiga bog'lik. G'ovaklik oshishi bilan materialning shlak bilan sirt kontaktlashuvi oshadi va natijada emirilishga mustahkamligi kamayadi. Vakuum pechlarni devorlari orqali gazlar chiqib ketmasligi uchun kam g'ovaklikka ega bo'lgan o'tga chidamli materiallar ishlatiladi. O'tga chidamli materiallarning g'ovakliklarining miqdori, tuzilishi va o'lchamlari turlicha bo'ladi. Engil o'tga chidamli materiallarda g'ovaklik 60-70% ni, boshqa eritish pechlarida ishlatiladigan materiallarda 15-28% ni, ba'zilarida 10% dan kamini tashkil etadi. G'ovaklik o'tga chidamli materiallarning hajmiy va solishtirma og'irlik nisbatiga ta'sir ko'rsatadi. O'tga chidamli materiallarning hajmiy og'irligi-material og'irligining uning hajmiga nisbati bilan aniqlanadi. O'tga chidamli materiallarning ya'ni g'ishtning hajmi uning o'lchamlarini ko'paytmasiga teng:

$$V=a \cdot b \cdot h$$

bu yerda V -g'ishtning xajmi,

a -g'isht hajmi,

b -g'isht eni,

h -g'isht balandligi.

O'tga chidamli materiallarning haqiqiy g'ovakligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi.

$$\Pi_u = \frac{y_g - O_g}{y_g} \cdot 100 \%$$

bu yerda P_i –o'tga chidamli materiallarining haqiqiy g'ovakligi;

U_v - o'tga chidamli materiallarning solishtirma og'irligi;

O_v - o'tga chidamli materiallarning hajmiy og'irligi.

Ishni bajarish tartibi

9. O'tga chidamli g'isht texnik tarozida o'lchanadi va uning uzunligi, eni, balandligi o'lchanib, hajmiy og'irligi hisoblab topiladi.

10. O'tga chidamli g'ishtning bir bo'ladi poroshok bilan yuvilib, quritish shkafida 200°S temperaturada 30 minut quritiladi.

11. Quritilgan g'isht analitik tarozida o'lchanib, suv solingan o'lchov silindriga solinadi va yaxshilab aralashtiriladi.

12. Suv hajmining ko'tarilishiga qarab g'isht poroshogi hajmi aniqlanadi. G'ishtning solishtirma og'irligi hisoblab topiladi.

13. G'ishtning haqiqiy g'ovakligi hisoblanadi.

14. Shunga o'xshash hisoblashlar qolgan ikkita namunada ham o'tkaziladi.

15. Tajriba natijalari jadvalga kiritiladi.

Hisobot tuzish tartibi

Hisobot qo'yidagilarni o'z ichiga olishi lozim;

1. Qisqacha nazariy ma'lumotlar;
2. Ishni bajarish usuli;
3. G'ishtning haqiqiy g'ovakligining hisoblanishi.
4. Jadvalni to'ldirish.
- 5.

№	O'tga chidamli g'ishtning ko'rinishi	Hajmiy og'irligi	Solishtirma og'irligi	Haqiqiy g'ovakligi
1				
2				
3				

Nazorat savollari

1. O'tga chidamli materiallarning aniqlanish usullari
2. O'tga chidamli materiallarning fizikaviy xossalari
3. O'tga chidamli materiallarning g'ovakligini amaliyotda qo'llanilish ahamiyati.
4. O'tga chidamli materiallarning ko'rinishlari.
5. O'tga chidamli materiallarning hajmiy va solishtirma og'irligi.
6. O'tga chidamli materiallarni aniqlash usuli.

Ilovalar

Jadval - 1

Ba'zi materiallarning xona temperaturasiidagi issiqliko 'utkazuvchanlik koeffisienti

Materiallar	$\lambda, \text{Vt/(m}\cdot\text{K)}$	Materiallar	$\lambda, \text{Vt/(m}\cdot\text{K)}$
Kumush	458	Qizil g'isht	0,77
Mis	384	Silikat g'isht	0,81
Alyuminiy	204	Izolyasion g'isht	0,14
Latun	85	Sosna (tola buylab)	0,35-0,72
Cho'yan	63	Sosna (tola ko'ndalangiga)	0,14-0,16
Uglerodli po'lat	45	SHlakli vata	0,07
Ammiak (suyuq)	0,57	Penoplast PSB-S	0,04
Suv	0,55	Havo	0,0245
Kor	0,47	Vodorod	0,175
Muz	2,25	Uglekisliy gaz	0,015
Mazut	0,116	Metan	0,003
Etilenglikol	0,249		
Temirbeton	1,55		

Jadval -2

Ayrim yoqilg'ilarning tarkibi va ularning issiqlik chiqarish xususiyatlari

Yoqilg'i nomi	Og'irlik bo'yicha tarkibi				Solishtirma og'irligi, N/m^3	Issiklik chikarish xususiyati, kal/kg	15°S va 1 atm havoning nazariy sarfi, m^3/kg
	S,%	N,%	O N,%	S,%			
Benzin	85,0	15,0	-	-	0,70	10200	12,5
Kerosin	85,5	14,0	0,5	-	0,82	10300	12,5
Benzol	91,0	7,5	1,0	0,5	0,88	9600	11,1
Solyar moyi	85,5	12,2	1,5	0,8	0,82	10000	11,8
Spirt	52,0	13,0	35,0	-	0,80	6000	7,6

Jadval – 3

Ayrim moddalarning $t = 0^{\circ}\text{S}$ da ideal gaz holatidagi
issiqlik sig'implari

Gazning nomi (formulasi)	Erkinlik darajalari soni	Molyar issiqlik sig'imi, kJ/kmolK	$K = S_r/S_v$
Geliy (He)	3	12.60	1.660
Argon (Ar)	3	12.48	1.660
Kislorod (O ₂)	5	20.96	1.397
Vodorod (H ₂)	5	20.30	1.410
Azot (N ₂)	5	20.80	1.400
Metan (CH ₄)	6	26.42	1.315
Ammiak (NH ₃)	6	26.67	1.313
Karbonat angidrid (CO ₂)	6	27.55	1.302

Jadval – 4

Tabiiy va majburiy konveksiyada issiqlik uzatish koeffisienti qiymatlari

Konvektiv issiqlik uzatish turlari	Issiqlik uzatish koeffisienti $\alpha, \text{Wt/m}^2 \cdot \text{K}$
Gazlardagi tabiiy konveksiya	5,8-34,7
Gaz trubada yo ular oralig'ida harakatlenganda	11,6-116
Suv bug'ining trubadagi harakati	116-2320
Suvning tabiiy konveksiyasi	116-1160
Suvning trubadagi harakati	575-11600
Suvning qaynashi	2320-11600
Suv bug'ining kondensasiyasi	4650-17500

Jadval – 5

Qattiq va suyuq yoki qisqartirilgan tarkibiy qismi

Yoqilg'i turi	Yoqilg'i tarkibidagi yonuvchi elementlar, %			
	S ^{yo}	N ^{yo}	O ^{yo}	S ^{yo}
Yog'och	50	6	43	0
Torf	53-62	5,2-6,2	32-37	0,1-0,3
Ko'ng'ir ko'mir	62-72	4,4-6,2	18-27	0,5-6,0
Toshkumir	75-90	4,5-5,5	4-15	0,6-6,0
Antrasit	90-96	1,0-2,0	1-2	0,5-7,0
Neft	83-86	11-13	1-3	0,2-4,0

Muhim gazlarning va molekulyar massa, zichlik va normal sharoitda kilomol hajmlari va gaz doimiylari

Modda	Kimyoviy yozilishi	molekulyar massa, μ	Zichlik ρ , kg/m^3	kilomol hajmlari $\mu\nu$, m^3/kg	Gaz doimiysi $J/(\text{kg}\cdot\text{K})$
Havo	-	28,96	1,239	22,40	287,0
Kislorod	O_2	32,00	1,429	22,39	259,8
Azot	N_2	28,026	1,251	22,40	296,8
Atmosfera azoti	N_2	28,16	(1,257)	(22,40)	(295,3)
Geliy	He	4,003	0,179	22,42	2078,0
Argon	Ar	39,994	1,783	22,39	208,2
Vodorod	H_2	2,016	0,090	22,43	4124,0
Uglerod oksidi	SO	28,01	1,250	22,40	296,8
Uglerod-(IV)-oksid	SO_2	44,01	1,977	22,26	188,9
oltingugurt-(IV)-oksid	SO_2	64,06	2,926	21,89	129,8
Metan	SN_4	16,032	0,717	22,39	518,8
Etilen	S_2N_4	28,052	1,251	22,41	296,6
Koks gazi	-	11,50	0,515	22,33	721,0
Ammiak	NH_3	17,032	0,771	22,08	488,3
Suv bug'i	N_2O	18,016	(0,804)	(22,40)	(461)

MUNDARIJA:

FRONTAL TAJRIBA ISHI. Haroratni aniqlash usullari

1. **TAJRIBA ISHI. Termopara yordamida temperaturani o'lchash**
2. **TAJRIBA ISHI. Qalayning erishida entropiya o'zgarishini aniqlash**
3. **TAJRIBA ISHI. Qattiq jismlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash**
4. **TAJRIBA ISHI. Metallarning issiqlik sig'imini sovitish usuli yordamida aniqlash**
5. **TAJRIBA ISHI. Qattiq jismlarning issiqlikdan chiziqli kengayish koeffisientini aniqlash**
6. **TAJRIBA ISHI Jismlar orasidagi nurlanish issiqlik almashinuvini o'rganish**
7. **TAJRIBA ISHI. Yoqilg'i namligini va kulini aniqlash, hamda ishchi massaga qayta hisoblash.**
8. **TAJRIBA ISHI. Isitkich qurilmasining foydali ish koeffisientini aniqlash**
9. **TAJRIBA ISHI. O'tga chidamli materiallarning haqiqiy g'ovakligini, hajmiy va solishtirma og'irligini aniqlash**

Adabiyotlar ruyxati:

1. Теплотехника металлургического производства. Т.2. Конструкция и работа печей. Кривандин В.А.Белоусов В.В. и др.М.: МИСиС, 2002.
2. Абдурахмонов С.А., Овчинников А.А., Якубова Н.М. Лабораторные работы по курсу «Металлургическая теплотехника».Ташкент, 1984.
3. Арутюнов В.А., Неведомская М.Н. Лабораторный практикум по металлургической теплотехнике. М.МИС иС,1999.
4. Nurmatov J., Xalilov N.A., Tolipov U.K. Issiqlik texnikasi. Toshkent. O'qituvchi, 1998.

