

**STEFAN-BOLSMAN QONUNI ASOSIDA “QORA JISM” NURLANISH INTENSIVLIGINING TEMPERATURAGA BOG’LIQLIGINI O’LCHASH**

*Isomov Umid To’ymurod o’g’li*

*Buxoro davlat universiteti fizika yo’nalishi 4-bosqich talabasi*

*Iskandarov Nozim Sobir o’g’li*

*Buxoro davlat universiteti fizika yo’nalishi 2-bosqich talabasi*

*Hikmatov Behzod Amonovich*

*Buxoro davlat universiteti fizika kafedrasi o’qituvchisi*

[b.a.hikmatov@buxdu.uz](mailto:b.a.hikmatov@buxdu.uz)

**Annotatsiya:** Ushbu ishda Stefan-Bolsman qonuni asosida “qora jism” nurlanish intensivligining temperaturaga bog’liqligi laboratoriya sharoitida o’rganildi. Tajriba ikki xil tizimda o’tkazildi. Birinchi holda absolyut qora jism joylashtirilgan elektr pech oldidagi ekranda sovutish tizimisiz tajriba o’tkazilgan bo’lsa, ikkinchi holda sovutish tizimida majburiy suv oqimi suv nasosi yordamida hosil qilindi. Ekran elektr pechining yuzasidan chiqayotgan issiqlik nurlanishlarini to’liq emas, balki maxsus tirqish orqali o’tishini ta’minlaydi. Bu ikki tajriba natijasida olingan natijalar o’zaro solishtirilib, tahlil qilindi.

**Kalit so’zlar:** Issiqlik nurlanish, Stefan-Bolsman qonuni, absolyut qora jism, nurlanish, termoelement, temperatura.

**KIRISH**

Barcha to’lqin uzunlikli issiqlik nurlanishini yutuvchi jism *absolyut qora jism* deb ataladi [1]. Aynan *Kirxgoff* birinchi bo’lib, berk bo’shliqdan virtual absolyut qora jism sifatida foydalanishni taklif qilgan. Absolyut qora jism eng katta yutish koeffitsiyentiga ega va shu bilan birga, berilgan temperaturada va to’lqin uzunlikda maksimal mumkin bo’lgan nurlantirishga ega [2]. Avstraliyalik fizik Y. Stefan (1835-1893) 1879 yilda dunyo olimlari tomonidan o’tkazilgan barcha tajriba natijalarini tahlil qilgan holda va L. Bolsman 1884 yilda termodinamik usullarni qo’llagan holda *Kirxgof* universal funksiyasining chastota va temperaturaga bog’liqlik masalasini qisman yechishdi va jismlar yorqinligining temperaturaga bog’liq ekanligini empirik formula bilan aniqlashdi [3].

*Stefan-Bolsman qonuni* absolyut qora jismning umumiy chiqarayotgan nurlanishi  $T$  absolyut temperaturaning to’rtinchi darajasiga proporsional ekanligini tasdiqlaydi. Yanada aniqroq nurlanish manbasining nurlanuvchanligi  $M$ , ya’ni sirtning bir tomonidagi nurlanishning umumiy quvvati nurlanayotgan sirt sohasiga nisbatan (1) bilan aniqlanadi:

$$M = \sigma T^4 \tag{1}$$

bunda  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \left(\frac{W}{m^2}\right) K^4$  ga teng bo’lgan Stefan-Bolsman doimiysi [4].

Shu vaqtda absolyut qora jism atrof muhitdan ham nur yutadi. Shunday qilib biz  $M$  umumiy nurlanuvchanlikni emas, aniqrog’i absolyut qora jism nurlanishidan olingan  $M'$  nurlanish manbasining nurlanuvchanligini o’lchaymiz. Atrof muhitdan yutilgan nurlanishning nurlanuvchanligi  $M_0$  quyidagiga teng:

$$M_0 = \sigma T_0^4 \quad (2)$$

$T_0$ -atrof-muhitning harorati. Shuning uchun, quyidagini yozish mumkin

$$M' = \sigma(T^4 - T_0^4) \quad (3)$$

Biz shunday qilib, termoelementda hosil bo'lgan chiqish kuchlanishini nurlanish manbasining  $M'$  nisbiy nurlanuvchanligi o'lchovi sifatida olishimiz mumkin.

### METODOLOGIYA

Mazkur tajribada “absolyut qora jism” sifatida LD Didactic GmbH elektr pechidan foydalaniladi (1-rasm). Absolyut qora jism detallari jilvirlangan mis silindr va ekrandan iborat. Bir uchi izolyatsiya qilingan mis silindr elektr pechga kiritiladi va talab qilingan temperaturagacha qizdiriladi. Zarur bo'lganda suv bilan sovutiladigan ekran elektr pechning oldiga shunday o'rnatilganki, yuqori haroratli pechning tashqi devorlarining nurlanishini emas, faqat jilvirlangan silindrning issiqlik nurlanishini o'lchash mumkin. NiCr-Ni temperatura datchigi mis silindrda temperaturani o'lchash uchun qo'llaniladi. Issiqlik nurlanishi natijasida hosil bo'lgan elektr kuchlanish Leybold Mobile-Cassy 2 raqamli universal o'lchov asbobiga ulangan termoelement (KIPP&ZONEN CA2) yordamida aniqlandi.



**1-rasm.** Tajriba qurilmasining ko'rinishi.

Termoelement ulangan termojuftliklar seriyasidan tashkil topgan. O'lchanayotgan nuqtalar tushayotgan nurni to'liq yutadi, qiyoslash nuqtalari esa atrof muhit temperaturasida bo'ladi. Ushbu ishda tajribalar ikki hol uchun o'tkazilib natija olindi: ekranda suv oqimisiz va majburiy hosil qilingan suv oqimi bilan. Majburiy suv oqimi suv nasosi (12 V, 3W) yordamida hosil qilindi.

### NATIJAR VA MUHOKAMA

Dastlab sovutish tizimidan foydalanilmagan holda tajriba o'tkazildi. Xonaning temperaturasi 22 °C ga teng ekanligi qayd qilib qo'yildi. Elektr pech yordamida qizdirilayotgan mis silindrda temperatura o'zgarishining har 10 °C intervalida termoelementda hosil bo'lgan kuchlanish qayd qilib borildi. Tajribada mis silindrning temperaturasi 30 °C dan boshlanib 440 °C gacha oshib bordi. Keyin elektr pech tarmoqdan uzilib xuddi shu temperatura qiymatlarida harorat tushishida hosil bo'lgan kuchlanish qayd etib borildi (1-jadval).

**1-jadval.** Ekranda sovutish tizimi qo'llanilmagan hol uchun olingan natijalar

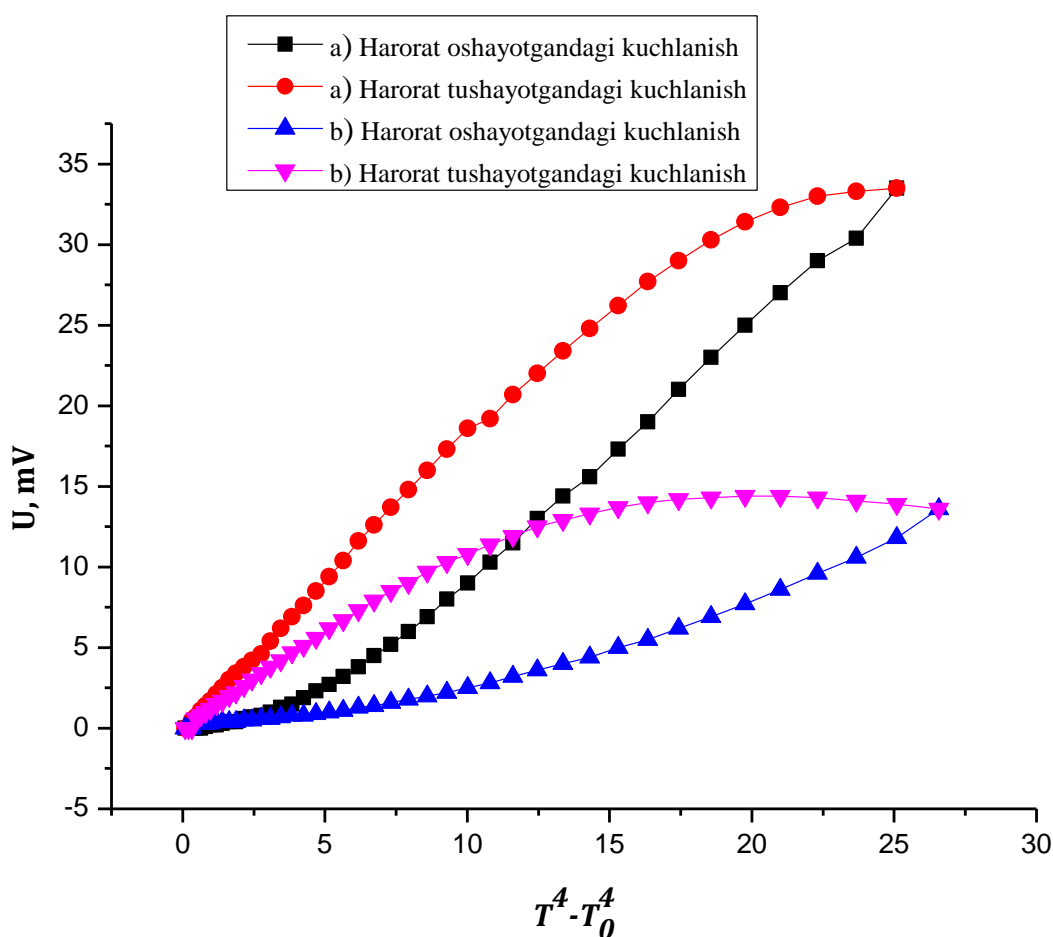
$t$ , (°C)	$T$ , (K)	$T^4 - T_0^4$ , ( $10^{10} K^4$ )	$U \uparrow$ , (mV)	$U \downarrow$ , (mV)	$t$ , (°C)	$T$ , (K)	$T^4 - T_0^4$ , ( $10^{10} K^4$ )	$U \uparrow$ , (mV)	$U \downarrow$ , (mV)
30	303	0,09	0	0	240	513	6,17	3,8	11,6
40	313	0,20	0	0,2	250	523	6,72	4,5	12,6
50	323	0,33	0	0,4	260	533	7,31	5,2	13,7
60	333	0,47	0	0,7	270	543	7,94	6	14,8
70	343	0,63	0	1,1	280	553	8,59	6,9	16
80	353	0,80	0,1	1,4	290	563	9,29	8	17,3
90	63	0,98	0,2	1,7	300	573	10,02	9	18,6
100	373	1,18	0,2	2,1	310	583	10,80	10,3	19,2
110	383	1,39	0,3	2,5	320	593	11,61	11,5	20,7
120	393	1,63	0,4	3	330	603	12,46	13	22
130	403	1,88	0,4	3,4	340	613	13,36	14,4	23,4
140	413	2,15	0,6	3,8	350	623	14,31	15,6	24,8
150	423	2,44	0,7	4,2	360	633	15,30	17,3	26,2
160	433	2,76	0,8	4,6	370	643	16,34	19	27,7
170	443	3,09	1	5,4	380	653	17,43	21	29
180	453	3,45	1,3	6,2	390	663	18,56	23	30,3
190	463	3,84	1,5	6,9	400	673	19,76	25	31,4
200	473	4,25	1,9	7,6	410	683	21,00	27	32,3
210	483	4,69	2,3	8,5	420	693	22,31	29	33
220	493	5,15	2,7	9,4	430	703	23,67	30,4	33,3
230	503	5,64	3,2	10,4	440	713	25,09	33,5	33,5

Xuddi shu tartibda 2-tajriba sovutish tizimi qo'llanilgan holda olib borildi (2-jadval). Olingan natijalar asosida  $T^4 - T_0^4$  funksiyasi termoelementda  $U$  chiqish kuchlanishining pechning to'rtinchi darajali absolyut temperaturasi  $T^4$  bilan to'rtinchi darajali absolyut xona temperaturasi  $T_0^4$  orasidagi farqning funksiyasi ( $T^4 - T_0^4$ ) sifatidagi bog'lanishi keltirilgan (2-rasm).

**2-jadval.** Ekranda sovutish tizimi qo'llanilgan hol uchun olingan natijalar

$t$ , (°C)	$T$ , (K)	$T^4 - T_0^4$ , ( $10^{10} K^4$ )	$U \uparrow$ , (mV)	$U \downarrow$ , (mV)	$t$ , (°C)	$T$ , (K)	$T^4 - T_0^4$ , ( $10^{10} K^4$ )	$U \uparrow$ , (mV)	$U \downarrow$ , (mV)
30	303	0,09	0	0	240	513	6,17	1,3	7,3
40	313	0,20	0	0,2	250	523	6,72	1,4	7,9
50	323	0,33	0	0,4	260	533	7,31	1,6	8,5
60	333	0,47	0,3	0,6	270	543	7,94	1,8	9
70	343	0,63	0,3	0,8	280	553	8,59	2	9,7
80	353	0,80	0,3	1	290	563	9,29	2,2	10,3
90	63	0,98	0,3	1,2	300	573	10,02	2,5	10,8

<b>100</b>	373	1,18	0,4	1,5	<b>310</b>	583	10,80	2,8	11,4
<b>110</b>	383	1,39	0,4	1,7	<b>320</b>	593	11,61	3,2	11,9
<b>120</b>	393	1,63	0,4	2	<b>330</b>	603	12,46	3,6	12,5
<b>130</b>	403	1,88	0,4	2,2	<b>340</b>	613	13,36	4	12,9
<b>140</b>	413	2,15	0,5	2,6	<b>350</b>	623	14,31	4,4	13,3
<b>150</b>	423	2,44	0,5	3	<b>360</b>	633	15,30	5	13,7
<b>160</b>	433	2,76	0,6	3,4	<b>370</b>	643	16,34	5,5	14
<b>170</b>	443	3,09	0,6	3,8	<b>380</b>	653	17,43	6,2	14,2
<b>180</b>	453	3,45	0,7	4,2	<b>390</b>	663	18,56	6,9	14,3
<b>190</b>	463	3,84	0,8	4,7	<b>400</b>	673	19,76	7,7	14,4
<b>200</b>	473	4,25	0,8	5,1	<b>410</b>	683	21,00	8,6	14,4
<b>210</b>	483	4,69	0,9	5,6	<b>420</b>	693	22,31	9,6	14,3
<b>220</b>	493	5,15	1	6,2	<b>430</b>	703	23,67	10,6	14,1
<b>230</b>	503	5,64	1,1	6,7	<b>440</b>	713	25,09	11,8	13,9



**2-rasm.** Kuchlanishning harorat funksiyasiga bog'liqlik grafifi:  
 a) sovutish tizimisiz; b) sovutish tizimi bilan.

### XULOSA

Tajriba ikki hol uchun ko'rib chiqildi. Sovutish tizimi qo'llanilmagan holda mis silindrning harorati ko'tarilayotgan jarayonda termoelementda hosil bo'lgan maksimal kuchlanish 440 °C da 33,5 mV ga teng bo'ldi. Harorat tushish jarayonida hosil bo'lgan

kuchlanish qiymatlari ko'tarilish jarayonidagi qiymatlarga nisbatan yuqori ekanligi qayd etildi. Sovutish tizimi qo'llanilgan holda esa mis silindr harorati ko'tarilayotgan jarayonda termoelementda hosil bo'lgan maksimal kuchlanish 440 °C da 11,8 mV ga teng bo'ldi. Harorat tushish jarayonida esa 400-410 °C da kuchlanish 14,4 mV gacha oshdi. Bu holda ham harorat tushish jarayonida hosil bo'lgan kuchlanish qiymatlari ko'tarilish jarayonidagi qiymatlarga nisbatan yuqori ekanligi qayd etildi. Sovutish tizimi qo'llanilganda kuchlanish qiymatlarining past bo'lishi tajribada aniqlandi.

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI**

1. Sh.M. Mirzayev. “Atom fizikasi”. Buxoro-2022. 35-45
2. A.N. Makarov. Calculations of Heat Transfer in Torch Furnaces by Gas Volume Radiation Laws. World Journal of Engineering and Technology, 2016, 4, 488-503
3. A. N. Makarov. Laws of Heat Radiation from Surfaces and Gas Volumes. World Journal of Engineering and Technology, 2015, 3, 260-270
4. T.G. Alenka. Heat Transfer. Department of Mechanical Engineering Wolaita Sodo University, 2023, 3-25