

ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ ИНСТИТУТИНИНГ  
БУХОРО ФИЛИАЛИ

# РЕФЕРАТ



Мавзу: **Issiqlik nurlanish qonunlari**

Бажарди:

(ГТИ ва НСФ 4/1) **Холмирзаев А.**

Кабул Килди.

к.ў., **И.А. Ибрагимов**

Бухоро-2014 йил.

## Issiqlik nurlanish qonunlari

Nurlanishlar turli xil bo'ladi. Masalan, oksidlanayotgan fosforning nurlanishi, gazlardan elektr toki o'tish jarayonida vujudga keladigan nurlanish, qattiq jismlarni elektronlar bilan bombardimon qilish natijasida vujudga keladigan nurlanish, qizdirilgan jismning nurlanishi, yani issiqlik nurlanish va hokazo. Bu nurlanishlar bir-biridan o'zlarining vujudga kelishining tabiati bilan ajralib turadi. Lekin har qanday nurlanish jarayonida ham energiyaning biror turi nurlanish energiyasiga aylanadi. Xususan, issiqlik nurlanishda nurlanayotgan jism zarralarining xaotik issiqlik harakat energiyasining bir qismi elektromagnit to'lqin tarzida nurlanadi. Bu nurlanish absolyut noldan farqli barcha temperaturadagi jismlarda kuzatiladi va temperaturaga kuchli bog'liq bo'ladi.

Nurlanish oqimi ( $\Phi$ ) biror yassi parallel plastinka shaklidagi jism sirtiga tushayotgan bo'lsin. Bu oqim qisman qaytadi ( $\Phi_k$ ), qisman jismda yutiladi ( $\Phi_{yu}$ ), qolgan qismi esa jismdan o'tadi ( $\Phi_u$ ), yani

$$\Phi_k + \Phi_{yu} + \Phi_u = \Phi \quad (1)$$

tenglik bajariladi. Bu tenglikning ikkala tomonini  $\Phi$  ga taqsimlasak va quyidagi:

$$\frac{\Phi_k}{\Phi} = p \quad \text{jismning nur qaytarish qobiliyati:}$$

$$\frac{\Phi_{yu}}{\Phi} = a \quad \text{jismning nur yutish qobiliyati}$$

$$\frac{\Phi_u}{\Phi} = D \quad \text{jismning nur o'tkazilish qobiliyati;}$$

Bu belgilashlardan foydalansak, bu (1) ifoda

$$r + a + D = 1 \quad (2)$$

ko'rinishga keladi. Nisbatan qalinroq bo'lgan ko'pgina qattiq jismlar uchun  $D=0$  deb hisoblash mumkin. U holda (2) ifoda

$$r + a = 1 \quad (3)$$

ko'rinishga keladi. Bu ifoda to'lqin uzunliklari turlicha bo'lgan (umumiy holda  $0 \leq \lambda \leq \infty$ ) nurlanishlar uchun o'rinli. Tajribalarning ko'rsatishicha,  $r$  va  $a$  ning qiymatlari jismning temperaturasiga tushayotgan nurlanishning  $\lambda$  to'lqin uzunligiga bog'liq. Shuning uchun  $T$  temperaturali jismning  $\lambda$  to'lqin uzunlikli

nur qaytarish qobiliyatini  $r$  nur yutish qobiliyatini esa bilan belgilasak, (3) ifodani quyidagi ko'rinishida yozishimiz mumkin:

$$r_{\lambda,T} + a_{\lambda,T} = 1 \quad (4)$$

Umuman  $r$  va  $a$  lar 0 dan 1 gacha bo'lgan intervalda o'zgarishi mumkin. Ikki chegaraviy holni ko'raylik:

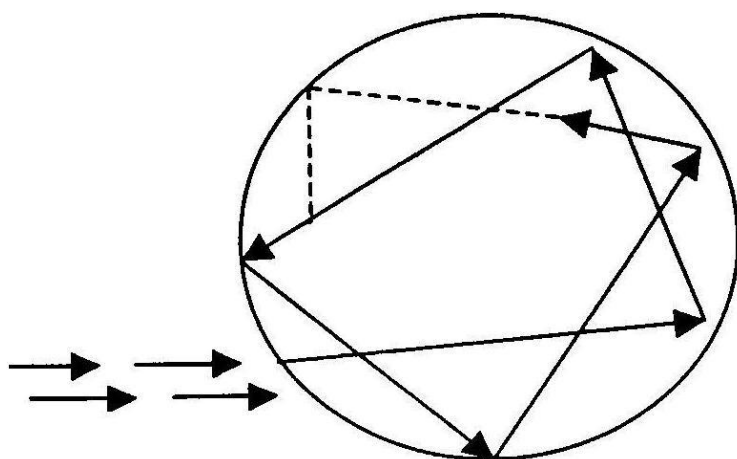
$$1) \quad r_{\lambda,T}=1 \quad \text{va} \quad a_{\lambda,T}=0$$

yani jismga tushayotgan nur to'la qaytariladi. Bunday jism absolyut oq jism deb ataladi.

$$2) \quad r_{\lambda,T}=0 \quad \text{va} \quad a_{\lambda,T}=1$$

yani jismga tushayotgan nurlanish qaytarilmaydi, u butunlay yutiladi. Bunday jism absolyut qora jism deb yuritiladi.

Tabiatda absolyut oq jism ham absolyut qora jism ham uchramaydi. Har qanday jism tushayotgan nurlanishning bir qismini yutsa qolgan qismini qaytaradi. Ularning bir-biridan farqi shundaki, bazi jismlar nurlanishning ko'proq qismini yutsa, boshqa jismlar kamroq qismini yutadi. Shuning uchun birinchi xil jismlarni ikkinchilariga nisbatan qoraroq deyish mumkin. Masalan, tabiatda mavjud bo'lgan eng qora qorakuya uchun ko'rinvchan yorug'lik  $\lambda=0,40-0,75$  mkm sohasida, nur yutish qobiliyati 0,99 ga yaqin. Lekin u infraqizil nurlarni kamroq yutadi. Odatda, o'zining xususiyatlari bilan absolyut qora jismdan kam farqlanadigan modeldan foydalaniladi.



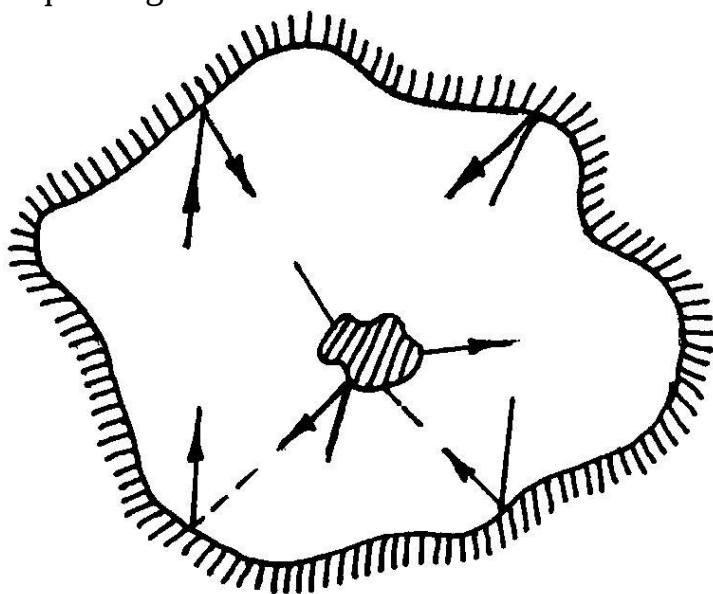
a-rasm

Bunday model (a-rasm) juda kichik teshikka ega bo'lgan berk kovak idishdan iborat. Ixtiyoriy to'liq uzunlikli nur teshik orqali kovakka kirib qolgach, uning ichki devorlaridan ko'p marta qaytgandan keyingina qaytib chiqa oladi. Har bir qaytish jarayonida nur energiyasining juda kichik ulushigina kovakdan qaytib chiqishi mumkin.

Shuning uchun bunday modelning nur yutish qobiliyati 1ga juda yaqin bo'ladi.

Jismning nur qaytarish va nur yutish qobiliyatlaridan tashqari yana bir xarakteristikasi mavjudki, u  $T$  temperaturadagi jismning birlik sirtidan birlik

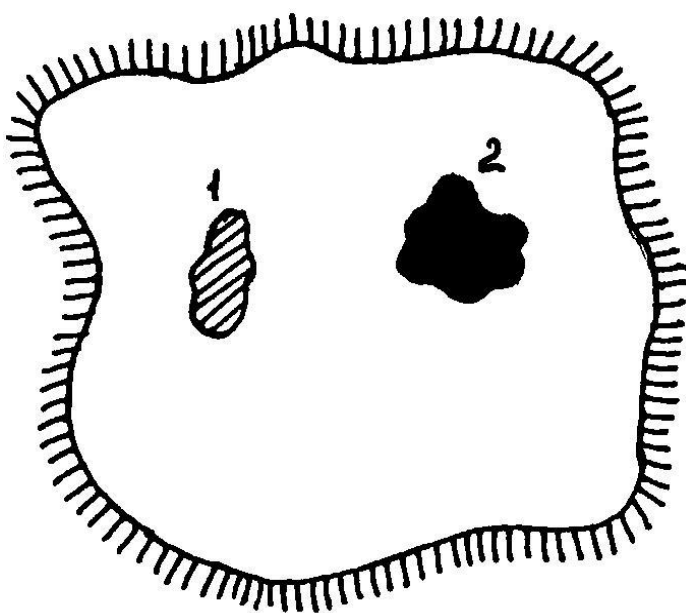
vaqtda nurlanayotgan elektromagnit to'liqlarining energiyasini ifodalaydi. Bu kattalikni  $T$  temperaturadagi jismning nur chiqarish qobiliyati deb ataladi va  $E_t$  orqali belgilanadi.



b-rasm

Issqlik nurlanish boshqa turdagi nurlanishlardan o'zining bir xususiyati bilan keskin farqlanadi. Bu xususiyatning mohiyati quyidagidan iborat.  $T$  temperaturadagi jism qobiq bilan o'ralgan bo'lsin (b-rasm). Qobiq issqlik o'tkazmaydi va nurlanishni to'liq qaytaruvchi ideal jismdan tayyorlangan deb faraz qilaylik. Qobiq ichidan havosini so'rib olaylik. Jism chiqargan nurlanish qobiqqa tushib, undan bir yoki bir necha marta qaytgach yana jismga tushadi.

Jism esa bu nurlanishni qisman yoki to'liq yutadi. Qisman yutsa, qolgan qismini qaytaradi. Shu tarzda jism va qobiq ichidagi nurlanish orasida energiya almashinuvi davom etib turadi, yani jism o'zining birlik yuzidan birlik vaqtda nurlanish sifatida qancha energiya chiqarsa, nurlanishni yutish jarayonida xuddi shuncha energiyani qabul qiladi. Shuning uchun jismning temperaturasi o'zgarmaydi. Bu holatni muvozanatli holat deyiladi.



s-rasm

Termodinamik muvozanat holatidagi jismlar sistemasiga oid har bir jism qancha energiya nurlantirsa, shuncha nurlanish energiyasini yutadi. Agar yuqorida bayon etilgan misoldagi (s-rasm) jismlar turlicha energiya yutsa, ular nurlantirayotgan energiya ham turlicha bo'ladi. Jismlar birinchisi oddiy jism (yani absolyut qora emas), ikkinchisi esa absolyut qora jism bo'lsin. U holda birinchi jismning to'la nur chiqarish va yutish qobiliyatlarini mos ravishda  $E_t$  va  $a_t$  deb belgilaymiz.

Ikkinchi jismning nur chiqarish qobiliyati  $E_t$  nur yutish qobiliyati esa 1 ga teng.

Bu ikkala jism orasida nurlanish vositasida energiya almashinuvini miqdoran muhokama qilaylik. Bu jismlar har biri birlik vaqtda mos ravishda  $E_t$  va  $E_t$  energiyalar nurlanadi. Birinchi jism ikkinchi jismni nurlantirgach energiyaning  $a_t$  yani  $a_t E_t$  energiyani yutadi. Demak, birinchi jism uchun energiyalar balansi

$$e_t = a_t E_t \quad (5)$$

munosabat bilan ifodalanadi.

Ikkinchi jism esa birinchi jism nurlantirgan energiyaning barcha qismini, yani  $E_t$  energiyani yutadi. Bundan tashqari, ikkinchi jism nurlantirgan energiyaning birinchi jism qaytargan qismi, yani  $(1-a_t) E_t$  ga teng nurlanish energiyasi ham ikkinchi jism tomonidan yutiladi. Natijada ikkinchi jism uchun energiya balansining ifodasini

$$E_t = e_t + (1-a_t)E_t \quad (6)$$

ko'rinishda yozish mumkin.

(5) va (6) ifodalarning ikkalasidan ham qo'yidagi munosabatni keltirib chiqarsa bo'ladi:

$$e_t/a_t = E_t/1 = E_t \quad (7)$$

Bu ifoda Kirxgofning integral qonunidir: *Har qanday jismning muayyan temperaturadagi to'la nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlarining nisbati o'zgarmas kattalik bo'lib, u ayni temperaturadagi absolyut qora jismning to'la nur chiqarish qobiliyatiga teng.*

Agar ikkala jism oralig'iga faqatgina  $\lambda$  dan  $\lambda+d\lambda$  gacha intervaldagi to'lqin uzunlikli nurlanishlarni o'tkazadigan, boshqa nurlanishlarni esa tamoman qaytaradigan filtr joylashtirsak, yuqoridagiga o'xshash mulohazalar asosida Kirxgofning differensial qonuni

$$\frac{e_{\lambda,T}}{a_{\lambda,T}} = E_{\lambda,T} \quad (8)$$

ifoda bilan aniqlanishini isbotlash mumkin. Kirxgof qonunini quyidagicha tariflash mumkin: ixtiyoriy jismning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlarining nisbati bu jismning tabiatiga bog'liq bo'lmay barcha jismlar uchun to'lqin uzunlik va temperaturaning universal funksiyasidir va u absolyut qora jismning nur chiqarish qobiliyati  $E_{\lambda,T}$  ga tengdir. Kirxgofning qonunidan qo'yidagi muhim natijalar kelib chiqadi:

1. (7) va (8) ifodalardan

$$e_t = a_t E_t$$

$$e_{\lambda,t} = a_{\lambda,t} E_{\lambda,t} \quad (9)$$

munosabatlar hosil bo'ladi. Demak, ixtiyoriy jismning muayyan temperaturadagi nur chiqish qobiliyati shu jismning nur yutish qobiliyati bilan absolyut qora jism nur chiqarish yutish qobiliyatining ko'paytmasiga teng.

2. Oddiy jismning nur yutish qobiliyati 1 dan kichik. Shuning uchun (9) ni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\begin{aligned} e_t &< E_t \\ e_{\lambda,T} &< E_{\lambda,T} \end{aligned} \quad (10)$$

Demak, ixtiyoriy jismlarning nur chiqarish qobiliyati xuddi shu temperaturadagi absolyut qora jismning nur chiqarish qobiliyatidan kichik.

3. Agar biror jism uchun jismning nur yutish qobiliyati  $a_{\lambda,t}=0$  bo'lsa, (9) ga asosan  $e_{\lambda,t}=a_{\lambda,t}E_{\lambda,t}=0$  bo'ladi. Demak, jism biror to'lqin uzunlik nurlanishni yutmasa, u holda bu jism xuddi shu nurlanishni butunlay nurlantirmaydi.

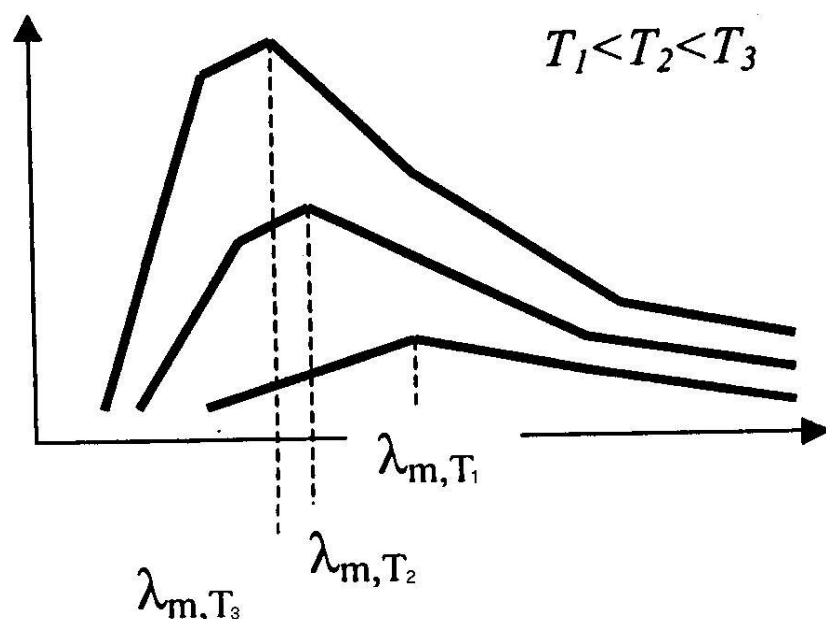
Issiklik nurlanish nazariyasining eng asosiy vazifasi absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyatining temperatura va to'lqin uzunlikka bog'liqlik xarakterini aniqlashdan iborat. Bu sohada olib borilgan izlanishlar tufayli kashf etilgan asosiy qonunlar bilan tanishaylik. Birinchi qonun Stefan – Bolsman qonuni deb nom olgan. Bu qonunga asosan, absolyut qora jismning to'la nur chiqarish qobiliyati temperaturaning to'rtinchi darajasiga proporsional ravishda ortib boradi:

$$E_t = \sigma T^4 \quad (11)$$

Bunda  $\sigma$ -Stefan –Bolsman doimiysi bo'lib, uning qiymatini tajribalar asosida  $\sigma=5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wt/m}^2\text{K}^4$  deb aniqlangan.

Absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyatining to'lqin uzunligiga bog'liqligi, ya'ni spektral xarakteristikasi turli temperaturalar ( $T_1 < T_2 < T_3$ ) uchun (d rasmda) tasvirlangan. Tajribalarda aniqlangan bu egri chiziqlar asosida quyidagi xulosalar kelib chiqadi:

1. Absolyut qora jismning nurlanish spektri uzluksizdir.
2. Har bir temperaturagi oid bo'lgan nurlanishning energetik taqsimotini ifodalovchi egri chiziqda aniq masimum mavjud bo'lib, u temperatura oshgan sari qisqa to'lqin uzunliklar sohasiga siljiydi.



d-rasm

Vinning siljish qonuni deb atalgan ikkinchi qonun ana shu maksimumlariga taalluqli: absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyatining maksimumiga mos keluvchi  $\lambda_m$  to'liq uzunligining absolyut temperaturaga ko'paytmasi o'zgarmas kattalikdir, ya'ni

$$\lambda_m T = b \quad (12)$$

bunda  $b$ -Vin doimiysi, tajribalar asosida  $b = 2,898 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{K}$  ekanligi aniqlangan. (12) dan ko'rinishicha absolyut qora jismning temperaturasi  $T$  qancha yuqori bo'lsa,  $\lambda_m$  shuncha kichikroq qiymatga ega bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, temperatura oshgan sari absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyatining maksimumi qisqa to'liq uzunliklar sohasiga siljiydi.

## II - topshiriq. Masala.

Qora jism temperaturasi  $T_1 = 500^\circ \text{ K}$ . Agar qizdirish natijasida nurlanish oqimi 5 marta ortsa jismni temperaturasi  $T_2$  qanday bo'ladi?

Berilgan: Yechish:

$T_1 = 500^\circ \text{ K}$

Absolyut qora jismning sirt biriligidan 1sekda nurlanadigan energiya, yani absolyut qora jismning energetik yorqinligi Stefan-Bolsman formulasi bilan aniqlanadi:

$$\frac{R_2}{R_1} = 5$$

$$R = \sigma T^4$$

$T_1$  va  $T_2$  temperaturalar uchun

$$T_2 = ?$$

$$R_1 = \sigma T_1^4 \quad (1)$$

va

$$R_2 = \sigma T_2^4 \quad (2)$$

(1) va (2) formulalarni nisbatini olamiz:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{T_2^4}{T_1^4}$$

Bundan

$$T_2 = T_1 \sqrt[4]{\frac{R_2}{R_1}} = 500 \cdot \sqrt[4]{5} = 748^0 \text{ K}$$

### III - topshiriq. Masala.

Absolyut qora jismning nurlanish quvvati 10 kVt. Nurlanish energiyasini maksimal qiymati to'liq uzunligini  $\lambda_m = 0,8 \text{ mkm}$  ga to'g'ri kelsa, nur sochuvchi sirtni yuzasini toping.

Berilgan:

Yechish:

$$N = 10 \text{ kVt} = 10^4 \text{ Vt}$$

$$\lambda_m = 0,8 \text{ mkm} = 8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-5} \text{ Vt/m}^2 \text{ K}^4$$

$$b = 2,89 \cdot 10^{-3} \text{ mK}$$

Absolyut qora jismning sirt birligidan 1 sekunda nurlanadigan energiya, ya'ni absolyut qora jismning energetik yorqinligi Stefan-Bolsman formulasi bilan aniqlanadi:

$$R = \sigma T^4;$$

$$\text{Vin siljish qonuniga ko'ra} \quad \lambda_m T = b$$

S=?

$$R_{\text{g}} = \frac{N}{S}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{N}{R_{\text{g}}} = \frac{N}{\sigma T^4} = \frac{N \lambda_{\text{m}}^4}{\sigma b^4} = \frac{10^4 \cdot (8 \cdot 10^{-7})^4}{5,67 \cdot 10^{-5} (2,89 \cdot 10^{-3})^4} = \\ &= 19 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 = 19 \cdot 10^2 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$