

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI**

K.A. Samiyev, M.S. Mirzayev

QUYOSH ISSIQLIK VA ENERGETIK QURILMALARI

**(O‘quv qo‘llanma oliy o‘quv yurtlarining 70530904-Qayta
tiklanuvchi energiya manbalari va barqaror atrof muhit fizikasi
magistratura mutaxassisligi talabalari uchun mo‘ljallangan)**



*Ushbu o‘quv qo‘llanma Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining
2023-yil 6-noyabrdagi 491-sonli buyrug‘iga asosan nashrga ruxsat
berildi. Ro‘yxatga olish raqami 491-267.*

**“KAMOLOT” nashriyoti
Buxoro - 2023**

UO‘K: 621.311.2

KBK: 31.635

S 19

K.A. Samiyev, M.S. Mirzayev. Quyosh issiqlik va energetik qurilmalari. [Matn]: o‘quv qo‘llanma / K.A Samiyev, M.S Mirzayev - Buxoro : “BUXORO DETERMINANTI” MCHJning Kamolot nashriyoti, 2023. - 96 b.

Ushbu o‘quv qo‘llanma 70530904 - Qayta tiklanuvchi energiya manbalari va barqaror atrof muhit fizikasi magistratura mutaxassisligi talabalariga “Quyosh issiqlik va energetik qurilmalari” fanining nazariy asoslarini, asosiy tushunchalari, qonunlari va tamoyillarini, quyosh issiqlik energiyasidan foydalanish uchun ishlatiladigan qurilmalari tuzilishi, ishlash jarayonlari va xususiyatlarini o‘rgatish maqsadida yaratilgan.

O‘quv qo‘llanma magistrlarga “Quyosh issiqlik va energetik qurilmalari” fanidan, quyosh issiqlik va energetik qurilmalarining tuzilishi, ishlash prinsipining fizikaviy asoslarini texnikaviy tuzilishini, texnologiyalari va konstruksiyalarini o‘rgatish va ular haqida batafsil ma’lumot berishni o‘z oldiga maqsad qilgan.

Ushbu o‘quv qo‘llanma 2023-yil 30-avgustda tasdiqlangan fan dastur hamda ishchi reja asosida nashrga tayyorlangan.

Taqrizchilar:

O.S. Komilov - Buxoro muxandislik texnologiya instituti “Fizika” kafedrasi dotsenti, texnika fanlar nomzodi.

I.I.Raxmatov - Buxoro davlat universiteti Geliofizika, QTEM va elektronika kafedrasi dotsenti, texnika fanlar nomzodi.

ISBN: 978-9910-73615-5

© “KAMOLOT” nashriyoti

© K.A. Samiyev, © M.S. Mirzayev

KIRISH

Insoniyat hayoti davomida tabiat tomonidan minglab yillarda to'plangan energiyadan foydalanib kelinmoqda. Bunda ushbu energiyadan foydalanish usullari, undan maksimal samaradarlik olish maqsadida doimo takomillashib bormoqda. Energetika insoniyat hayotida muhim rol o'ynaydi. Inson faoliyatining barcha turlari energiya sarfi bilan chambarchas bog'liqdir. Tabiiy yonilg'i resurslarining cheklanganligi va ularni qaytadan foydalanish imkoniyati bo'lmaganligidan, iqtisodiyotni va aholini yoqilg'i bilan ishonchli ta'minlash zaruriyatidan kelib chiqib quyosh energiyasidan foydalanish tez suratlarda xo'jalik doirasiga jalb etishni talab etiladi. Bu esa, birinchi navbatda shunday energiya manbalariki, ular bilan bog'liq bo'lgan texnologiyalarni sanoat masshtabida qo'llash darajasigacha erishgan yoki shu darajaga yaqin bo'lgan energiya manbalaridir.

Shunday qilib bizni o'rab turgan dunyo turli ko'rinishdagi tuganmas energiya manbalariga egadir. Hozirda ularning bazilaridan ya'ni, quyosh energiyasi, yer va oyning o'zaro tasiri natijasida hosil bo'ladigan energiya, termoyadrosintez energiyasi, yer issiqligi energiyasidan to'laqonli foydalanilmayapti. Hozir inson tamaddinining rivojlanishida energiya hal etuvchi rol o'ynaydi. Mahsulot ishlab chiqarish hajmi va energiya sarfi orasida uzviy o'zaro bog'liqlik mavjud. Insoniyat hayotida energetika katta ahamiyatga ega. Uning rivojlanish darajasi, jamiyat ishlab chiqarish kuchlarining rivojlanish darajasini, ilmiy texnik taraqqiyot imkoniyatlarini va aholi turmush darajasini aks ettiradi.

Energiya (grek. *energeia* - harakat, faoliyat) – materiyaning har xil harakatlari shakllarining umumiy miqdoriy o'lchovidir (uni o'lchash mumkin). Energiya mexanik, issiqlik, kimyoviy, elektromagnit, gravitatsiyali, yadroviy va boshqa turlarga bo'linadi. Energiyaning saqlanish fundamental qonuniyatiga asosan (bundan abadiy dvigatelni yaratib bo'lmaydigan shart kelib chiqadi), energiya tushunchasi tabiatdagi barcha hodisalarni bir butun qilib bog'laydi. Energiya faqat bir turdan boshqa turga aylanishi mumkin. Bunda uning umumiy miqdori o'zgarmaydi.

Energiya - barcha narsalarga asosdir. Turli xil shakllardagi fizikaviy harakatlarga har xil ko'rinishdagi energiya turlari mos keladi. Masalan, mexanik energiya mexanik harakatning (kinetik energiyasi)

va mexanik o‘zaro ta’sirning (potensial energiyasi) meyoridir, issiqlik energiyasi issiqlik harakati va issiqlikning o‘zaro ta’sirlari meyoridir, elektromagnit energiyasi esa elektromagnit harakat va elektromagnit o‘zaro ta’sirlarning meyoridir.

Har qanday moddiy jism energiyaga egadir. Energiya – bu bugungi ko‘pgina muhokama qilinadigan tushunchalardan biri emas. O‘zining asosiy fizikaviy (keng ma’noda – tabiiy-ilmiy) mazmunidan tashqari, u ko‘p sonli iqtisodiy, texnikaviy, siyosiy va boshqa jihatlariga ham ega.

Sivilizatsiyaning hozirgi zamonini va kelajagini muhokama qilishda, birinchi navbatda energiya tushunchasi kelib chiqadi. Odamzodning iqtisodiyoti, fani va madaniyati biz tomondan foydalanilayotgan energiya manbalariga bog‘liqdir. Jamiyat uchun hal qilinadigan ekologik muammolar to‘g‘ridan-to‘g‘ri energetik muommalar bilan bog‘liq bo‘ladi. Har qanday turdagi energiyaning tanqisligi o‘zidan qimmat tushadi. Ulkan moliyaviy xarajatlar bilan hisoblashmasdan, insoniyat energiyani olishning yangi yo‘llarini izlayapti.

Bu sohadagi muamolarni bartaraf etishning bir yo‘li sifatida quyosh energiyasidan samarali foydalanish kerakligi muhim ahamiyatga ega. Quyosh energiyasidan foydalanishda quyosh issiqlik va energetik qurilmalari juda muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Bugungi kunga kelib ko‘plab tadqiqotlar quyosh issiqlik va energetik qurilmalarinig samaradorligini oshirishga qaratilgan. Shu bilan birga samaradorligi yuqori bo‘lgan qurilmalarni sanoat darajasiga ishlab chiqarishga va aholi foydalanishiga keng imkoniyatlar yaratilib kelinmoqda.



QUYOSH ENERGIYASINI BOSHQA TURDAGI ENERGIYAGA O'ZGARTIRISH USULLARI

Quyosh energiyasi foydali energiyaga bilvosita ravishda o'zgartiriladi, ya'ni boshqa energiya turlariga transformasiyalanadi, masalan, biomassa energiyaga, shamol yoki suvning energiyasiga. Quyosh radiyasiyasining katta qismi dengiz va okeanlarga yutiladi, ulardagi suv qizdiraladi, bug'lanadi va yomg'irlar ko'rinishda yerga tushadi, oqibatda gidroelektrostansiyalarning ishi ta'minlanadi. Havo nobirjinsli qizdirilishi sababdan shamol qurilmalari uchun zarur bo'lgan shamol xosil bo'ladi. Yashil o'simliklar quyoshdan kelgan yorug'likni yutadi, fotosintez natijada organik moddalar biomassasi hosil bo'ladi, ulardan esa issiqlik va elektr energiyani olish mumkin. Shunday qilib, shamol, suv va biomassa energiyalar quyosh energiyasining hosilaviy energiyalardir.

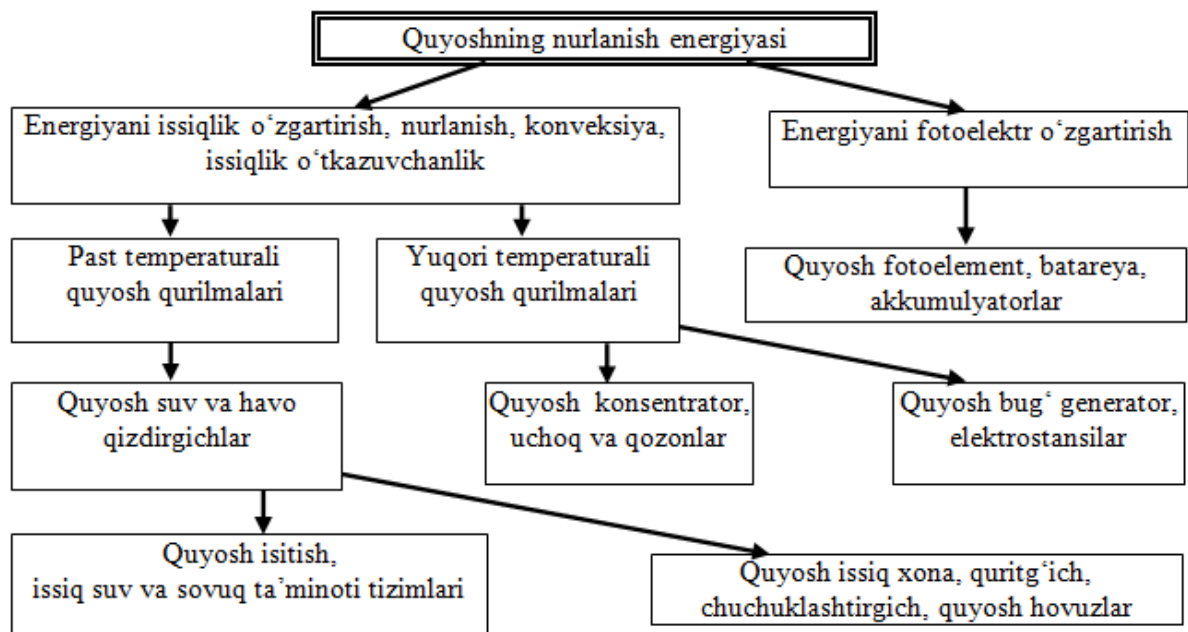
Quyoshning nurlanish energiyani amalda foydalanish uchun qulay bo'lgan boshqa energiya turlariga o'zgartirish hamda quyosh qurilmalarni ishlab chiqish va ulardan amaliyotda foydalanish masalalar bilan shug'ulanadigan texnikaning sohasiga geliotexnika deb ataladi.

Quyoshning nurlanish energiyani o'zgartirishi ikki yo'nalishda amalga oshiriladi:

- fotoelektr o'zgartirish – quyoshning nurlanish energiyasini bevosita foto- va termo o'zgartirgichlar asosida elektrenergiyaga o'zgartirishdir;

- termodinamik o'zgartirish - quyoshning nurlanish energiyasini to'g'ridan-to'g'ri issiqlik energiyaga o'zgartirishdir.

O'zbekistonning geografik o'rnini quyosh energiyaning katta potentsiali borligini ifodalaydi. Respublikaning turli xil hududlarida quyosh yog'dusining bir yillikning davomiyligi 2413 soatdan to 3045 soatgacha, radiasion balansi esa 1718 dan to 2722 Mj/m² gacha tashkil etadi.



1-rasm: Quyoshning nurlanish energiyani o'zgartirish va ular asosidagi qurilmalar.

Quyosh energiyaning umumiy potentsiali 50973 mln. t n.e. hajmda baholanadi, bu esa respublika xududidagi aniqlangan barcha qayta tiqlanadigan energiya manbalarining umumiy potentsialidan 99,9% ni tashqil etadi. Bu potentsiali respublika mintaqalari bo'yicha notekis taqsimlangan: Qoraqalpog'iston respublikasi eng katta potentsialiga ega (19548 mln. t n.e.), eng kam – Andijon viloyat (129 mln. t n.e.).

Quyosh energiyaning texnikaviy potentsiali 176,8 mln. t n.e. hajmda baholanadi yoki O'zbekistondagi qayta tiklanuvchi energiya manbalarining umumiy texnikaviy potentsialidan 98,6% ni tashkil etadi. Respublikada quyosh energiyasidan foydalanishning asosiy yo'nalishlar quyidagilardan iborat:

- fotoelektr o'zgartirgichlar yordamida quyosh nurlanishni bevosita elektr energiyaga o'zgartirish;
- quyosh energiyani past potentsialli issiqlikka (isitish va issiq suv ta'minoti, havoni mo'tadilash, quritish jarayonlar uchun) yoki yuqori potentsialli issiqlikka (texnologik jarayonlar va elektroenergiyani ishlab chiqarish uchun) o'zgartirish.



YASSI QUYOSH KOLLEKTORLARI

Quyosh kollektori - quyosh nurlari energiyasini issiqlikka aylantiradigan issiqlik almashtirgichning maxsus turidir.

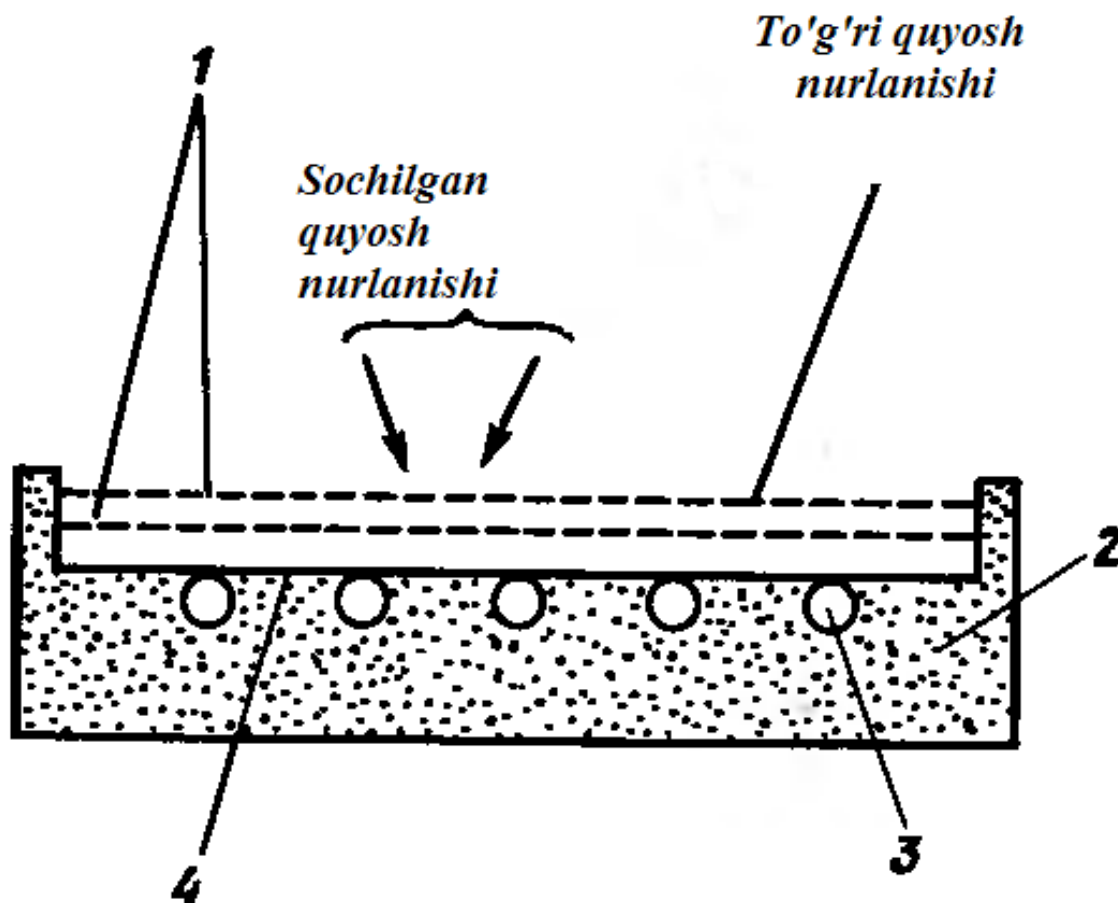
Quyosh kollektori- quyosh energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirib beruvchi qurilmaning asosiy elementi hisoblanadi. Oddiy issiqlik almashinuvchi qurilmalarda issiqlik bir suyuqlik(gaz)dan ikkinchisiga intensiv ravishda uzatiladi va bunda nurlanish yo‘q, quyosh kollektorlarida esa ulardan farqli ravishda suyuqlikka energiya uzoq manbadan nurli energiya bilan uzatiladi. Quyosh nurlari konsentratsiyasiz bo‘lganda tushayotgan nurlanish oqimi zichligi eng ko‘pi bilan – 1100 W/m^2 bo‘ladi va bu o‘zgaruvchan kattalikdir. Bunda to‘lqin uzunliklari 0.3-3 mkm intervalda yotadi. Bu esa yutuvchi sirlarning o‘z nurlanish to‘lqin uzunliklaridan yetarlicha qisqa. Shunday qilib, nurlanish ko‘p bo‘lgan hamda energiya oqimi zichligi kichik va o‘zgaruvchan issiqlik almashinishi muammolari quyosh kollektorlarini o‘rganish bilan bog‘liq.

Quyosh kollektorlari - ham konsentratsiyali, ham konsentratsiyasiz quyosh nurlanishida qo‘lanilishi mumkin. Nurlanishni qabul qiluvchi yassi kollektor sirti bir vaqtning o‘zida nurlanishni yutuvchi sirt bo‘lib ham xizmat qiladi. Botiq qaytargichli fokuslovchi kollektorlar uning butun yuzasiga tushayotgan nurlanishni sirt yuzasi kichikroq bo‘lgan issiqlik almashgichga konsentrlaydi, bunda energiya oqimi zichligi oshadi.

Yassi kollektorlarni issiqlik tashuvchilarni yetarlicha (atrof-muhit harorati 100°C dan oshmasligi kerak) haroratga qizdirishda qo‘llash mumkin. Yassi kollektorlarning afzal tomoni shundaki, ular ham to‘g‘ri, hamda

sochilgan quyosh radiatsiyasida qo‘llanilishi mumkin. Ular quyoshga qarab yo‘naltirishni va har kunlik e‘tiborni talab qilmaydi. Konstruksiyasi jihatidan ham ular nur yig‘uvchi qaytargich, yutuvchi sirt va kuzatuv mexanizmlaridan iborat bo‘lgan sistemalardan ko‘ra qulay. Hozirgi vaqtda yassi kollektorlar asosan issiq suv ta‘minotida

ishlatiladi, ammo bundan tashqari ulardan isitish sistemalari va binolarni isitishda qo‘shimcha isitish manbaiy sifatida ham foydalanish mumkin.



1-rasm. Yassi quyosh kollektori sxemasi.

1-shaffof qatlam; 2-izolyatsiya; 3-issiqlik tashuvchisi mavjud bo‘lgan quvur; 4-yutuvchi sirt.

Odatdagi yassi kollektorlarning asosiy elementlariga quyidagilar kiradi: quyosh radiatsiyasini yutib, bu energiyani suyuqlikka beruvchi “qora” sirt; quyosh nurlanishiga nisbatan shaffof bo‘lgan yutuvchi sirt dan balandda joylashgan atmosferadagi konvektiv va radiatsion yo‘qotishni kamaytiradigan qoplama; bu sistema geometriyasi yo‘l qo‘yishi mumkin bo‘lgan darajada issiqlik yo‘qolishini kamaytiradigan kollektor orqa sirti izolyatsiyalangan qatlamdan iborat bo‘ladi.

Ko‘pchilik hollarda quyosh kollektorlari qo‘zg‘almas qilib quriladi (masalan, quyoshli uyning devori yoki tomining ajralmas qismi

kabi). Yassi kollektorlar odatda suv va havo isitishda yoki past bosimli bug‘ generatorlarda foydalaniladi.

Quyosh kollektorining ish rejimi energiya balansi tenglamasi bilan ifodalanadi va bunda quyosh radiatsiyasi energiyasi foydali energiya va yo‘qoladigan energiyaga ajraladi. Kollektorning energiya balansi tenglamasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$A_c\{[HR(\tau\alpha)]_b + [HR(\tau\alpha)]_d\} = Q_u + Q_L + Q_s \quad (1).$$

bu yerda H – sirtning birlik yuzasiga tushayotgan quyosh nurlanishi(to‘g‘ri yoki sochilgan) oqimi zichligi; $(\tau\alpha)$ - to‘g‘ri yoki sochilgan quyosh nurlanishiga nisbatan sistemaning yutish qobiliyati; A_c - kollektor yuzasi; Q_u -ishchi suyuqlik tomonidan quyosh kollektoriga berilgan issiqlik oqimi (foydali issiqlik), Q_L - nirlanish va konveksiya, hamda tayanch bo‘lgan yutuvchi plastinaning issiqlik o‘tkazishi hisobidan atrof-muhitga yo‘qotiladigan issiqlik. Qaytarish natijasidagi yo‘qotish $(\tau\alpha)$ hadda inobatga olinadi; Q_s - kollektor tomonidan yig‘iladigan issiqlik oqimi.

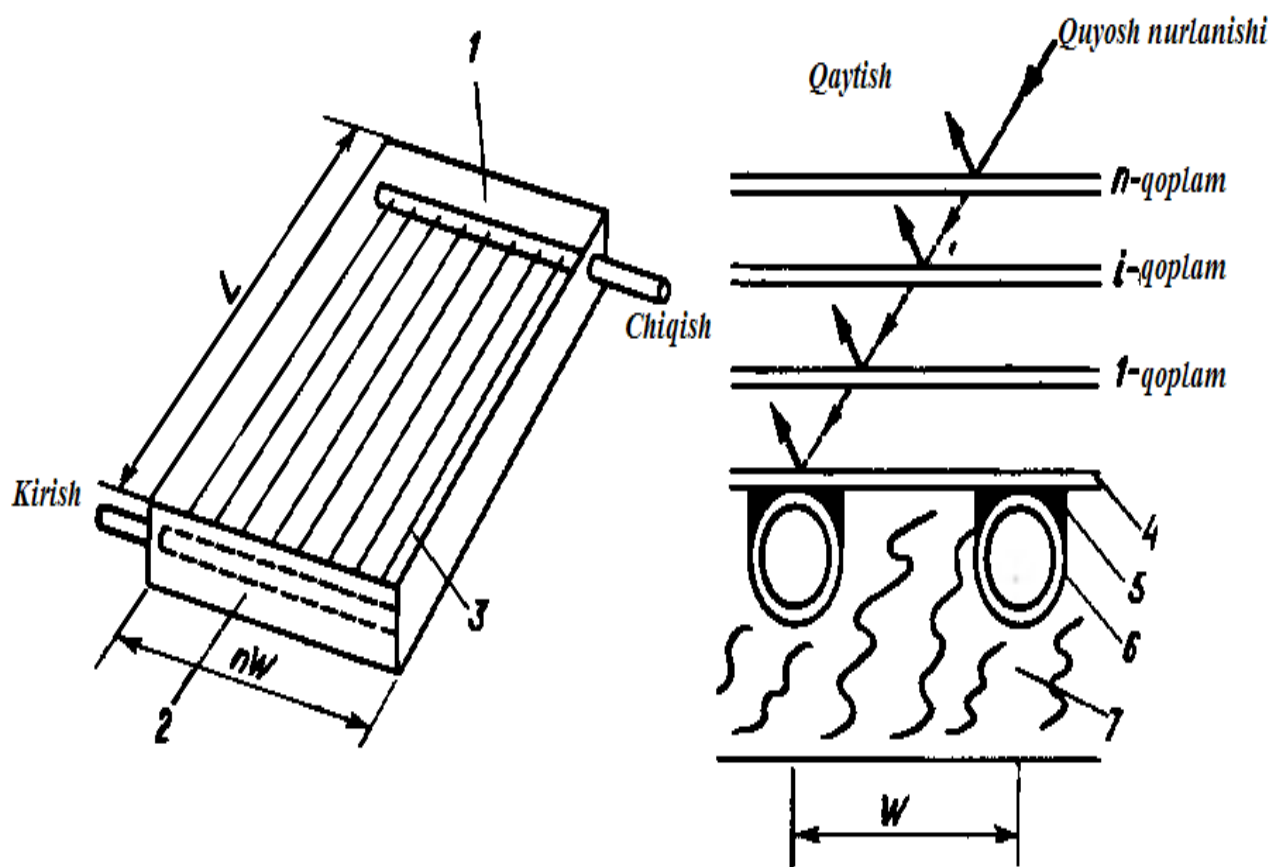
Kollektorning mukammallik darajasi uning foydali ish koeffitsiyenti bilan o‘lchanib, u biror vaqt mobaynida olingan foydali issiqlik miqdorining shu vaqt davomida kollektorga tushayotgan quyosh nurlanishi energiyasiga nisbati bilan topiladi.

$$\eta = \frac{\int \frac{Q_u}{A_c} d\tau}{\int HR d\tau} \quad (2)$$

Shuni alohida ta’kidlash joizki, quyosh energetik qurilmalarini loyihalashning asosiy vazifalaridan biri bu minimal xarajat qilib energiya olishdir.

Quyosh kollektorlarini sinchiklab tekshirib ko‘rish qiyin vazifa. Ammo qiyosiy oddiy tahlil bilan juda foydali natijalarga erishish mumkin. Bu tahlil jarayonida ko‘proq kerak bo‘ladigan muhim o‘zgaruvchilar aniqlanadi, ularning o‘zaro bog‘liqligi va quyosh kollektorlarining ish rejimiga ta’siri o‘rganiladi.

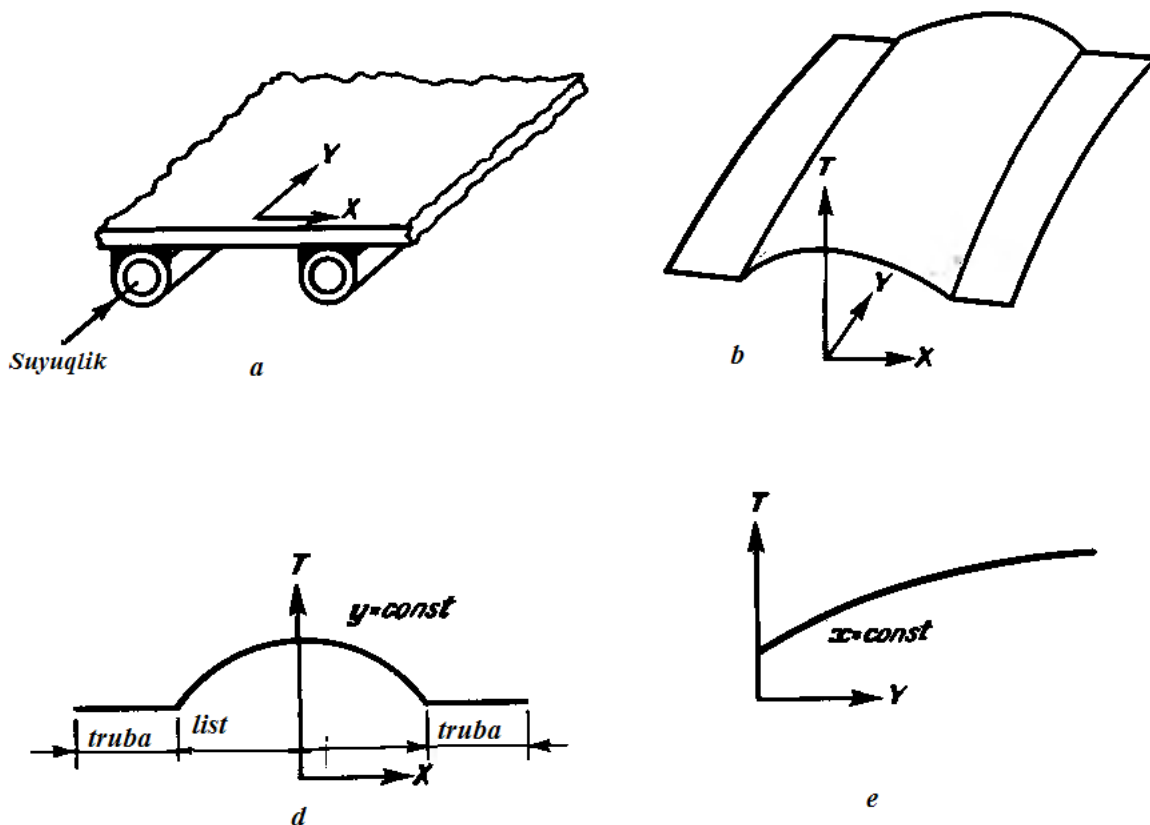
2-rasmda oddiy konstruksiyaning ishlash prinsipi keltirilgan. Bu rasm orqali quyosh kollektori uchun xos bo‘lgan temperatura gradiyentining matematik tavsifini tushunib olish mumkin.



2-rasm. List-truba tipidagi quyosh kollektori.

1-yuqori gidravlik kollektor; 2-pastki gidravlik kollektor; 3-bir-biridan W masofada joylashgan n truba; 4-list (yutuvchi plastina); 5-birikish; 6-truba (masshtabda bo'lmagan); 7-izolyatsiya.

3-rasm ikkita truba orasidagi soha tasvirlangan. Yutuvchi plastina tomonidan yutilgan energiyaning bir qismi plastina orqali issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan truba devorlariga beriladi. Shuning uchun, trubalar o'rtasidagi harorat trubalarning yon tomonlaridagi haroratdan yuqori bo'ladi. Trubalar yuqorisida joylashgan plastina harorati deyarli o'zgarmas bo'ladi.



3-rasm. Yutuvchi plastinada temperatura taqsimlanishi.

Suyuqlik unga beriladigan issiqlik natijasida qiziy boshlaydi va bunda oqim yoʻnalishi boʻyicha temperatura gradiyenti hosil boʻladi. Kollektorning xohlagan qismidagi umumiy temperatura undagi suyuqlik harorati darajasi bilan aniqlanadi va bunda haroratning fazoviy koʻrinishi 3. *b*- rasmdagi kabi boʻladi. 3. *d* va *e*- rasmlarda mos ravishda y ning istalgan qiymatidagi x oʻqi yoʻnalishi boʻyicha va x ning istalgan qiymatidagi y oʻqi yoʻnalishi boʻyicha temperatura taqsimlanishi tasvirlangan.

Quyosh kollektorining yaxshi tomonlari bilan bir qatorda uning kamchiliklari ham bor. Quyosh kollektorlarini yasash jarayonida ularni transportirovka va montaj qilish, hamda uzoq muddatli ekspluatatsiya kabi muammolarga duch kelish mumkin.

Quyosh kollektorlarini loyihalash va yasash jarayonida diqqatni asosan olinadigan energiyaning chegaraviy qiymatiga qaratish lozim. Yana qoʻshimcha yuqori sifatli shishali qatlam issiqlik xarakteristikalarini oshirishi mumkin, lekin bu oʻz navbatida kollektor narxi oshishiga olib keladi. Shuning uchun, kollektor

konstruksiyasining eng oxirgi prinsipial sxemasi faqat olinadigan energiya­ning chegaraviy qiymatini aniq bilib olingandan so‘ng qilinadi.

Bundan tashqari termik zo‘riqlashlardan buzilib qolmasligi uchun shisha qatlamni qanday qilib to‘g‘ri o‘rnatishni ham ko‘rib chiqish zarur. Bu muammoning muhimligi shundaki, agar issiqlikni kollektordan olib ketuvchi suyuqlik sirkulyatsiyasi to‘xtab qolsa, kollektor atrof-muhit haroratidan 200°C yuqori temperaturagacha qizib ketadi. Kollektor haroratning mana shunday oshib ketishiga bardosh bera oladigan qilib loyihalanishi kerak.

Shuningdek, kollektorning past temperaturalarda qanday ishlashini ham e‘tiborga olish zarur. Agar sistema mo‘tadil iqlim sharoitida ishlasa suv isitgichning muzlab qolishi mumkin. Bunda esa hamma suvni to‘kish yoki bo‘lmasa unga antifriz qo‘shish kerak bo‘ladi.

Ob-havo bilan bog‘liq yana bir nechta muammolar bor. Sistema kuchli shamol, do‘l va yomg‘irlaga chidamli bo‘lishi lozim. Kollektor shunday loyihalanishi kerakki, qishki mavsumda qor uning ishlashiga to‘sqinlik qilmasin.

Qurilma ishdan chiqib qolgan taqdirda uni qaytib tuzatish imkoniyati bo‘lishi lozim. Kollektor egasidan qurilmani qaytib tuzatish katta xarajat talab etmasligi lozim.

Quyosh havo kollektorlari (isitgichlari). Insoniyat umri davomida quyosh energiyasidan muvaffaqiyatli foydalanib kelmoqda va bugungi kunga kelib bu energiyadan foydalanishning ko‘p usul va yo‘llari aniqlangan. Shu usullardan foydalanib quyosh energiyasi yordamida ishlaydigan ko‘plab qurilmalar ham ixtiro qilingan. Shu qurilmalardan biri quyosh havo isitgichidir.

Quyosh havo isitgichlari – bu quyosh energiyasi yordamida ishlaydigan va havoni qizdiradigan qurilma. Quyosh havo isitgichlari odatda oddiy yassi kollektordan yasaladi va asosan binolarni isitishda va qishloq xo‘jalik mahsulotlarini quritishda foydalaniladi.

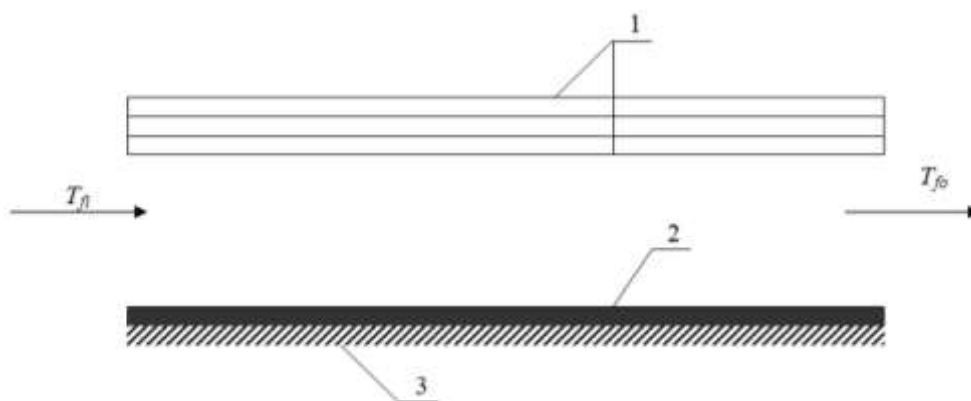
Quyosh havo isitgichlari havo tabiiy konveksiya yo‘li bilan yoki ventilyator ta’siri ostida yutuvchi qatlam orqali o‘tadi. Suyuqlikka nisbatan havo issiqlikni yomon o‘tkazishi sababli u yutuvchi qatlamga issiqlikni ham suyuqlikning issiqlik tashuvchilarga nisbatan kamroq beradi (uzatadi). Shuning uchun ba’zi bir quyosh havo isitgichlarining yutuvchi qatlamlariga havoning turbulentligini oshirish va issiqlik uzatishni yaxshilash maqsadida ventilyatrolar o‘rnatiladi. Biroq bu qurilmaning kamchiligi ham shunda, ya’ni u energiyani ventilyatorning

ishiga ham sarflaydi, o'z navbatida esa bu sistema ekspluatatsiyasi xarajatini oshishiga olib keladi. Sovuq iqlim sharoitida havo yutuvchi-plastina va kollektor devori (orqa tarafi issiqlikni o'tkazmaydigan) orasida harakatlanadi va bunda shishalar orasidan bo'ladigan issiqlik yo'qolishi bo'lmaydi. Biroq, issiqlik tashuvchining temperaturasi atrof temperaturasidan 17°C dan ko'p bo'lmagan miqdorda qizdirilsa, samaradorlikning katta yo'qolishlarisiz ikki tomonlama sirkulyatsiyani kuzatish mumkin bo'ladi.

Quyosh havo kollektorlarining asosiy afzallik tomoni ularning oddiy va ixcham ekanligidadir. Ularga issiqlik almashgich ham talab qilinmaydi, chunki havo muzlamaydi. Bunday kollektorlar tuzilish jihatdan ham oddiy, shuning uchun ularni ishlatish qiyinchilik tug'dirmaydi. Agar bunday kollektorlarni yetarlicha yaxshi ishlatib foydalanilsa, ular 10-20 yil ham buzilmay ishlashi mumkin.

Yassi quyosh havo isitgich kollektorining matematik modelini tuzish.

Agar kollektor ostidan bo'ladigan issiqlik yo'qilishi e'tiborga olinmasa, har bir element uchun energiya balansi tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.



4-rasm. Yassi quyosh havo isitgich kollektorining prinsipial ko'rinishi. 1-shaffof qatlamlar; 2-absorber; 3-izolyatsiya qatlami. Shaffof qatlam uchun:

$$U_t(T_a - T_c) + h_r(T_p - T_c) + h_1(T_f - T_c) = 0 \quad (3)$$

Absorber uchun:

$$S + h_2(T_f - T_p) + h_r(T_c - T_p) = 0 \quad (4)$$

Harakatlanuvchi havo uchun:

$$\dot{m}c \frac{dT}{dx} = h_1(T_c - T_f) + h_2(T_p - T_f) \quad (5)$$

Qandaydir kesimda yutilayotgan quyosh nurlanishi oqimi plastinani T_p -haroratgacha qizdiradi. Issiqlik konveksiya yo‘li bilan plastinadan T_f -haroratli suyuqlikka (h_2 - issiqlik berish ko‘effitsiyenti) va nurlanish yo‘li bilan shisha qatlamning pastki sirtiga o‘tadi. Suyuqlikdan shisha qatlamga issiqlik konveksiya bilan uzatiladi (h_1 - issiqlik berish ko‘effitsiyenti), nihoyat atrof-muhitga issiqlik konveksiya va nurlanish bilan tarqaladi (yo‘qotish ko‘effitsiyenti - U_t).

(3) tenglamadan T_c ni topamiz:

$$U_t T_a - U_t T_c + h_r T_p - h_r T_c + h_1 T_f - h_1 T_c = 0$$

$$U_t T_a + h_r T_p + h_1 T_f = U_t T_c + h_r T_c + h_1 T_c$$

$$T_c = \frac{U_t T_a + h_r T_p + h_1 T_f}{U_t + h_r + h_1} \quad (6)$$

(4) tenglamadan T_p ni topamiz:

$$S + h_2 T_f - h_2 T_p + h_r T_c - h_r T_p = 0$$

$$S + h_2 T_f + h_r T_c = h_2 T_p + h_r T_p$$

$$T_p = \frac{S + h_2 T_f + h_r T_c}{h_2 + h_r} \quad (7)$$

(7) tenglamadagi T_c ning o‘rniga (6) ni keltirib qo‘yamiz:

$$T_p = \frac{S + h_2 T_f + \frac{U_t T_a h_r + h_r^2 T_p + h_1 h_r T_f}{U_t + h_r + h_1}}{h_2 + h_r}$$

$$T_p = \frac{S(U_t + h_r + h_1) + h_2 T_f(U_t + h_r + h_1) + U_t T_a h_r + h_r^2 T_p + h_1 h_r T_f}{(U_t T_a h_r + h_r^2 T_p + h_1 h_r T_f)(h_2 + h_r)}$$

$$\begin{aligned} S(U_t + h_r + h_1) + h_2 T_f U_t + h_2 T_f h_r + h_2 T_f h_1 + U_t T_a h_r + h_r^2 T_p + h_1 h_r T_f = \\ = h_2 U_t T_p + h_r U_t T_p + h_2 h_r T_p + h_r^2 T_p + h_1 h_2 T_p + h_1 h_r T_p \end{aligned}$$

Qisqartirishlardan so‘ng quyidagi tenglama hosil bo‘ladi:

$$\begin{aligned} S(U_t + h_r + h_1) + h_2 T_f U_t + h_2 T_f h_r + h_2 T_f h_1 + U_t T_a h_r + h_1 h_r T_f = \\ = h_2 U_t T_p + h_r U_t T_p + h_2 h_r T_p + h_1 h_2 T_p + h_1 h_r T_p \end{aligned}$$

Hosil bo‘lgan oxirgi tenglamaning har ikkala tomonidan $U_t T_f h_r$ ni ayiramiz:

$$\begin{aligned} & S(U_t + h_r + h_1) + h_2 T_f U_t + h_2 T_f h_r + h_2 T_f h_1 + U_t T_a h_r + h_1 h_r T_f - U_t T_f h_r \\ & = \\ & = h_2 U_t T_p + h_r U_t T_p + h_2 h_r T_p + h_1 h_2 T_p + h_1 h_r T_p - U_t T_f h_r \end{aligned}$$

Natijada $T_p - T_f$ ni topib olamiz:

$$\begin{aligned} & S(U_t + h_r + h_1) - h_r U_t (T_f - T_a) = \\ & = h_2 U_t (T_p - T_f) + h_2 h_r (T_p - T_f) + h_1 h_2 (T_p - T_f) + h_1 h_r (T_p - T_f) \\ & \quad + h_r U_t (T_p - T_f) \end{aligned}$$

$$T_p - T_f = \frac{S(U_t + h_r + h_1) - h_r U_t (T_f - T_a)}{h_2 U_t + h_2 h_r + h_1 h_2 + h_1 h_r + h_r U_t} \quad (8)$$

(6) tenglamadagi T_p ning o‘rniga (7) ni keltirib qo‘yamiz:

$$T_c = \frac{U_t T_a + h_1 T_f + \frac{h_r S + h_r h_2 T_f + h_r^2 T_c}{h_2 + h_r}}{U_t + h_r + h_1}$$

$$T_c = \frac{U_t T_a h_2 + U_t T_a h_r + h_1 T_f h_2 + h_1 T_f h_r + h_r S + h_r h_2 T_f + h_r^2 T_c}{(U_t + h_r + h_1)(h_2 + h_r)}$$

$$\begin{aligned} & U_t T_a h_2 + U_t T_a h_r + h_1 T_f h_2 + h_1 T_f h_r + h_r S + h_r h_2 T_f + h_r^2 T_c = \\ & = h_2 U_t T_c + h_r U_t T_c + h_2 h_r T_c + h_r^2 T_c + h_1 h_2 T_c + h_1 h_r T_c \end{aligned}$$

Qisqartirishlardan so‘ng hosil bo‘lgan tenglamaning har ikkala tomonidan $U_t T_f h_2$ va $U_t T_f h_r$ ni ayiramiz:

$$\begin{aligned} & U_t T_a h_2 - U_t T_f h_2 + U_t T_a h_r - U_t T_f h_r + h_1 T_f h_2 + h_1 T_f h_r + h_r S + h_r h_2 T_f = \\ & = h_2 U_t T_c - U_t T_f h_2 + h_r U_t T_c - U_t T_f h_r + h_2 h_r T_c + h_1 h_2 T_c + h_1 h_r T_c \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & h_r S - U_t h_2 (T_f - T_a) - U_t h_r (T_f - T_a) = \\ & = h_1 h_2 (T_c - T_f) + h_1 h_r (T_c - T_f) + h_2 h_r (T_c - T_f) + h_2 U_t (T_c - T_f) \\ & \quad + h_r U_t (T_c - T_f) \end{aligned}$$

Oxirgi tenglamadan $T_c - T_f$ ni topib olamiz:

$$T_c - T_f = \frac{h_r S - U_t (h_2 + h_r) (T_f - T_a)}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t + h_r U_t} \quad (9)$$

(8) va (9) tenglamalarni (5) ga etib qo'yib, quyidagi natijani hosil qilamiz:

$$\begin{aligned} \dot{m}c \frac{dT}{dx} &= h_1 \frac{h_r S - U_t(h_2 + h_r)(T_f - T_a)}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t + h_r U_t} + \\ &\quad + h_2 \frac{S(U_t + h_r + h_1) - h_r U_t(T_f - T_a)}{h_2 U_t + h_2 h_r + h_1 h_2 + h_1 h_r + h_r U_t} \\ \dot{m}c \frac{dT}{dx} &= \frac{h_1 h_r S}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t + h_r U_t} + \frac{S(U_t + h_r + h_1) h_2}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t + h_r U_t} - \\ &\quad - \frac{h_1 U_t(h_2 + h_r)(T_f - T_a)}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t + h_r U_t} - \frac{h_r U_t(T_f - T_a) h_2}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t + h_r U_t} \\ \dot{m}c \frac{dT}{dx} &= \frac{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t + h_r U_t} S - \frac{U_t(h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r)}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t + h_r U_t} (T_f - T_a) \end{aligned} \quad (10)$$

(10) tenglamada S oldidagi kasrni quyidagicha o'zgartiramiz:

$$\begin{aligned} &\frac{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t + h_r U_t} \\ &= \left(\frac{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t + h_r U_t}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t} \right)^{-1} \\ &= \left(1 + \frac{h_r U_t}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t} \right)^{-1} \end{aligned}$$

Oxirgi hosil bo'lgan ifodani F^I deb belgilaymiz:

$$F^I = \left(1 + \frac{h_r U_t}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t} \right)^{-1} \quad (11)$$

(10) tenglamadagi ikkinchi kasrni quyidagicha o'zgartiramiz:

$$\begin{aligned} &\frac{U_t(h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r)}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t + h_r U_t} \div \frac{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t + h_r U_t} = \\ &= \frac{U_t(h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r)}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t + h_r U_t} \times \frac{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t + h_r U_t}{h_1 h_2 + h_1 h_r + h_2 h_r + h_2 U_t} = \\ &= \end{aligned}$$

$$= \frac{U_t(h_1h_2 + h_1h_r + h_2h_r)}{h_1h_2 + h_1h_r + h_2h_r + h_2U_t} = \frac{U_t}{1 + \frac{h_2U_t}{h_1h_2 + h_1h_r + h_2h_r}}$$

Oxirgi ifodani U_L deb belgilaymiz:

$$U_L = \frac{U_t}{1 + \frac{h_2U_t}{h_1h_2 + h_1h_r + h_2h_r}} \quad (12)$$

U_L – nafaqat kollektorning pastki sirtida issiqlik yo‘qolishi bo‘lmaganda uning ustki sirtidagi issiqlik yo‘qolishi koeffitsiyentidir, balki shaffof qatlamning pastki sirti va yutuvchi sirti orasidagi issiqlik almashinishi koeffitsiyenti hamdir. Har gal issiqlikni olib ketuvchi suyuqlik va shaffof qatlam orasida issiqlik almashinishi shartlari o‘zgarganda ularga mos ravishda U_L -ifoda ham o‘zgaradi.

Endi (11) va (12) ifodalarni (10) tenglamaga qo‘ysak, u quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$\dot{m}c \frac{dT}{dx} = F^I [S - U_L(T_f - T_a)] \quad (13)$$

$$\frac{dT}{S - U_L(T_f - T_a)} = \frac{F^I}{\dot{m}c} dx \quad (14)$$

(2.1.12) ni integrallaymiz va bizda quyidagi hosil bo‘ladi:

$$\begin{aligned} \int_{T_{fi}}^{T_{fo}} \frac{1}{S - U_L(T_f - T_a)} dT &= -\frac{1}{U_L} \ln[S - U_L(T_f - T_a)] \Big|_{T_{fi}}^{T_{fo}} = \\ &= -\frac{1}{U_L} \ln[S - U_L(T_{fo} - T_a)] + \frac{1}{U_L} \ln[S - U_L(T_{fi} - T_a)] = \frac{F^I}{\dot{m}c} x \end{aligned}$$

$$\ln \left[\frac{S - U_L(T_{fo} - T_a)}{S - U_L(T_{fi} - T_a)} \right] = -\frac{F^I U_L}{\dot{m}c} x \quad (15)$$

$$\frac{S - U_L(T_{fo} - T_a)}{S - U_L(T_{fi} - T_a)} = \exp \left(-\frac{F^I U_L}{\dot{m}c} x \right) \quad (16)$$

$$\frac{T_{fo}-T_a-S/U_L}{T_{fi}-T_a-S/U_L} = \exp\left(-\frac{F^I U_L}{\dot{m}c} x\right) \quad (17)$$

(17) ifodadan T_{fo} ni topsak:

$$T_{fo} = T_a + \frac{S}{U_L} + \exp\left(-\frac{F^I U_L}{\dot{m}c} x\right) \left(T_{fi} - T_a - \frac{S}{U_L}\right) \quad \text{bo'ladi.}$$

$$T_c = \frac{h_{ichc}T_{ch} + h_{kchp}T_f + (h_{io} + h_{ko})T_o + \alpha_c I}{h_{ichc} + h_{kchp} + h_{io} + h_{ko}} \quad \text{va}$$

$$T_{ch} = \frac{U_{vn}T_K + h_{kchp}T_f + h_{ichc}T_c + \alpha_{ch} I}{U_{vn} + h_{kchp} + h_{ichc}}$$

aks holda

$$T_c = \frac{(h_{ichc} + h_{kchp})T_{ch} + (h_{io} + h_{ko})T_o + \alpha_c I}{h_{ichc} + h_{kchp} + h_{io} + h_{ko}} \quad \text{va}$$

$$T_{ch} = \frac{U_{vn}T_K + (h_{kchp} + h_{ichc})T_c + \alpha_{ch} I}{U_{vn} + h_{kchp} + h_{ichc}}$$

bo'ladi. Agar $mf > 0$

$$T_{fo} = 0.5(T_o + T_K) + \frac{\alpha_{ch} I}{U_L} + \left[T_K - 0.5(T_o + T_K) - \frac{\alpha_{ch} I}{U_L}\right] \exp\left(\frac{-F^I U_L A_{ch}}{mf C_{p0}(T_f)}\right)$$

Yuqorida keltirib chiqarilgan ifodalarda issiqlik almashinuv koeffitsiyentlari quyidagicha aniqlanadi:

- ikki qatlamli shaffof to'siqlarda oynalar orasidagi nurlanish yo'li bilan issiqlik almashinish koeffitsiyenti:

$$h_{uc1c2} = h_{uc2c1} = \frac{\sigma(T_{c1}^2 + T_{c2}^2)(T_{c1} + T_{c2})}{\frac{2}{\varepsilon_q} - 1} \quad (18)$$

- absorber va shaffof qatlam orasida:

$$h_{uc1} = h_{uc1q} = \frac{\sigma(T_q^2 + T_{c1}^2)(T_q + T_{c1})}{\frac{1}{\varepsilon_q} + \frac{1}{\varepsilon_c} - 1} \quad (19)$$

- kollektor tashqi elementlarining atrof bilan issiqlik almashinuv koeffitsiyenti:

$$h_{uo} = \frac{\varepsilon_i \sigma(T_i^4 + T_o^4)}{T_i - T_o} \quad (20)$$

- shaffof qatlamlar orasida konvektiv yo'l bilan issiqlik almashinuv koeffitsiyenti:

$$h_\kappa = \frac{Nu \cdot k_\kappa}{\delta_n}, \quad (21)$$

bunda

$$Nu = \left[1 - 0.00813277 \left(\frac{Ra}{A1} \right) + 0.00723291 \left(\frac{Ra}{A1} \right)^{1.08597} \right]^{0.279072};$$

$$Ra = \frac{g \delta_n^3 \beta \cdot \Delta T}{\alpha \nu};$$

ΔT - temperaturalar farqi.

- absorber va harakatlanuvchi havo hamda shaffof qatlam va harakatlanuvchi havo orasida konvektiv yo‘l bilan issiqlik almashinuv koeffitsiyenti:

$$h = \frac{Nu \cdot k_s}{D} \quad (22)$$

$$Re < 2100 \text{ bo'lganda } Nu = 4.9 + \frac{0.0606 (RePr \cdot D/W)^{1/2}}{1 + 0.0909 (RePr \cdot D/W)^{0.7} Pr^{0.17}};$$

$$Re > 2100 \text{ bo'lganda } Nu = 0.0158 \cdot Re^{0.8}$$

$$Re = \frac{\dot{m}D}{W \delta_n \mu}, \quad D = \frac{2W \delta_n}{W + \delta_n}.$$

- massa sarfini quyidagi ifoda bilan aniqlashimiz mumkin:

$$G = \rho F_{ex} \sqrt{\frac{2gH(T_{\text{tblx}} - T_K)}{T_K \left(\xi_{ex} + \xi_{\text{tblx}} + f \frac{H}{D} \right)}}, \quad (23)$$

bunda, $\xi_{ex}=1.5$, $\xi_{tblx}=1$, $f = 0.052$ mos ravishda, issiq qutiga kirishdagi, ichida harakatlanishidagi va chiqishdagi aerodinamik qarshiliklar keltirilgan.



QUYOSH ISITISH TIZIMLARI

Qayta tiklanuvchi (quyosh, shamol, geotermal va h.k), energiya manbalaridan foydalanib ishlovchi qurilmalarning noqulay tomoni shundaki, ularning foydali ish koeffitsientlari juda kichik, ish rejim esa nostatsionar. Shunga qaramasdan hozirgi paytda butun dunyoda, jumladan O‘zbekistonda ham qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishga katta e’tibor berilmoqda. Quyosh energiyasidan ikki xil maqsadda foydalanish mumkin: to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektr energiyasiga aylantirish va issiqlikka aylantirish.

Quyosh energetik qurilmalarining asosini yarim o‘tkazgichlar tashkil etgan bo‘lib, ularning FIK hozirgi paytda taxminan 20-40% atrofida (laboratoriya sharoitida) ishchi holatda esa 8-20% atrofida. Asosiy kamchiligi narxining qiymatligi va FIK ning pastligida.

Quyosh issiqlik qurilmalariga misol qilib quyosh suv isitgich qurilmalari, suv chuchutgich, meva quritgich va quyosh issiqxonalarini misol qilish mumkin.

Quyosh issiqlik qurilmalarinig afzalligi ular tan narxining arzonligi va FIK ining nisbatan yuqoriligi (50-60%) dir. Bevosita quyosh nurlari ta'sirida (insolyatsion) binolarni isitishga mo‘ljallangan qurilmalarni ikki asosiy guruqqa ajratish: mumkin: faol (aktiv), nofaol(passiv).

Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarida xonalarni isitish uchun hech qanday qo‘shimcha energetik qurilmalardan (elektr isitishdan, gaz isitishdan) foydalanilmaydi. Bunday xonalarda temperatura rejimi quyosh qisobiga shakllanadi.

Aktiv quyosh isitish tuzimlarida esa qo‘shimcha energetik asboblardan foydalaniladi. Aktiv quyosh isitish tizimlarining boshqarishda murakkabligi sabali o‘tgan asrning 50- 80 yillarida

ommalshib ketmagan. Aktiv quyosh isitish tizimlaridan foydalanish ko'p mablag` talab etadi. Passiv quyosh isitish tuzishlarini boshqarish oson va arzonligi sababli katta ahamiyatga ega.

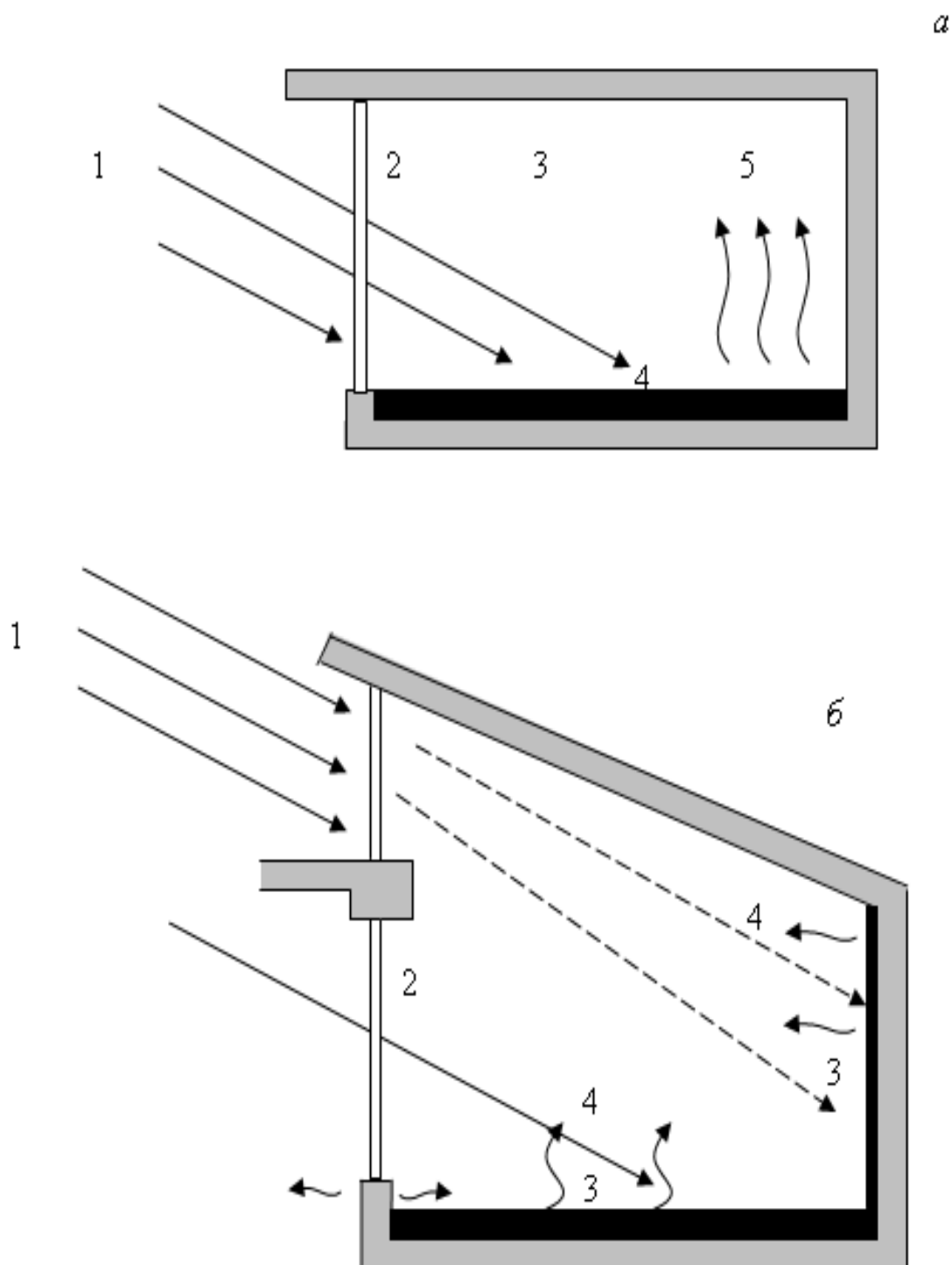
Passiv quyosh isitish tizimlari ish tamoyiliga ko'ra uch rutga bo'linadi: bevosita, bil vosita va izolyatsiyalangan. Shimoliy yarim sharda barcha quyosh qurilmalari janubga qaragan holda o'rnatiladi. Bevosita quyosh hisobiga ishlovchi passiv tizimlarda quyosh nurlari janubiy shaffof qoplamalardan (derazadan) o'tib uy ichida issiqlik rejimini shakllantiradi.

Bilvosita ishlovchi passiv tuzilmalarda quyosh nurlari qo'shimcha geliotexnik qurilmalarda issiqlikka aylantirib so'ng xonaga uzatiladi.

Izolyatsiyalangan passiv tizimlarda quyosh nurlari qo'shimcha geliotexnik qurilmalarda issiqlikka aylantirilib akkumulyator orqali xonaga uzatiladi.

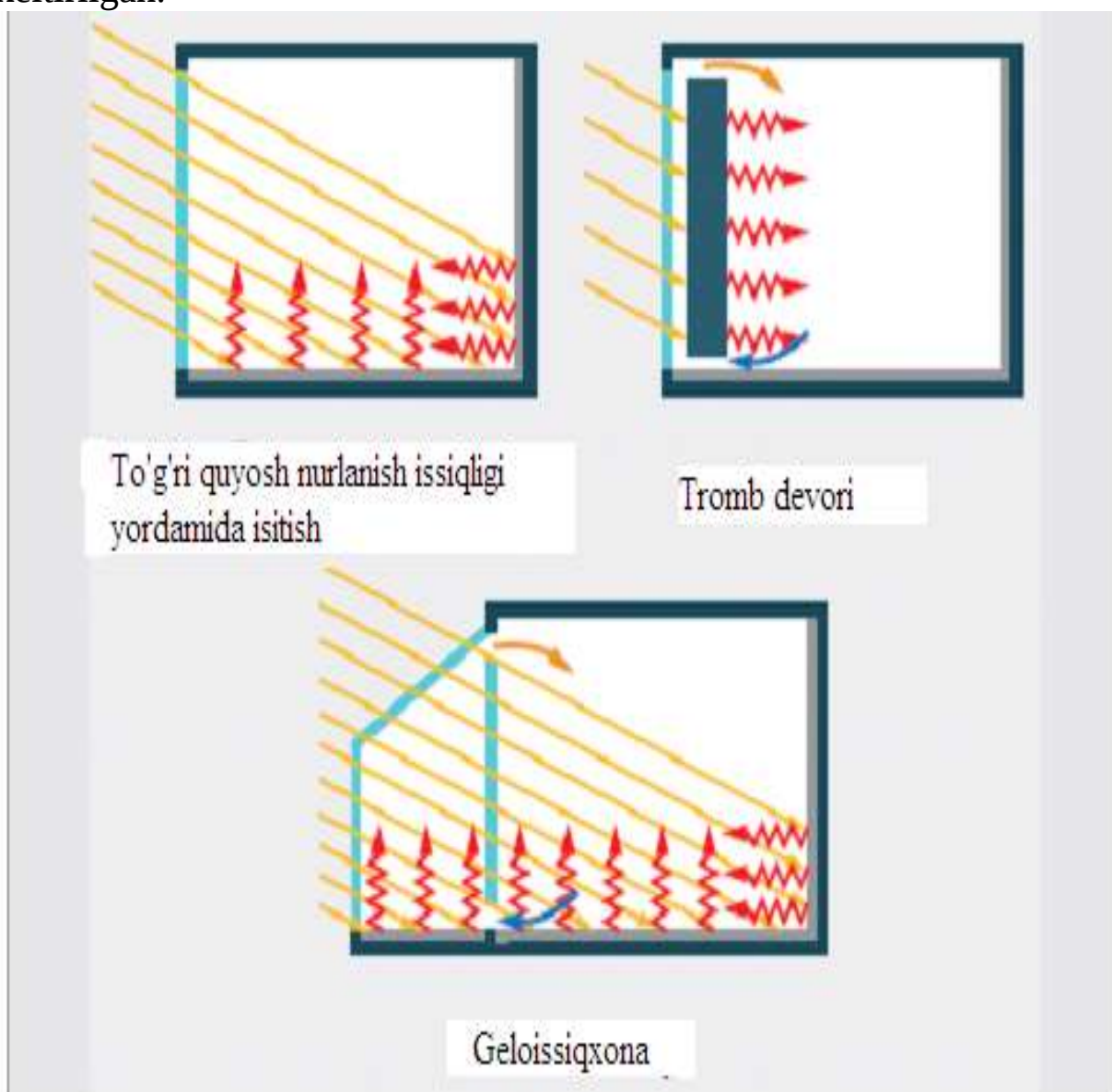
Passiv quyosh isitish tizimining pirntsipial sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan.

Quyosh nurlari janubiy shaffof tizimidan xona havosida va elementlarida yutiladi hamda issiqlikka aylanadi. Issiqlik konvektiv va nurlanish yo'li bilan xona havosiga uzatiladi.



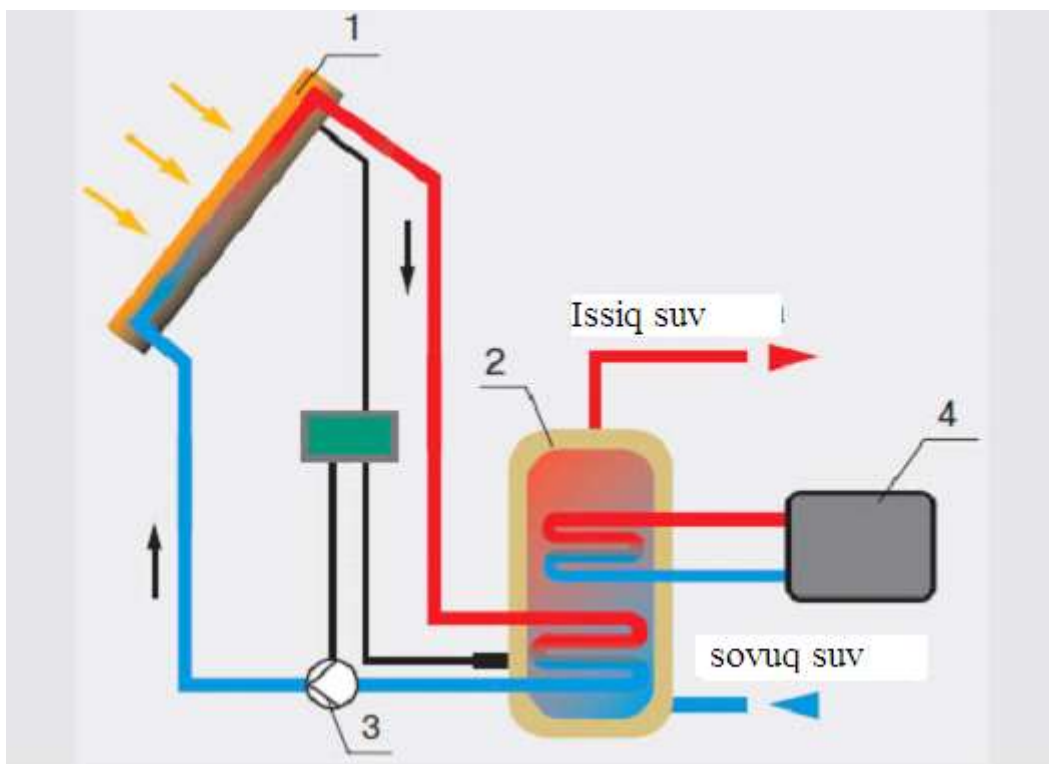
1-rasm. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining prinsipial ko‘rinishi. 1- quyosh nurlanishi; 2- deraza oynasidan qilingan ikki qavatli shaffof tizim; 3- isitiladigan xona; 4- issiqlikni akkumulyatsiyalovchi elementlar (pol, devorlar); 5- issiqlik akkumulyatorlari yuzasidan xona havosiga konvektiv va nurlanish issiqlik oqimlari.

Har qanday insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlari asosan uchta elementdan tuzilgan: quyosh nurlarini o'tkazuvchi shaffof tizim; issiqlik energiyasiya aylangan quyosh radiatsiyasini uchun saqlash uchun ishlatiladigan akkumulyatorlar; shaffof bo'lmagan to'siq. Quyosh aktiv va passiv isitish tizimlari. Passiv quyosh issiqlik ta'minlash sistemasi issiq havoning tabiiy aylanishi 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Passiv quyosh issiqlik ta'minlash sistemasi.

Aktiv quyosh issiqlik ta'minlash sistemasi 3-rasmga keltirilgan bo'lib, qo'shimcha qurilmalar bilan farqlanadi ya'ni tabiiy konveksiyaning tezlatish maqsadida ventilyator yoki nasosdan foydalaniladi.



3-rasm. Aktiv tizim issiqlik taminlash sistemasi.

1-quyosh kollektori, 2-akkumlator bochkasi, 3-nasos, 4-elektr isitgich

Turar joy binosini qo‘shimcha energiya manbalarisiz isitish va sovutish imkoniyati quydagilarga bog‘liq bo‘ladi:

- issiqlikni izolyatsiyasiyalash kerak
- bino konstruksiya matereallarini tanlashda issiqlikni akkumulyatsiyalash xususiyatiga alohida e‘tibor qaratish kerak bo‘ladi

4-rasmda passiv quyosh issiqlik ta‘minlash sistemasining mukammallashtirilgan sxemasi, bino elementlari bilan ko‘rsatilgan bo‘lib, bular bizga bino ichki havo temperaturasini yuqori aniqlikda boshqarish imkonini beradi.

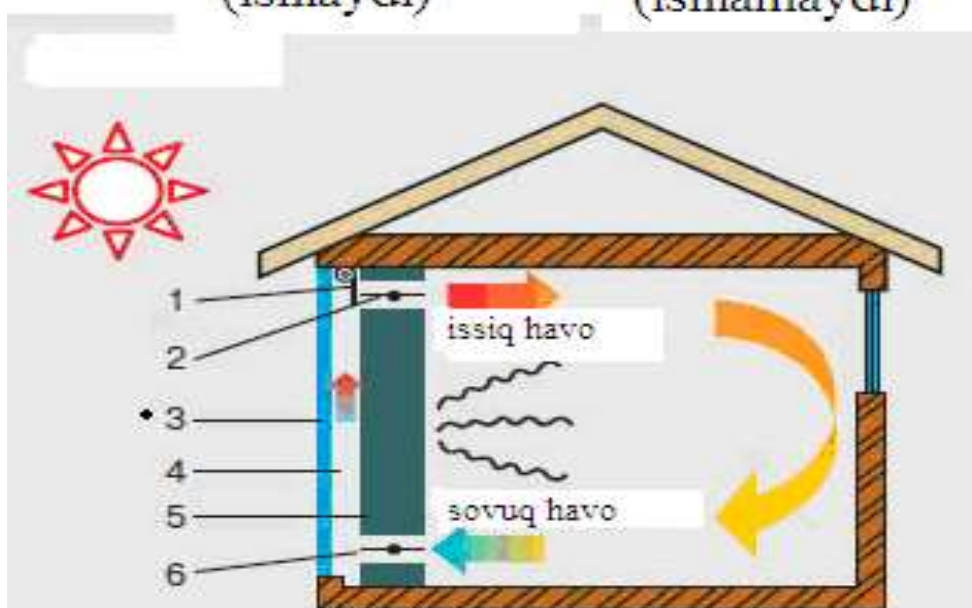
Binoning janubiy tomoniga Tromb devorini joylashtiramiz, bu massiv devor sementli, g‘ishtli va toshli bo‘lishi mumkin. Tromb devori shisha to‘siqdan uncha katta bo‘lmagan masofada joylashtiriladi va bu devor sirti qora rangda bo‘yaladi.

Shisha to‘siq va isigan massiv devor orasida havo isiydi. Massiv devor quyosh nurlanishi hisobiga isiydi va konvektiv issiqlik almashnuv yo‘li bilan yig‘ilgan issiqlik binoga yuborildi. SHunday qilib bu ko‘rinishdagilar birga kollektor va issiqlik akkumulyator konstruksiya funksiyasini ifodalaydi.

ФОТО



parda tushurilgan (ishlaydi) parda ko'tarilgan (ishlamaydi)



4-rasm. Passiv quyosh issiqlik ta'minlash sistemasining takomillashgan ishlash sxemasi. a) Qish mavsumi uchun 1-parda, 2-yuqori klapan, 3-shisha to'siq, 4-havo qatlami, 5-massiv devor va 6-pastki klapan.

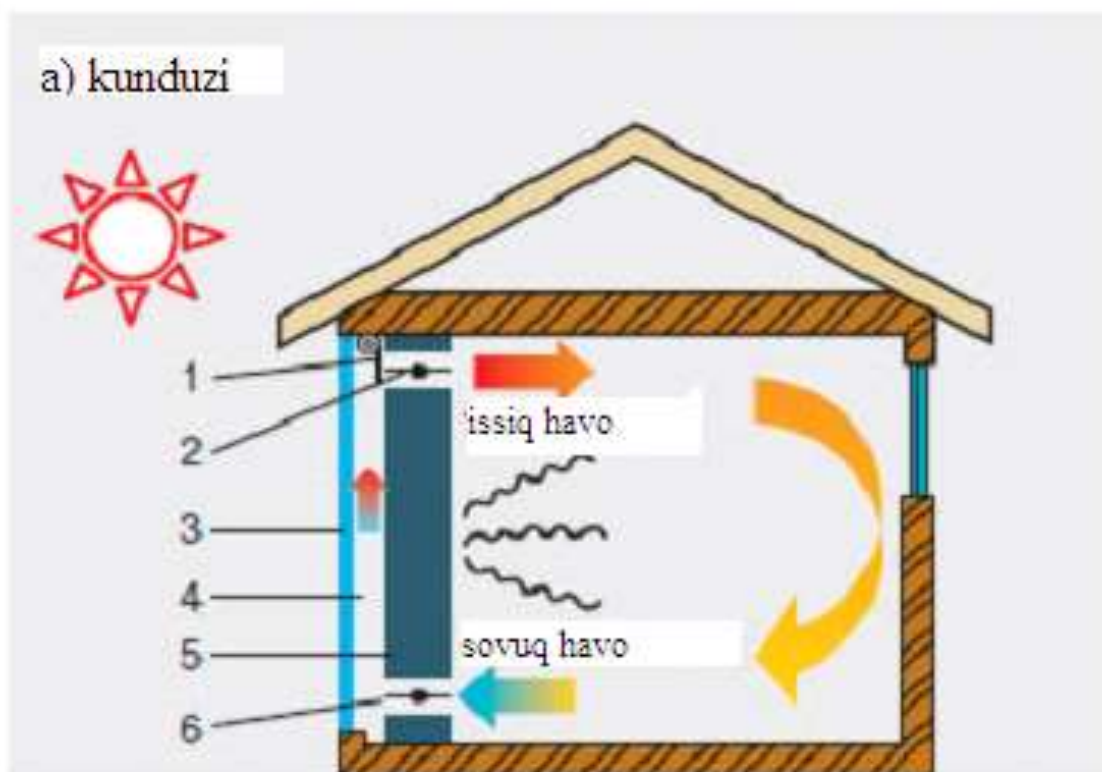
Devor va shisha to'siq orasida bo'lgan havo qatlami, sovuq davrlarda va quyoshli kunlarda issiqlik tarqatuvchi sifatida binoning ichiga issiqlik berish uchun foydalaniladi. Quyoshli kunlarning issiq paytida ortiqcha issiqlik oqib kelishi va kechqurun sovuq paytida massiv devor va tashqi atrof muhit orqali issiqlik almashunuvini sezilarli qisqartirish uchun pardalardan foydalaniladi. Pardalar gazlamadan emas balki kumush qoplangan materiallardan tayyorlanadi. Havo aylanishini ta'minlash uchun klaplardan foydalanish mumkin,

bu klapanlar binoning past va yuqori qismida joylashtiriladi. Havo klapanlari ishlashi avtomatik boshqarilib, issiqlik kelishi va chiqib ketishidan saqlash imkoniyatini yaratadi.

Passiv quyosh issiqlik ta'minlash sistemasini ko'ramiz:

1.Sovuq vaqtlar davrida (isitish):

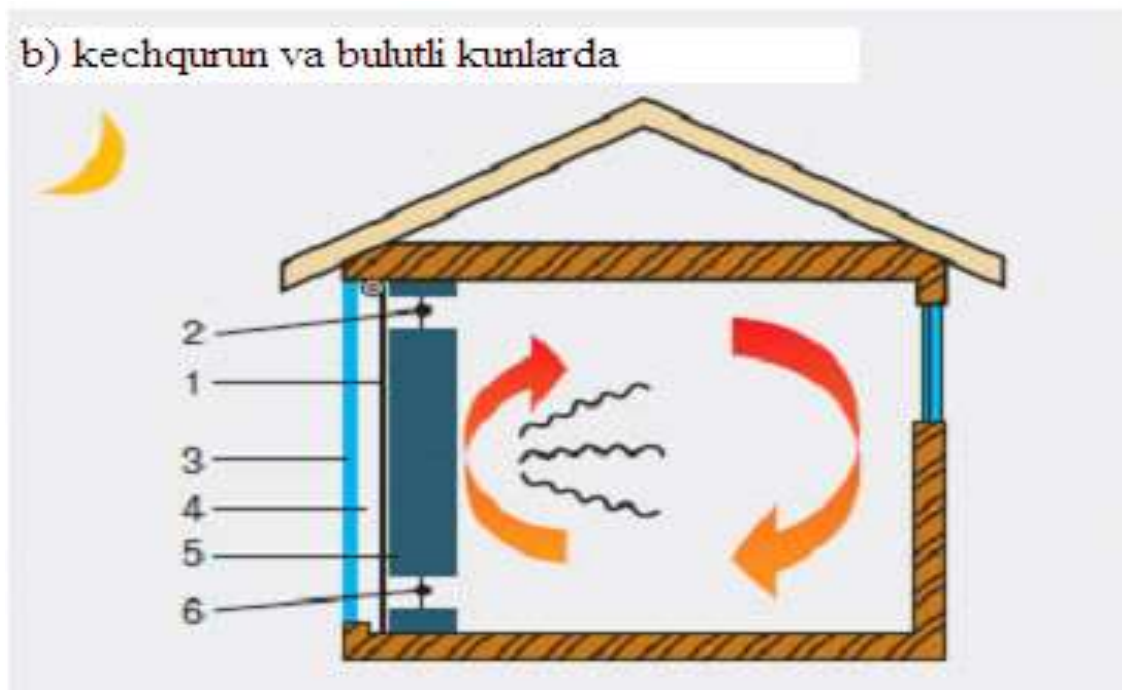
Quyoshli kunlarda 5a-rasmdagidek pardalar ko'tariladi, klapanlar ochiladigan ko'rinishga keltiriladi .



5.a-rasm. Passiv quyosh issiqlik ta'minlash sistemasining takomillashgan ishlash sxemasi. a) Qish mavsumi uchun. 1-parda, 2-yuqori klapan, 3-shisha to'siq, 4-havo qatlam, 5-massiv devor va 6-pastki klapan.

Shisha to'siq va isigan devor orasidan issiqlik bino ichiga tabiiy konveksiya hisobiga aylanadi.

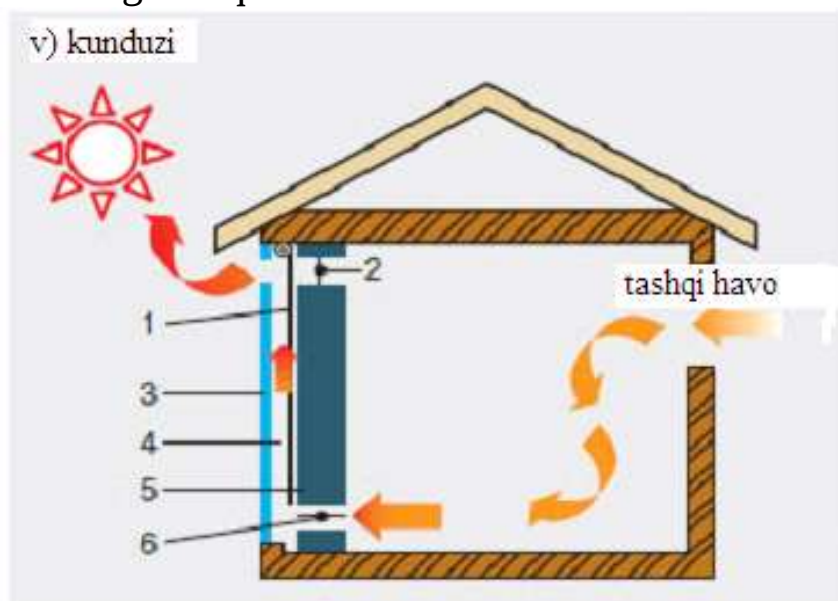
Kechqurun va bulutli kunlarda 5b-rasmda ko'rsatilgandek pardalar tushuriladi, klapanlar yopiladi. Ichki muhitdan issiqlik chiqib ketishi sezilarli qisqaradi. Bino temperaturasi massiv devor hisobiga bir maromda saqlanadi. To'plangan issiqlik energiyasi quyosh nurlanishidan kunduzgi quyoshli vaqtga olinadi;



5b-rasm. b) Qish mavsumi uchun: 1-parda; 2-yuqori klapan; 3-shisha to'siq; 4-havo qatlam; 5-massiv devor va 6-pastki klapan.

2. Issiq vaqtlar davrida (havoni sovutish)

Quyoshli kunlarda 5v-rasmda keltirilgandek pardalar tushuriladi, pastki klapan ochiladi va yuqoridagi klapan yopiladi. Parda massiv devorni quyosh nurlanishi hisobiga isishdan himoyalaydi. Binoning soya tomonidan havo kiradi, shisha to'siq va massiv devor orasidagi qatlam orqali atrof muhitga chiqib ketadi.



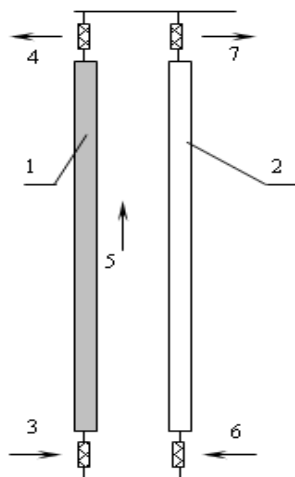
5v-rasm. v) Yoz mavsumi uchun: 1-parda; 2-yuqori klapan; 3-shisha to'siq; 4-havo qatlam; 5-massiv devor va 6-pastki klapan.

Kechqurun va bulutli kunlarda 5g-rasmda ko'rsatilgandek parda ko'tariladi, pastki klapan ochiladi va yuqoridagi klapan yopiladi. Xonaga havo binonig qarama-qarshi tomonidan kirib, shisha to'siq va massiv devor devor orasidagi qatlamlardan atrof muhitga chiqib ketadi. Havo konveksion issiqlik almashnuv natijasida massiv devor sovuydi. Sovugan devor kun davomida xona temperaturasini bir maromda saqlaydi.

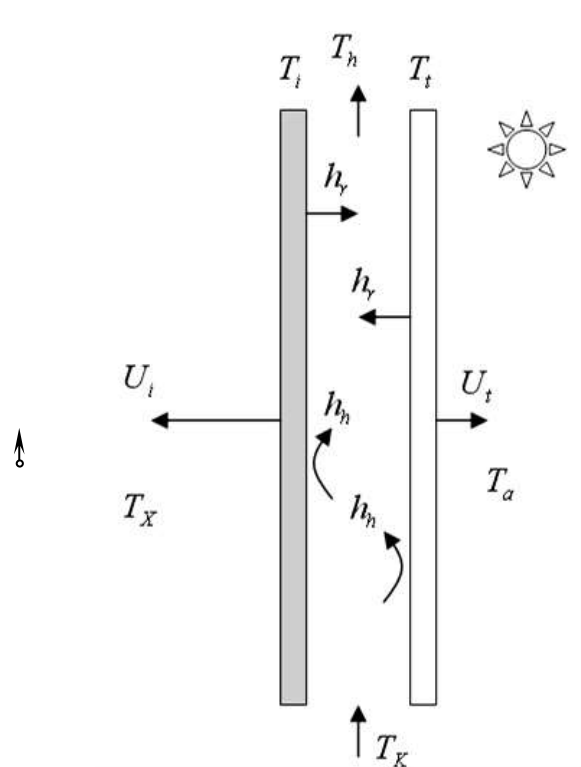


5g-rasm. g) Yoz mavsumi uchun. 1-parda, 2-yuqori klapan, 3-shisha to'siq, 4-havo qatlam, 5-massiv devor va 6-pastki klapan.

Qisman nur yutuvchi qatlamga ega ikki qavatli shaffof to'siqlar issiqlik rejimini matematik modellashirish.



6-rasm. Qisman nur yutuvchi qatlamli ikki qavatli shaffof tizimning printsiplial ko'rinishi: 1- qisman nur yutuvchi qatlam; 2-shaffof qatlam; 3,6- pastki tirqishlar; 4,7- yuqorigi tirqishlar; 5- ventilyatsiyalanadigan qatlam.



7-rasm. Qisman nur yutuvchi qatlamli ikki qavatli shaffof tizimning issiqlik sxemasi.

Ushbu tizim uchun issiqlik balansi tenglamalari statsionar holatda quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

- temperaturasi T_t bo‘lgan tashqi oyna uchun

$$U_a F_n (T_a - T_t) + h_{th} F_t (\bar{T}_h - T_t) + h_r F_t (T_i - T_t) + F_t \alpha_t q_{tush}^\Sigma = 0 \quad (1)$$

- temperaturasi T_i bo‘lgan ichki oyna uchun

$$U_i F_i (T_x - T_i) + h_{ih} F_i (\bar{T}_h - T_i) + h_r F_i (T_t - T_i) + F_i \alpha_i q_{tush}^\Sigma = 0 \quad (2)$$

- havo oqimi uchun

$$\frac{\dot{m} c_h}{L} \frac{dT_h}{dx} = h_{ih} (T_i - \bar{T}_h) + h_{th} (T_t - \bar{T}_h) \quad (3)$$

bunda, α_i , α_t - tashqi va ichki oynalarning effektiv nur yutish koeffitsiyentlari; h_r - tashqi va ichki oynalarning nurlanish yo‘li bilan issiqlik almashinish koeffitsiyenti; h_{th} , h_{ih} - tashqi va ichki oynalarning harakatlanayotgan havo oqimi bilan konvektiv issiqlik almashinuv koeffitsiyenti; $\bar{T}_h$ - havo oqimining o‘rtacha temperaturasi; U_a - atrof havosi va tashqi oyna o‘rtasidagi konvektiv issiqlik almashinuv koeffitsiyenti; T_a - atrof muhit temperaturasi; c_h - harakatlanayotgan

havoning solishtirma issiqlik sig'imi; L - ventilyatsiyalanadigan quvur qalinligi;

(1) va (2) tenglamalarni T_i va T_t ga nisbatan yechib, quyidagiga ega bo'lamiz

$$T_i = \frac{(B \cdot h_{ih} + h_r h_{th})T_h + h_r U_a T_a + B U_i T_x + (B \alpha_i + h_r \alpha_t)I_u}{AB - h_r^2}, \quad (4)$$

$$T_t = \frac{(A \cdot h_{th} + h_r h_{ih})T_h + A U_a T_a + h_r U_i T_x + (A \alpha_t + h_r \alpha_i)I_u}{AB - h_r^2}. \quad (5)$$

(4) va (5) lardan (3) da foydalanamiz

$$\frac{\dot{m}c_h}{L} \frac{dT_h}{dx} = D_1 I_u + D_2 T_a + D_3 T_x - D_4 T_h. \quad (6)$$

(6) tenglamani quyidagi chegaraviy shart asosida integrallab

$$T_f = T_{ex} \quad \text{da } x = 0 \quad (7)$$

$$T_h(x) = T_k \exp(-E \cdot x) + D_4^{-1}(D_1 I_u + D_2 T_a + D_3 T_x)[1 - \exp(-E \cdot x)] \quad (8)$$

ga ega bo'lamiz, bunda

$$\begin{aligned} A &= h_{ih} + h_r + U_i, \quad B = U_o + h_{th} + h_r, \\ D_1 &= \frac{(B h_{ih} + h_{th} h_r) \alpha_i + (A h_{th} + h_{ih} h_r) \alpha_t}{AB - h_r^2}, \quad D_2 = \frac{(A h_{th} + h_{ih} h_r) U_a}{AB - h_r^2}, \\ D_3 &= \frac{(B h_{ih} + h_{th} h_r) U_i}{AB - h_r^2}, \quad D_4 = D_2 + D_3, \quad E = \frac{D_4 L}{\dot{m}c_h} \end{aligned}$$

Issiqlik almashinuv koeffitsiyentlari aniqlanadigan temperaturalarga bog'liq bo'lganligi, ya'ni hosil bo'lgan algebratik tenglamalar sistemasi chiziqli bo'lmaganligidan, ularni yechishda ketma-ket yaqinlashish (iteratsiya) usulidan foydalanamiz.

Issiqlik almashinuv koeffitsiyentlari nazariy va tajribaviy yo'llar bilan ushbu tizimga o'xshash tizimlar uchun aniqlangan bo'lib, quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi

Shaffof tizim elementlari orasidagi nurlanish yo'li bilan issiqlik almashinuv koeffitsiyentlari:

$$h_r = \frac{\sigma(T_t^2 + T_i^2)(T_t + T_i)}{\frac{1}{\varepsilon_t} + \frac{1}{\varepsilon_i} - 1} \quad (9)$$

Tashqi tomonda joylashgan shaffof qatlam bilan atrof orasidagi nurlanish yo‘li bilan issiqlik almashinuv koeffitsiyenti:

$$h_{ra} = \frac{\varepsilon_t \sigma (T_t^4 + T_o^4)}{T_t - T_o} \quad (10)$$

Bu koeffitsiyent U_t ning ichida bo‘ladi, ya’ni $U_t = h_{ra} + h_{ka}$.

Shaffof qatlamlar orasidagi konvektiv yo‘l bilan issiqlik almashinuv koeffitsiyenti :

$$h_h = \frac{Nu \cdot k_h}{\delta_q}, \quad (11)$$

bunda

$$Nu = \left[1 - 0.00813277 \left(\frac{Ra}{A1} \right) + 0.00723291 \left(\frac{Ra}{A1} \right)^{1.08597} \right]^{0.279072};$$

$$Ra = \frac{g \delta_n^3 \beta \cdot \Delta T}{a \nu};$$

ΔT - shaffof tizim elementlari orasidagi temperaturalar farqi.

Havo oqimi bilan shaffof qatlam elementlari orasidagi konvektiv issiqlik almashinuv koeffitsiyenti,

$$h_{h1} = \frac{Nu \cdot k_h}{D} \quad (12)$$

bunda,

$$Re < 2100 \text{ da } Nu = 4.9 + \frac{0.0606 (RePr \cdot D / W)^{1/2}}{1 + 0.0909 (RePr \cdot D / W)^{0.7} Pr^{0.17}}$$

$$Re > 2100 \text{ da } Nu = 0.0158 \cdot Re^{0.8}$$

$$Re = \frac{\dot{m} D}{W \delta_n \mu}, \quad D = \frac{2W \delta_n}{W + \delta_n}.$$



QUYOSH SUV CHUCHITGICHLARI

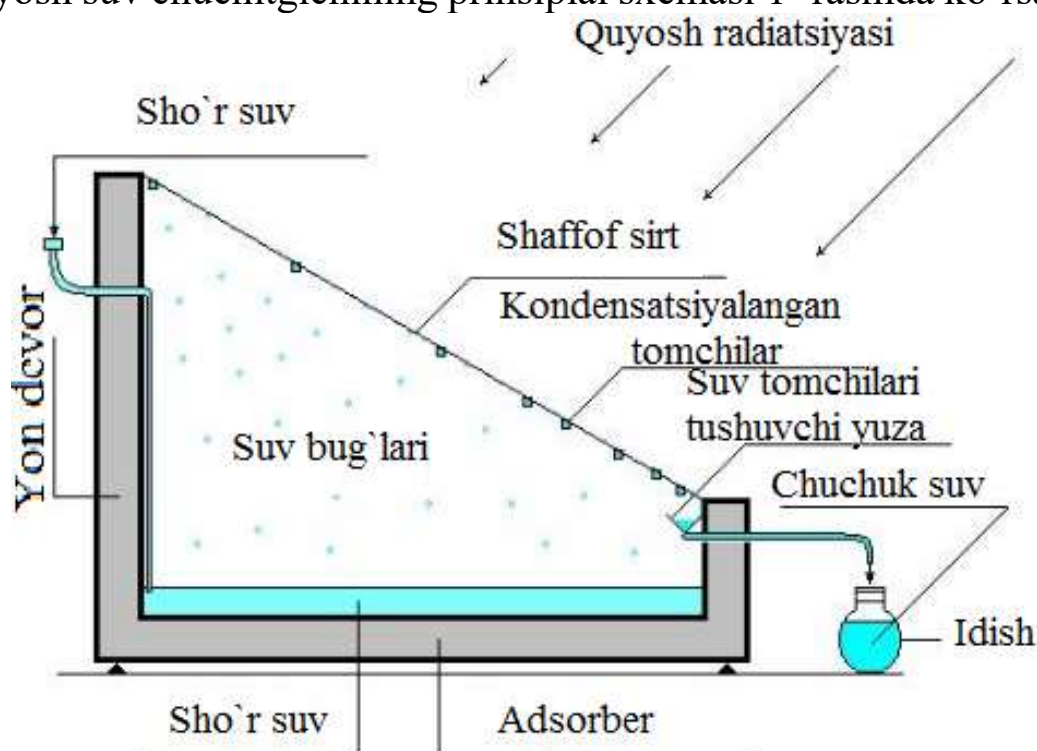
Qayta tiklanadigan energetikaga asoslangan suv chuchitish, bu toza suv tanqisligi va an'anaviy energiya taqchilligi mavjud joylar uchun qulay yechimdir. Quyosh energiyasidan foydalanib suv chuchitish usuli bir necha yuz yillar davomida ishlatilayotgan juda qadimgi texnik yechimdir. O'zining dizayni jihatidan juda sodda va mahalliy mavjud materiallar yordamida osongina yasash mumkinligidan va kamroq texnik xizmatni talab qilishi sababli an'anaviy havzali quyosh suv chuchitgichlari hali ham o'zining dolzarbligini yo'qotmagan. U shaffof qopqoq bilan qoplangan havzadan iborat. Havzaning ichki yuzasi odatda maksimal quyosh issiqligini yutishi uchun qora rangga bo'yalgan. Tuzli yoki sho'r suv havzada saqlanadi va quyosh nurlanishi natijasida uning harorati oshadi. Natijada suv bug'lanadi va shaffof qatlam bilan ta'sirlashib kondensatsiyalanadi. Kondensatsiyalangan suv alohida novlar orqali distillyat sifatida yig'iladi. Ana'naviy quyosh suv chuchitgichlari bo'yicha juda ko'p konstruksiyalar ishlab chiqilgan. Ammo undagi asosiy cheklanishlar bu ularning past samaradorligi va suv haroratini oshirishdagi qiyinchiliklar bilan izohlanadi.

Shu sababli, tadqiqotlarda asosiy e'tibor chuchuk suvning distillyati miqdorini ko'paytirishga qaratiladi. Tadqiqotchilar distillyat miqdorini oshirish uchun quyosh suv chuchitgichlarining turli shakllari bo'yicha, turli materiallardan foydalanib, chuchitgichdagi suvning turli balandliklari va turli issiqlik yutuvchilar kabi har xil dizayn parametrlari bo'yicha izlanishlar o'tkazganlar. Shuningdek tadqiqotchilar quyosh suv chuchitgichlarining quyosh suv isitgichlari, quyosh kollektorlari, quyosh konsentratorlari bilan kombinatsiyalari ham mavjud. Chuchuk suv olish samaradorligini oshirish uchun ayrim tadqiqotchilar qiya suv chuchitgich qurilmalaridan ham foydalanishgan.

Quyosh suv chuchitgich qurilmalarining turlari. Quyosh suv chuchitish qurilmalari odatda ikki toifaga bo'linadi, ya'ni passiv qurilmalar va aktiv qurilmalar.

Qurilmadagi sho'r suvni bug'lanishi uchun issiqlik manbai sifatida bevosita quyosh, quyosh suv isitgichlari, konsentratorlar, PV/T tizimlar ishlatilishi mumkin. Passiv va aktiv quyosh qurilmalarining har biri o'z navbatida shaffof qatlamlarning soniga qarab bir bosqichli yoki ko'p bosqichli turlarga ajratiladi.

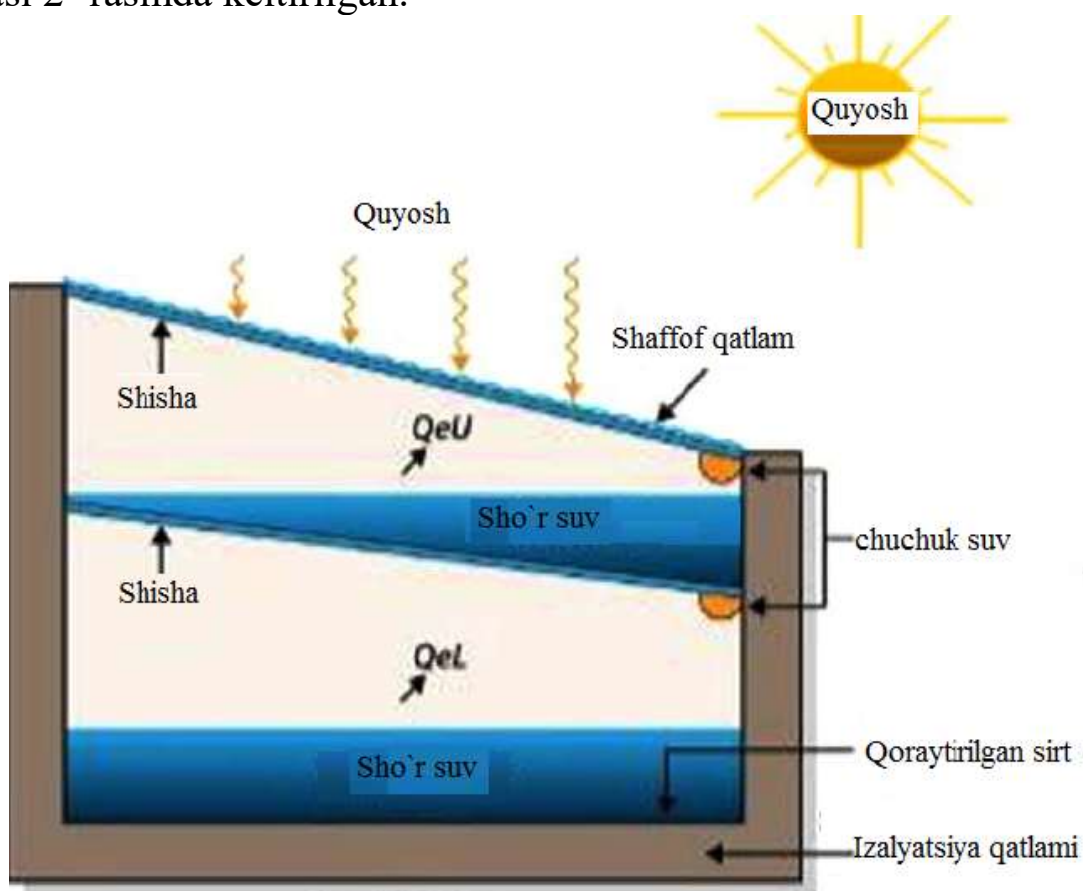
Birlamchi ta'sir bilan passiv quyosh suv chuchitgichlari. Bir bosqichli (samarli) passiv quyosh suv chuchitish qurilmalari an'anaviy suv chuchitish qurilmalaridir. Bunday qurilmalar kontruksiya nuqtayi nazaridan sodda va suyuqlik erkin bug'lanish sirtida bir qatlamli shaffof qatlam bilan qoplangan. Biroq issiqlik energiyasining ko'p qismi shaffof qatlamda suv bug'lari kondensatsiyalanishining yashirin issiqligi tufayli yo'qoladi. Shunday qilib, quyosh suv chuchitgichi samaradorligini oshirish uchun issiqlikni yo'qotishni kamaytirishning ko'plab imkoniyatlari mavjud. Biroq, turli qurilmalar samaradorligini oshirish uchun turli modifikatsiyalarni bajarishadi. Bir bosqichli passiv quyosh suv chuchitgichining prinsipial sxemasi 1- rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm. An'anaviy parnik tipidagi bir bosqichli passiv quyosh suv chuchitish qurilmasining sxemasi

Ko'p bosqichli quyosh suv chuchitgichlari. Ko'p bosqichli quyosh suv chuchitgichlari issiqlikdan samarali foydalanishga asoslangan. Bunday turdagi quyosh suv chuchitgichlarida suvning erkin bug'lanish sirti yuqorisida bir nechta shisha qatlam o'rnatiladi.

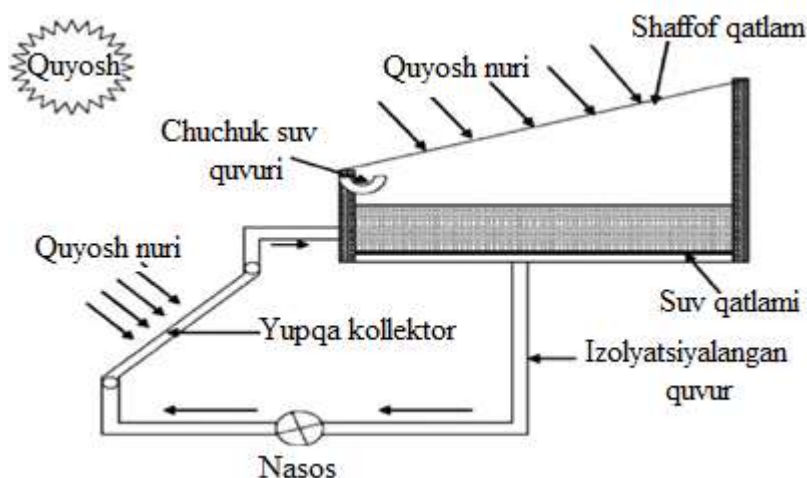
Ko'p bosqichli quyosh suv chuchitgichlarida suvning kondensatsiyalanish issiqligidan bir necha marta foydalaniladi va bu o'z navbatida qurilma samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Ko'p bosqichli qurilmalar parnik tipidagi an'anaviy qurilmalardan samaraliroq, chunki unda manbadan olingan issiqlik energiyasi bir martadan ko'proq ishlatadi. Ko'p bosqichli quyosh suv chuchitgichi sxemasi 2- rasmda keltirilgan.



2-rasm. Ko'p bosqichli quyosh suv chuchitgich sxemasi

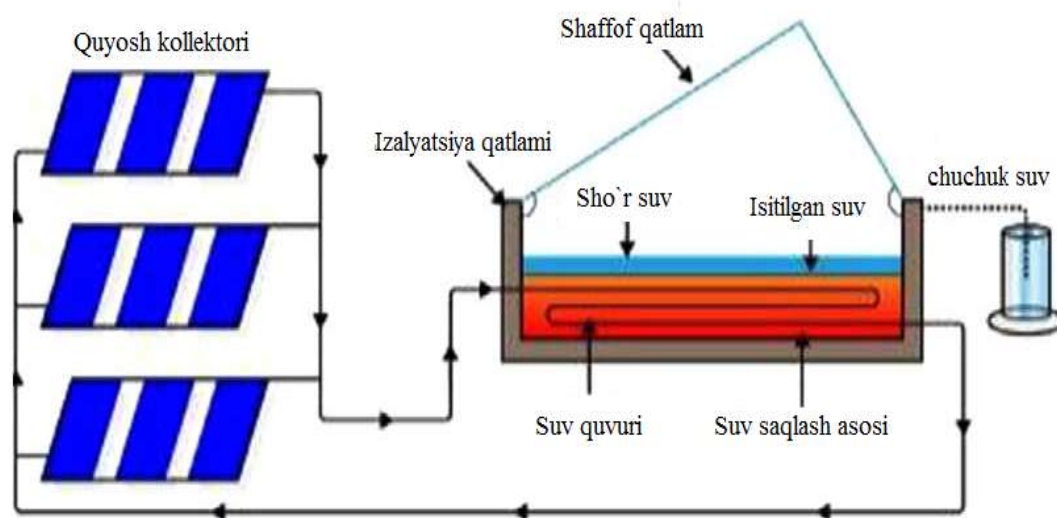
Bir bosqichli aktiv quyosh suv chuchitgichlari. Passiv qurilmalarning asosiy kamchiligi shundaki, bu qurilmalarda yagona issiqlik manbai sifatida quyosh nurlanish energiyasidan foydalaniladi. Bu kamchilikni bartaraf etish uchun aktiv qurilmalar ishlab chiqildi. Bunda suv haroratini oshirish uchun zarur bo'lgan issiqlik tashqi qurilmalardan olinadi va bu haroratning ko'tarilishiga, bug'lanish

tezligining oshishiga va qurilma samaradorligi oshishiga olib keladi. Aktiv quyosh suv chuchitgich sxemasi 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. Aktiv quyosh suv chuchitgich sxemasi

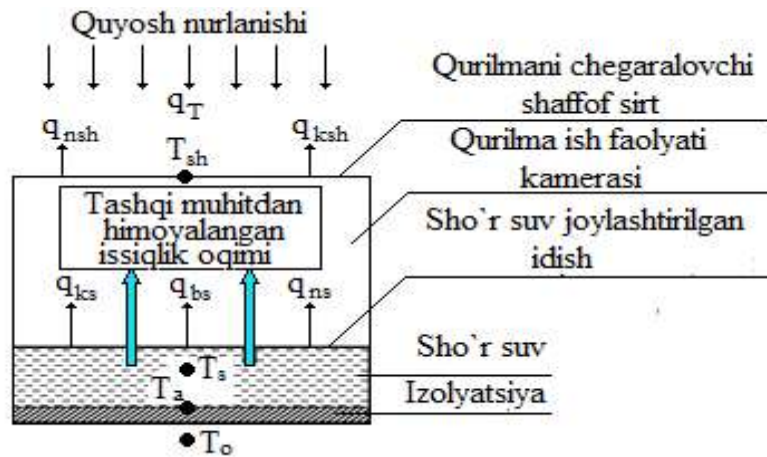
Parnik tipli quyosh suv chuchitgich qurilmasiga qo‘shimcha kollektotlar yordamida energiya berilishi hisobidan, qurilma samaradorligi oshirilgan. Qurilma 4-rasmga keltirilgan.



4-rasm. Kollektorga ulangan parnik tipli quyosh suv chuchitgich sxemasi

Quyosh suv chuchitgich qurilmasining harorat rejimini modellashirish.

Quyosh suv chuchitgich qurilmasining issiqlik balansi sxemasi 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm. Quyosh suv chuchitgich qurilmasining issiqlik balansi sxemasi

Tanlangan qurilma elementlaridagi issiqlik oqimlarining sxemasi asosida ushbu qurilmaning har bir elementi uchun issiqlik balansi tenglamalari keltirilgan.

Quyosh suv chuchitgich qurilmasi uchun issiqlik balansi tenglamalari quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi.

- yorug‘lik o‘tkazadigan shaffof qoplama uchun:

$$\alpha F_{sh} q_T + (h_b + h_k + h_n) F_{sh} (T_s - T_{sh}) = (h_{nsh} + h_{ksh}) F_{sh} (T_{sh} - T_o) \quad (1)$$

(1) tenglamada tenglikdan chap tomondagi birinchi had shaffof qoplamada quyosh nurlanishining yutilishini ifodalaydi. Ikkinchi had shaffof qoplama va chuchitgich ichidagi suv orasidagi konveksiya, nurlanish va massa almashish orqali issiqlik almashishni ifodalaydi. Tenglikning o‘ng tomonidagi had esa shaffof qoplama va atrof muhit orasida konveksiya va nurlanish yo‘li bilan issiqlik almashishni ifodalaydi.

- chuchitgich ichidagi sho‘r suv uchun:

$$c_s m_s \frac{dT_s}{dt} = (\tau \alpha)_{sam1} F_s q_T + h_{as} F_s (T_{as} - T_s) + (h_b + h_k + h_n) F_s (T_{sh} - T_s) \quad (2)$$

Bu tenglamaning chap tomonidagi had sho‘r suvda issiqlik akumulatsiyasini bildiradi. Tenglamaning o‘ng tomonidagi birinchi had sho‘r suvning quyosh nurlarini yutilishini bildiradi. Ikkinchi had sho‘r suv bilan chuchitgich asosi (tub qismi) orasidagi issiqlik almashishni ifodalaydi. Tenglamaning o‘ng tomonidagi uchinchi had esa o‘z navbatida sho‘r suv va shaffof qoplama orasida konveksiya, nurlanish va massa almashish orqali issiqlik almashishni ifodalaydi.

- chuchitgichning tub qismi uchun:

$$(\tau\alpha)_{sam2}F_{as}q_T = h_{as}F_{as}(T_{as} - T_s) + h_{qd}F_{as}(T_{as} - T_{qh}) \quad (3)$$

bunda T_s - chuchitgichdagi suvning harorati; T_{sh} - yorug'lik o'tkazadigan shaffof qoplamaning harorati; T_{as} - chuchitgichning tub qismining harorati; T_o - atrof muhitning harorati; h_b - bug'lanish yo'li orqali issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti; h_k - konveksiya orqali issiqlik almashish koeffitsiyenti; h_n - nurlanish yo'li orqali issiqlik almashish koeffitsiyenti; F_{sh} - chuchitgichning yorug'lik o'tkazadigan shaffof qoplamasining yuzasi; F_{as} - chuchitgich asosining yuzasi; F_s - suv bug'lanish sirtining yuzasi.

(3) tenglamaning chap tomonidagi had chuchitgich tubida quyosh nurlarini yutilishini bildiradi. Tenglikdan o'ng tomondagi birinchi had chuchitgich tubi va sho'r suv orasidagi konveksiya orqali issiqlik almashishni ifodalaydi. Tenglikning o'ng tomonidagi ikkinchi had o'z navbatida chuchitgich asosi va atrof muhit orasidagi issiqlik almashishni bildiradi.

Konveksiya, nurlanish va bug'lanish yo'li bilan issiqlik berish koeffitsiyentlari uchun hisoblash ifodalarini tanlash

Chuchitgichdagi suv va yorug'lik o'tkazadigan shaffof to'siq orasidagi konvektiv issiqlik berish koeffitsiyenti.

$$h_k = 0.884 \left[(T_s - T_{sh}) + (T_{qd} + 273) \frac{P(T_s) - P(T_{sh})}{268.9 \cdot 10^3 - P(T_s)} \right]^{1/3} \quad (4)$$

bunda,

$$P(T) = \exp \left(25.317 - \frac{5144}{T + 273} \right) \quad (5)$$

(5) tenglamadagi T ning o'rniga chuchitgich ichidagi havo haroratining qiymatini qo'yib ularning shu haroratdagi parsial bosimlarini aniqlanadi. (5) ga atrof-muhit harorati qo'yilganda atrof-muhitdagi suv bug'larining parsial bosimini aniqlash mumkin.

Chuchitgichdagi suv va yorug'lik o'tkazadigan shaffof to'siq orasidagi nurlanishli issiqlik berish koeffitsiyenti.

$$h_n = \varepsilon_{sam} \sigma [(T_s + 273)^2 + (T_{sh} + 273)^2] (T_s + T_{sh} + 546) \quad (6)$$

bunda, σ - Stefan-Bolsman doimiysi; ε_{sam} - sirlarning bir-biriga nisbatan effektiv qoralik darajasi (nurlanish koeffitsiyenti) va u quyidagicha aniqlanadi.

$$\varepsilon_{sam} = \left(\frac{1}{\varepsilon_{sh}} + \frac{1}{\varepsilon_s} - 1 \right)^{-1} \quad (7)$$

Chuchitgichdagi suv va yorug'lik o'tkazadigan shaffof to'siq o'rtasidagi bug'lanish yo'li orqali issiqlik berish koeffitsiyenti bo'lib bu sho'r suvning chuchitgich ichidagi havoga konvektiv issiqlik berish koeffitsiyenti orqali aniqlanadi

$$h_b = 16.273 \cdot 10^{-3} h_k \frac{P(T_s) - P(T_{sh})}{T_s - T_{sh}} \quad (8)$$

Chuchitgichda distillyat paydo bo'lishining dinamikasi.

$$M_b = \frac{q_b}{L} \times 3600 = h_b \frac{T_s - T_{sh}}{L} \times 3600 \quad (9)$$

bunda L- suvning solishtirma bug'lanish koeffitsiyenti. (9) tenglama chuchitgichda bir soatda hosil bo'lgan chuchuk suv massasini aniqlash imkonini beradi.

Atrof-muhit va yorug'lik o'tkazadigan shaffof to'siq o'rtasidagi nurlanish yo'li orqali issiqlik berish koeffitsiyenti

$$h_{nsh} = \frac{\varepsilon_{sh} \sigma (T_{sh}^4 - T_{ar}^4)}{T_{sh} - T_{ar}} \quad (10)$$

bunda, ε_{sh} - shaffof qoplamaning qoralik darajasi; T_{ar} - atrof-muhitning radiatsion harorati (osmon harorati) va u quyidagicha aniqlanadi

$$T_{ar} = T_o [0.711 + 0.0056 T_{shn} + 0.000073 T_{shn}^2 + 0.013 \cos(15t)]^{1/4} \quad (11)$$

Atrof-muhit va yorug'lik o'tkazadigan shaffof to'siq orasidagi konveksiya yo'li bilan issiqlik berish koeffitsiyenti

$$h_{ksh} = 2.8 + 3V \quad (12)$$

bunda V- shamol tezligi.

Qiya pog'onali quyosh suv chuchitgichining kun davomidagi o'rtacha soatlik foydali ish koeffitsiyenti quyidagi ifoda orqali aniqlanadi

$$\eta = \frac{M_b L}{q_t} \cdot 100\% \quad (13)$$

(13) tenglama qiya pog'onali quyosh suv chuchitgichining kun davomidagi o'rtacha soatlik foydali ish koeffitsiyenti qiymatlarini aniqlash imkonini bergani bilan bu tenglamadan chuchitilgan suv massasi va qurilmaga tushuvchi yig'indi quyosh nurlanishining qiymatiga mos holda oniy, kunlik va mavsumiy qiymatlarini ham aniqlash mumkin.



QUYOSH QURITGICHLARI

Quyosh quritgichlarining tuzilishi va ishlash tamoyillari

Qishloq xo'jalik mahsulotlari 60...90% gacha yuqori namlikka ega bo'ladi. Hosil yig'ib olingandan keyin g'ovaklarda bo'lgan erkin namlik tezda yo'qoladi. Qolgan namlik, odatda 30...40% bo'lib kimyoviy bog'langan bo'ladi. Qishloq xo'jalik mahsulotlarini uzoq muddatda saqlash uchun ularni muvozanatli namlikgacha (odatda 10...20% gacha) quritish talab etiladi, aks holda ular tez mog'orlanadi va chiriydi. Quritishni ochiq usulda ham bajarish mumkin. Ko'plab hududlarda qishloq xo'jalik mahsulotlarini tabiiy quritish, shu mahsulotlarni yer ustiga yoyib, ayvonga osib yoki tagiga joylashtirib quritiladi. Havodan himoyalangan holda quritilgan qishloq xo'jalik mahsulotlarida katta yo'qotish hosil bo'ladi, natijada to'liq qurimaydi, ifloslanish, mog'orlanish, qushlarning cho'qishi, hasharotlar orqali ifloslanishi, shamol ta'siri kabi omillar mahsulotga isrof sarfini oshiradi.

Quyosh quritgichlaridan foydalangan holda meva, sabzavot va boshqa turdagi mahsulotlarni quritish, mahsulot yo'qotilishini, hamda qurish vaqtini kamaytiradi va mahsulot sifatini yaxshilaydi, shu bilan birga vitaminlarni o'zida saqlab qoladi. Biroq qishloq xo'jaligida gelioquritgichdan foydalanish muddati juda kichik. Bazi hollarda bir yilda bir necha hafta ishlatilishi ham mumkin va bu tabiiyki, quyosh quritgichi iqtisodiy samaradorligini yuqori bo'lishini ta'minlamaydi. Hozirgi vaqtda bedani quritish uchun gelioquritgichdan foydalanish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq. Yog'och, baliqlarni quritish va kiyim yuvish xonalarida quyosh quritgichlaridan foydalanish yaxshi natijalar beradi.

Materiallarni quritish uchun mo'ljallangan quyosh qurilmalariga quyosh quritgichlari yoki gelioquritgichlar deyiladi.

Hozirgi vaqtda turli xil quyosh quritgich qurilmalari mavjud:

1) Bir necha kilogrammdan bir necha tonnagacha meva, sabzavot, don, guruch, kofe, choy, tamaki, paxta, o't va qurilish materiallarini quritishga mo'ljallangan qurilmalar.

2) Issiqlikni konvektiv va radiatsiyali usullarda berish; tabiiy yoki majburiy konveksiyali va shamollatishli qurilmalar.

3) "Issiq yashik" turidagi, kamerali, hajmiy, issiqxonali, issiqlik akkumulyatorli, passiv va aktiv va hk. qurilmalar.

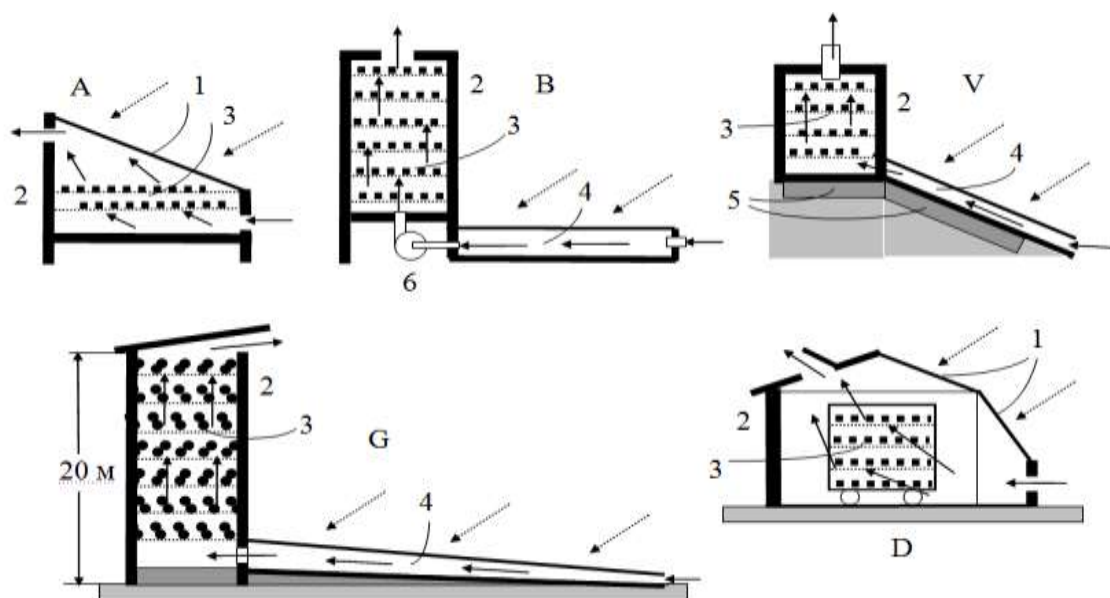
4) Xususiy va ishlab chiqarishda foydalanish uchun, statsionar va ko'chma qurilmalar.

Quyosh quritgichlari asosan shaffof qatlam, havo aylanishini taminlovchi tirqishlar, quritiladigan maxsulot uchun joy va devorlardan iborat bo'ladi. Quritgich qurilmalarining ishlash rejimi quyidagicha: quyosh nurlari shaffof qatlamdan o'tadi va ichki havo hamda quritgich elementlari tomonidan yutiladi. Yutilgan energiya issiqlikka aylanadi va quritgich temperaturasi shu energiya hisobiga shakllanadi. Qurilmaning pastki tirqishlaridan kirgan temperaturasi past bo'lgan havo oqimi quritgich ichiga kirib temperaturasi oshadi shu bilan birgalikda quritish uchun qo'yilgan maxsulotning namligini ham bug'latib yuqoridagi tirqishdan olib chiqadi.

Quritgichlarning shaffof qatlamlari sifatida odatda polietilen plyonka, shisha oyna hamda plastmassa mahsulotlaridan foydalaniladi.

Quyosh quritgichlarining har xil turlari bo'lib ularning bir-biridan materialning issiqlik o'tkazish koeffitsiyentlari va quritilgan maxsulotning hajmi bilan farqlanadi.

Quritgich devorlari asosan issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari juda kichik bo'lgan moddalardan yasaladi.



1-rasm. Turli xil quyosh quritgichlarining sxemalari: A-"issiq yashik" turdagi; B-kamerali; V-kamerali issiqlik akkumulyator bilan;

G-hajmiy; D-issiqxona turdagi;

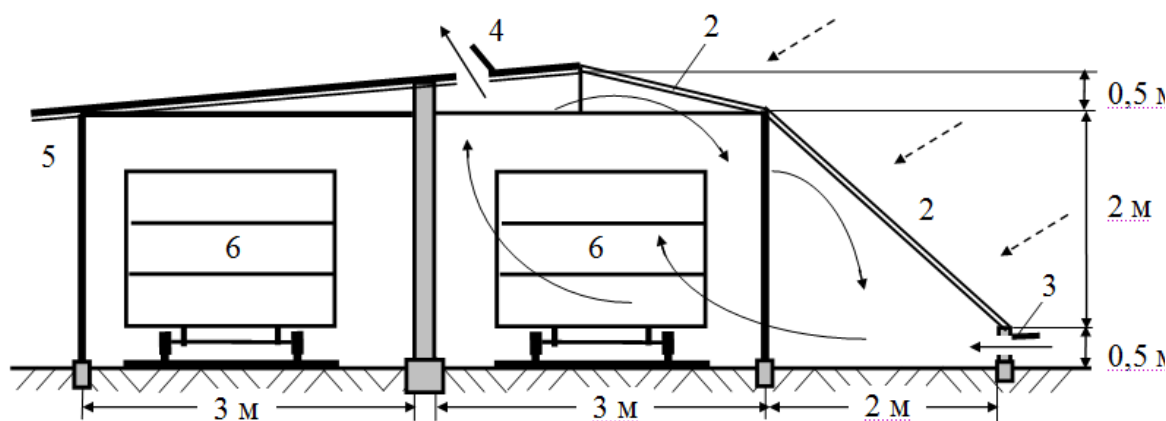
1-shaffof to'siq; 2-quritish kamerasi; 3-quritish materiali; 4-quyosh kollektori; 5-issiqlikni akkumulyatsiyalovchi qatlam; 6-ventilyator

Radiatsiyali-konvektiv gelioquritgichlarda shaffof qoplamadan o'tgan quyosh radiatsiyasi kameradagi quritish materiali va havoni qizdiradi (1-A,D rasm). Suvni bug'lantirish uchun zarur bo'lgan issiqlik nurlanish va konveksiya bilan beriladi. Qizigan havo quritish materiali atrofidan o'tib undan bug'langan namlikni olib ketadi.

Konvektiv gelioquritgichlarda havo quyosh kollektorida qizdiriladi va tabiiy yoki majburiy so'rish orqali quritish kamerasiga uzatiladi (1-B-G rasm). Qizigan havo quritish materiali atrofidan o'tib, namlikni bug'lantirish uchun issiqligini beradi hamda bug'langan namlikni olib ketadi.

Gelioquritgichlarda ham issiqlikni akkumulyatsiyalash usullari ishlatiladi. Issiqlik akkumulyatori sifatida kollektor va kamera ostidagi tuproq qatlamlaridan foydalanish eng sodda usullardan bo'lib hisoblanadi. Kunduzgi vaqtda quyosh radiatsiyasi issiqligining bir qismi issiqlik o'tkazuvchanlik orqali kollektor va kamera ostidagi tuproq qatlamlariga uzatadi. Tungi paytda esa - havoni qizdirish uchun qaytariladi.

Gelioquritgichning konstruksiyasi uning soddaligi, arzonligi va avtonomligi bilan asoslanib tanlab olinadi. 2-rasmda gelioquritgichning sxemasi keltirilgan.



2-rasm Gelioquritgichning ko'ndalang kesim sxemasi:
1-quritish kamera-havoisitgich, 2-shishali qoplama, 3-quyi va 4-yuqori ventilyatsiyali tirqish, 5-ayvon, 6-arava-stellajlar

Quritish kamera-havoisitgichning shishali (nurlanishni qabul qiluvchi) qiya sirtlar janubga yo'naltirilgan. Shimoliy (orqa) va yonboshdagi devorlar g'ishdan terilgan. Shimoliy ship yopmasi issiqlik

izolyatsiyaga ega. Quritish kameraning bunday tuzilishi issiqlik yo‘qotishlarni kamaytiradi, issiqlik inersiyaligini oshiradi. Oldingi pastki devorda va ship yopmasining shimoliy qismida ventilyatsiyali tirqish o‘rnatilgan: pastdan havoni kiritish, yuqoridan esa havoni chiqarish darchalar mavjud. Aravachalardagi stellajlarda quritilishi kerak bo‘lgan mahsulotlar joylashtiriladi. Qurilma va uning o‘lchamlari 2- rasmdagi sxemaga keltirilgan.

Quritish jarayonlarida issiqlik mahsulotni qizdirish, namlikni bug‘lantirish va bug‘langan suvni quritish kamerasidan chiqorish uchun sarflanadi. Suvni bug‘lantirish issiqlik tashuvchi-havoning sovishi bilan sodir bo‘ladi. Quritish jarayonining issiqlik balansini quyidagicha ifodalash mumkin.

$$m_n(r + \Delta r) = pc_p V_x (t_i - t_m); \quad (1)$$

bu yerda m_n - bug‘langan namlikning massasi, kg

$r, \Delta r$ - bug‘lanish va bog‘langan suvni erkin suvga aylantirish issiqligi, J/kg;

ρ - havoning zichligi, kg/m³;

c_p - solishtirma issiqlik sig‘imi, J/(kg K);

V_x - havoning hajmi, m³;

t_i, t_m - kameradagi havo va quritish materialining temperaturalari, °C.

Gelioquritgichlarda havoning temperaturasi $t_x=40...70$ °C tashkil etadi. Quritiladigan ho‘l mahsulotning namligi W (nisbiy namlik) va namlik miqdori U (absolyut namlik) bilan tavsiflanadi:

$$W = \frac{(m-m_o)}{m_o}; \quad U = \frac{(m-m_o)}{m_o}; \quad W = \frac{U}{U+1}; \quad (2)$$

bu yerda m, m_o - ho‘l va absolyut quruq materiallarning massalari, kg. Namlik W va namlik miqdori U kg/kg yoki % lar bilan ifodalanadi.

Quritilgandan keyin materialning massasi quyidagiga teng bo‘ladi

$$m_k = m - m_s. \quad (3)$$

U holda namlik va namlik miqdori quyidagicha bo‘ladi

$$W_k = \frac{(m_k-m_o)}{m_o}; \quad U_k = \frac{(m_k-m_o)}{m_o} \quad (4)$$

Mahsulotni uzoq muddatda saqlash uchun materialning namligi - W_k muvozanatli - W_m namlikdan oshmasligi zarur, ya’ni quyidagi shart bajarilishi lozim

$$W_k \leq W_m \approx 10...20\% \quad (5)$$

Mahsulotning muvozanatli namligi mahsulot turiga va mahsulot saqlanadigan muhit havosining namligiga bog'liq.

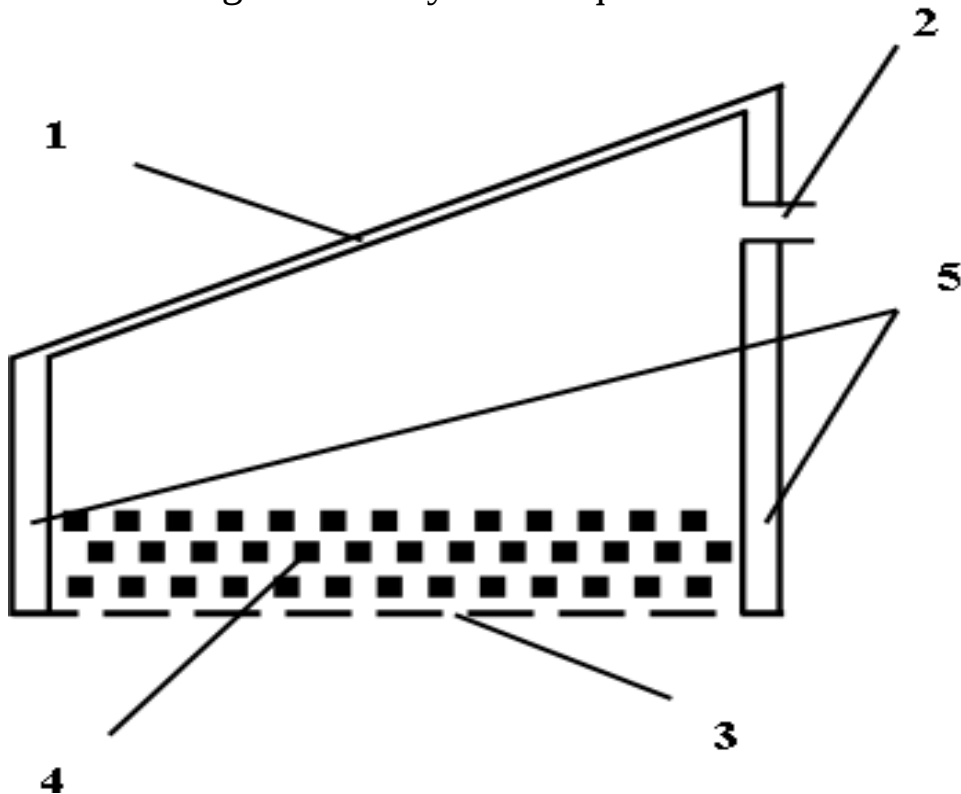
(3) shart bajarilishi uchun bug'lantirishga zarur bo'lgan namlikning massasi (2)-(3) formulalar bo'yicha aniqlanadi.

$$m_s = m(1 - W_m) - m_0 \quad (6)$$

Shunday qilib, gelioquritgichlarni loyihalash masalasi asosan m , t_x , W_k kattaliklar ma'lum bo'lgan holda (1), (2)-(4) formulalar bo'yicha quritish kamerasining V_x hajmini aniqlashdan iborat bo'ladi.

Quyosh quritgichining issiqlik rejimini matematik modellashtirish

Quyosh quritgichlarining issiqlik rejimini matematik modellashtirish uchun qarayotgan tizimning har bir elementi uchun issiqlik balansi tenglamalarini yozib chiqamiz:



3-rasm. Quyosh quritgichining umumiy ko'rinishi: 1-shaffof shisha; 2,3-havo aylanishini taminlovchi tirqish; 4-quritiladigan maxsulot uchun joy; 5-yon devorlar.

- qurilmada joylashtirilgan mahsulot tarkibidagi suv miqdori uchun

$$h_{af}(T_a - T_f) = h_{fc}(T_f - T_c) \quad (7)$$

- quritgich ichidagi havo uchun

$$(h_{cc} + h_{ec}) \cdot (T_c - T_{ch}) \cdot A_p = h_s \cdot A_s \cdot (T_{ch} - T_a) + C_d \cdot A_v \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta H} \cdot \Delta P \quad (8)$$

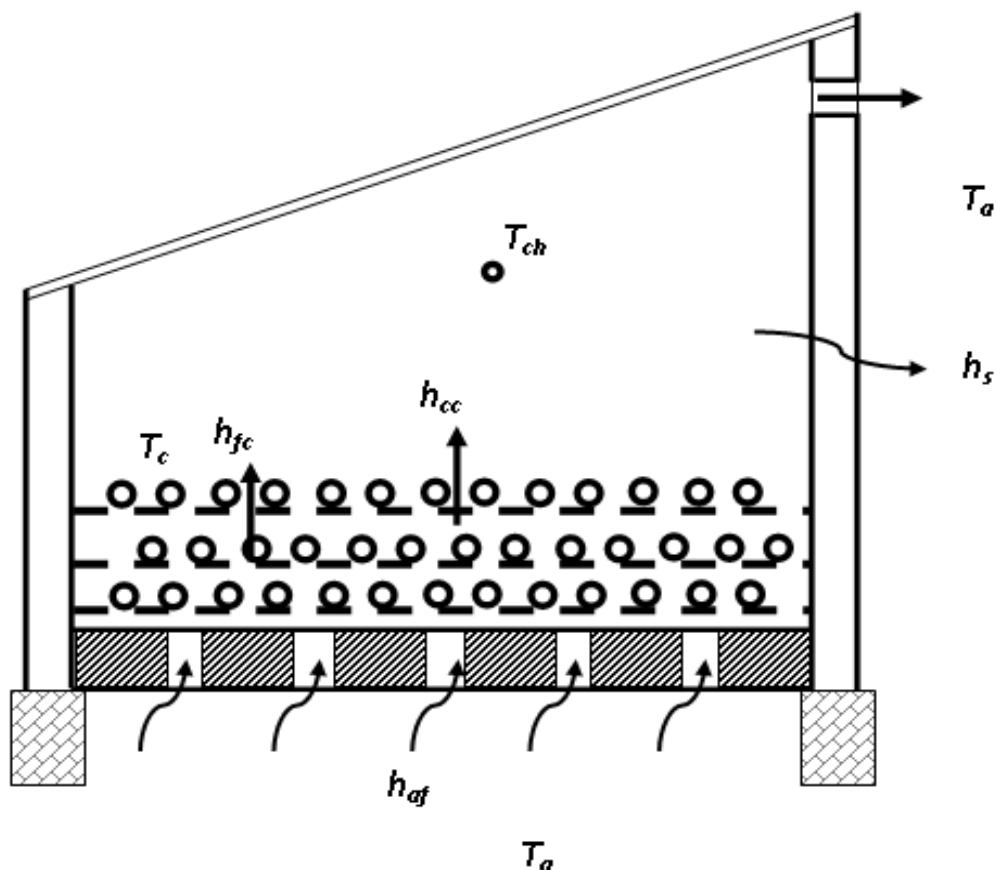
bunda,

$$\Delta P = [P(T_{ch}) - \gamma P(T_a)] \quad (9)$$

$$\Delta H = \frac{\Delta P}{\rho_a g} \quad (10)$$

- quritish uchun qo'yilgan maxsulot uchun

$$M_c \cdot C_c \cdot \frac{dT_c}{dt} + h_{cc} \cdot A_p \cdot (T_c - T_{ch}) + h_{ec} \cdot A_p \cdot (T_c - T_{ch}) = h_{fc} \cdot A_p \cdot (T_f - T_c) + \tau \cdot \alpha \cdot I_T \cdot F_c \quad (11)$$



2.1.2-rasm. Qurilmaning issiqlik sxemasi.

Yuqorida keltirilgan tenglama va qurilmaning issiqlik sxemasida keltirilgan parametrlar va kattaliklar:

h_{fc} -maxsulotning bir-biriga nisbattan konvektiv issiqlik almashinish koeffitsiyenti; h_{cc} -kabinet ichidagi havo bilan maxsulot orasidagi issiqlik almashinish koeffitsiyenti; h_{fa} -mevaning atrof bilan issiqlik almashinish koeffitsiyenti; h_{ec} -bug'lanish yo'li bilan issiqlik almashinish koeffitsiyenti; C_d -diffuziya koeffitsiyenti; A_v -tirqish yuzasi; A_s -yon devorlarining yuzasi; ΔP -qurilma ichidagi va atrofda bosimlar farqi; ΔH -tirqishlar orasidagi masofa; C_c -maxsulotning solishtirma issiqlik sig'imi;

Keltirilgan tenglamalarni ayirmali sxemalarga keltiramiz:

(7) ifodadan T_f -topiladi:

$$T_f = \frac{h_{af} T_a}{h_{af} + h_{fc}} + \frac{h_{fc} T_c}{h_{af} + h_{fc}} \quad (12)$$

(8) ifodadan T_{ch} -topamiz:

$$T_{ch} = \frac{h_{cc} T_c A_p + h_{ec} T_c A_p + h_s A_s T_a - C_d A_v \sqrt{2g\Delta H \Delta P}}{h_s A_s + h_{cc} A_p + h_{ec} A_p} \quad (13)$$

(13) tenglamaga belgilash kiritiladi:

$$h_{cc} A_p + h_{ec} A_p = B \quad (14)$$

Belgilash kiritilgandan so'ng (13) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$T_{ch} = \frac{B T_c + h_s A_s T_a - C_d A_v \sqrt{2g\Delta H \Delta P}}{h_s A_s + B} \quad (15)$$

(15) va (12) tenglamalarni (11) ifodaga keltirib qo'yamiz:

$$M_c C_c \frac{dT_c}{dt} = h_{fc} A_p T_f - (h_{fc} A_p + h_{cc} A_p + h_{ec} A_p) T_c + (h_{cc} A_p + h_{ec} A_p) T_{ch} + \tau \alpha \cdot I_T A_c \quad (16)$$

$$\begin{aligned} M_c C_c \frac{dT_c}{dt} = & \frac{h_{af} h_{fc} A_p}{h_{af} + h_{fc}} T_a + \frac{h_{fc}^2 A_p}{h_{af} + h_{fc}} T_c - (h_{fc} A_p + B) T_c + \\ & + \frac{T_c B^2 + h_s A_s T_a B - C_d A_v \sqrt{2g\Delta H \Delta P} B}{h_s A_s + B} + \tau \alpha \cdot I_T A_c \end{aligned} \quad (17)$$

Oxirgi tenglamani differensiallab $T_c^{\tau+\Delta\tau}$ ni aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} T_c^{\tau+\Delta\tau} = & \frac{T_c^{\tau} + \left(\frac{h_{af} h_{fc} A_p}{h_{af} + h_{fc}} + \frac{h_s A_s B}{h_s A_s + B} \right) \cdot \Delta t}{M_c C_c} \cdot T_a - \frac{C_d A_v \sqrt{2g\Delta H \Delta P} \Delta t}{M_c C_c (h_s A_s + B)} + \frac{\tau \alpha I_T A_c \Delta t}{M_c C_c} \\ & 1 - \frac{\left(\frac{h_{fc}^2 A_p}{h_{af} + h_{fc}} - h_{fc} - B - \frac{B^2}{h_s A_s + B} \right) \cdot \Delta t}{M_c C_c} \end{aligned} \quad (18)$$

(18) ifodadan mahsulotning kun davomidagi temperaturasining o'zgarishini aniqlanadi. Ifodadan ko'rinib turibdiki, qurilma ichida joylashtirilgan mevaning temperaturasi atrof temperaturasiga, tushayotgan quyosh nurlanish issiqligiga va boshqa bir qator parametrlarga bog'liq.



QUYOSH ISSIQXONALARI

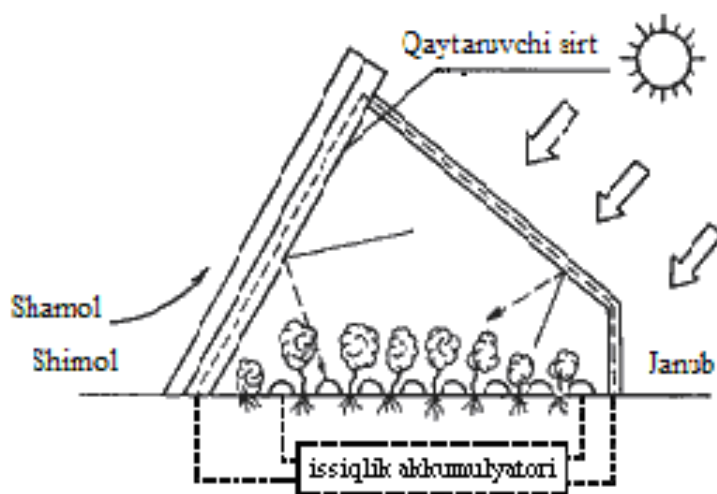
Quyosh issiqxonalari asosan shaffof qatlam, akkumulyator va devorlardan iborat bo‘ladi. Issiqxonaning ish tamoyili “Qora quti” ish tamoyili bilan bir xil ya’ni, quyosh nurlari shaffof qatlamdan o‘tadi va ichki havo hamda issiqxona elementlari tomonidan yutiladi. Yutilgan energiya issiqlikka aylanadi. Issiqxona temperaturasi shu energiya hisobiga shakllanadi.

Issiqxonalarning shaffof qatlamlari sifatida odatda polietilen plenka, shisha oyna hamda plastmassa mahsulotlaridan foydalaniladi.

Issiqlik akkumulyatorlari sifatida solishtirma issiqlik sig‘imi katta bo‘lgan moddalar, masalan oddiy suv, toshlar, evtektik muhitlar, qishloq xo‘jaligi chiqindilaridan foydalanish mumkin.

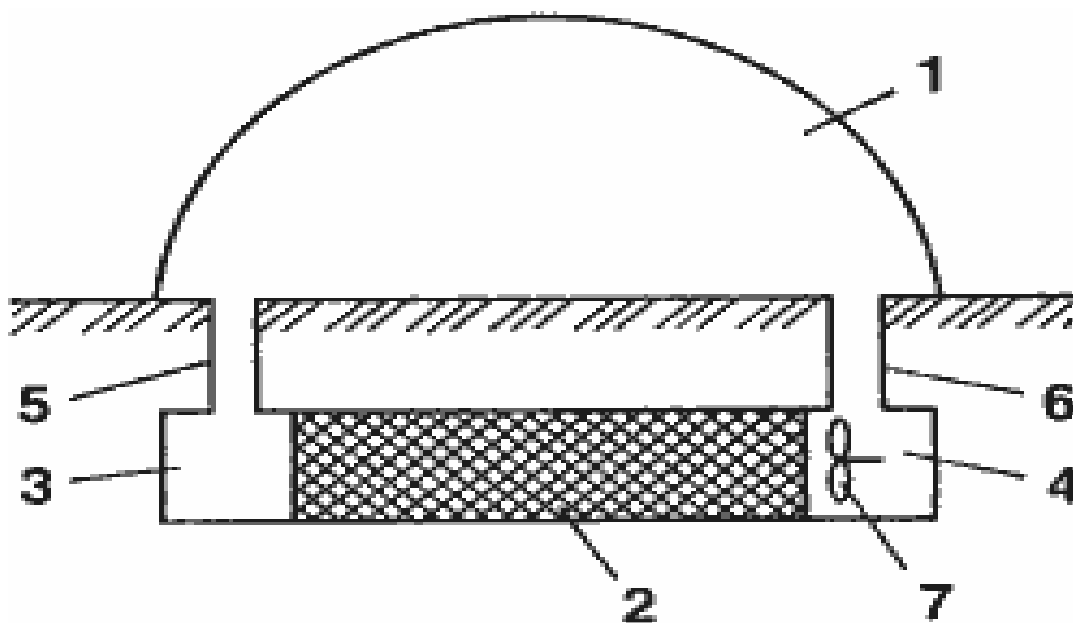
Issiqxona devorlari asosan issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentlari juda kichik bo‘lgan moddalardan yasaladi.

Istalgan turdagi issiqxonaning shaffof qatlami yuzasi shaffof bo‘lmagan qatlami yuzasidan katta bo‘ladi. Bunday qurilmalarda quyosh nurlarini qabul qilish va uni issiqlikka aylantirish muammo bo‘lmasdan, aksincha issiqlikni saqlab qolish muammodir.



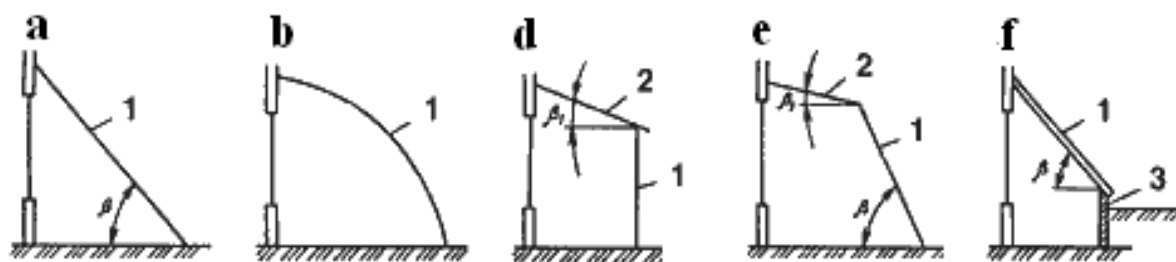
1-rasm. Ishchi holatdagi quyosh issiqxonasi.

1-rasmda keltirilgan quyosh issiqxonasining asosiy g'oyasi yerni isitishdan iborat. Issiqlik akkumulyatori yer ostida joylashtirilgan bo'lib, ichki havo bilan quvurlar orqali bog'langan. Akkumulyatorga issiqlik qaytaruvchi sirt ta'siridagi tuproq qatlami hamda quvurlar orqali uzatiladi.



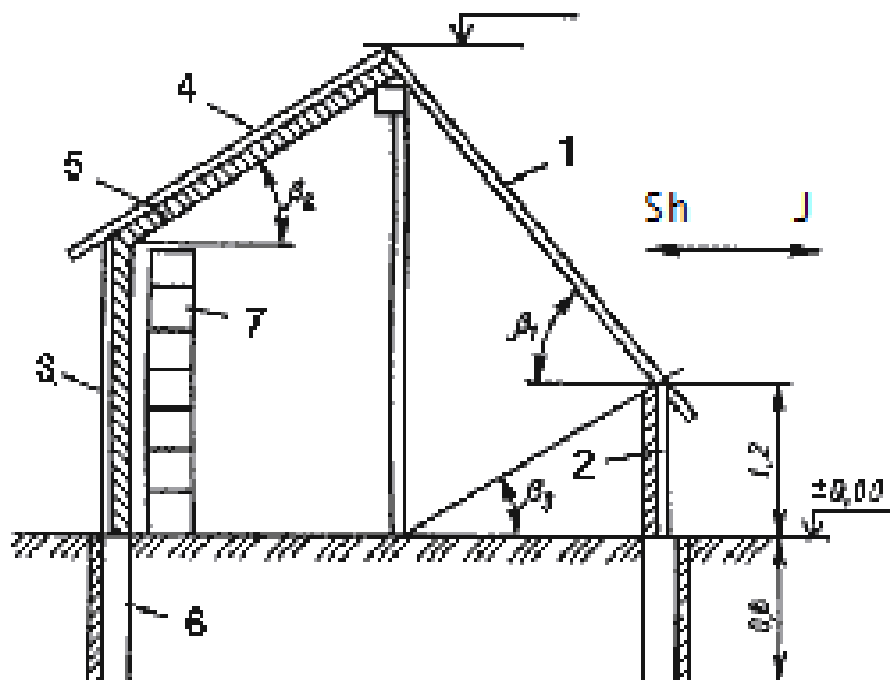
2-rasm. 1- quyosh issiqxonasi; 2-akkumlyator; 3,4-havo yo'llari; 5,6- quvurlar; 7 - ventilyator

2-rasmda kichik gabaritli quyosh issiqxonasining prinsipial sxemasi keltirilgan. Bu issiqxonaning issiqlikdan himoya tizimi mukammal bo'lmay asosan kuz va bahor fasllarida foydalanishga mo'ljallangan.



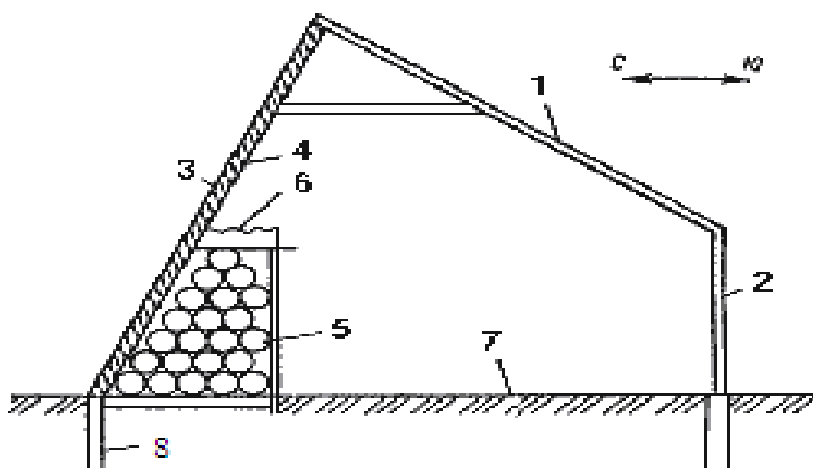
3-rasm. Quyosh issiqxonasi modellarining pirinsipial ko'rinishi. a- qiya shaffof devor; b- silindirsimon shaffof devor; d- qiya tomli vertikal shaffof devor; e- oldingi shaffof qiya devor; f- oldingi devor isiqlikdan himoya qilingan. 1- shaffof izolyatsiya; 2- shaffof qiyalik; 3- issiqlikdan izolatsiyalangan ovalsimon devor.

3-rasmda quyosh issiqxonalarining bir necha xil variantlari keltirilgan bo‘lib, foydalanish maqsadiga qarab ixtiyoriy birini tanlash mumkin.



4-rasm. 1-Shaffof izolyatsiya; 2- issiqlikdan izolyatsiyalangan old devor; 3- issiqlikdan himoya qilingan orqa devor; 4- tom; 5- issiqlik himoya; 6- issiqlikdan himoya qilingan asos; 7- issiqlik akkumliyatori.

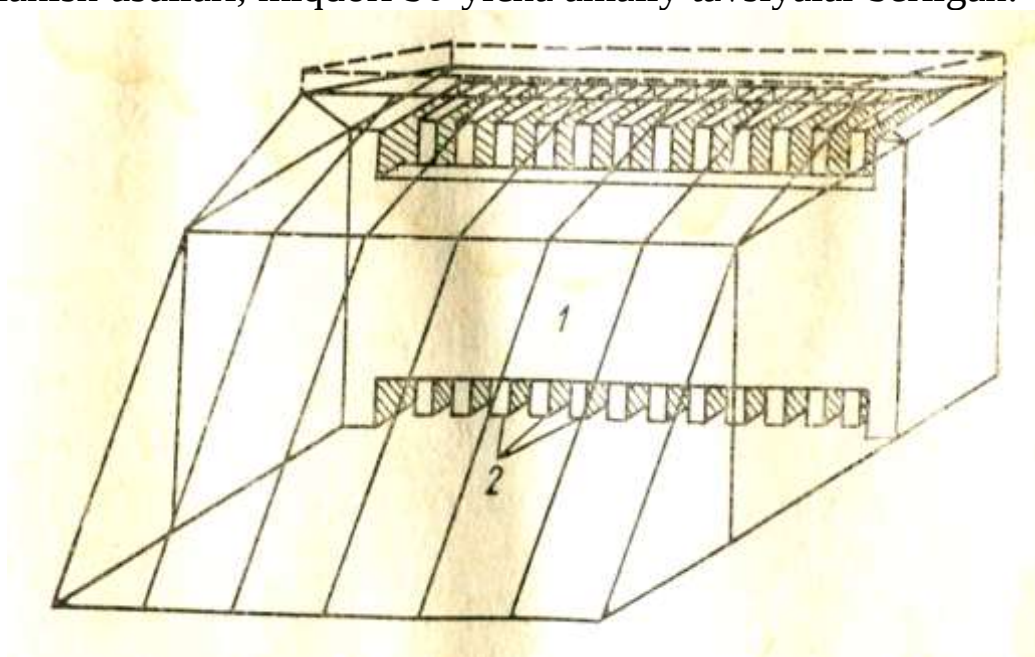
4-rasmda qishda foydalanish uchun mo‘ljallangan quyosh issiqxonasining prinsipial ko‘rinishi keltirilgan. Issiqxonaning izolyatsiya qismi juda mukammal qurilgan bo‘lib shimoliy devorga suyak qo‘yilgan issiqlik akkumulyatorlari kun davomida quyosh nurlarini yutib, tungi yoki bulutli vaqtlarda temperaturani talab darajasida ushlab turishga xizmat qiladi. Bu issiqlik akkumulyatorlari kunduzi issiqlik diskomfortini oldini olishga ham xizmat qiladi. Issiqlik akkumulyatori sifatida ushbu issiqxonada solishtirma issiqlik sig‘imi katta bo‘lgan suyuqliklardan foydalanilgan. Janubiy qiyalikni ta‘minlash uchun hosil bo‘lgan β_1 burchak, joyning geografik kengligiga qarab tanlanadi.



5-rasm. 1-Shaffof izolyatsiya ; 2- janubiy devor; 3- orqa devor;
4- issiqlik himoyasi; 5- shag‘alli akkumulyator; 6- ko‘chat
ekiladigan quti; 7- tuproq; 8- issiqlikdan izolyatsiyalangan asos.

5-rasmida keltirilgan issiqxonada qattiq jismli akkumulyatorlardan foydalanilgan. Bu issiqxona ham asosan qish paytlarida foydalanish uchun mo‘ljallangan bo‘lib, akkumulyatorlar issiqxonaning shimoliy devoriga o‘rnatilgan.

Buxoroda Yu.N.Yoqubov tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqotlar natijasida quyosh issiqxonalarining bir necha turlari taklif etilgan. Issiqxonalarda issiqlik akkumulyatorlaridan foydalanish, foydalanish usullari, miqdori bo‘yicha amaliy tavsiyalar berilgan.

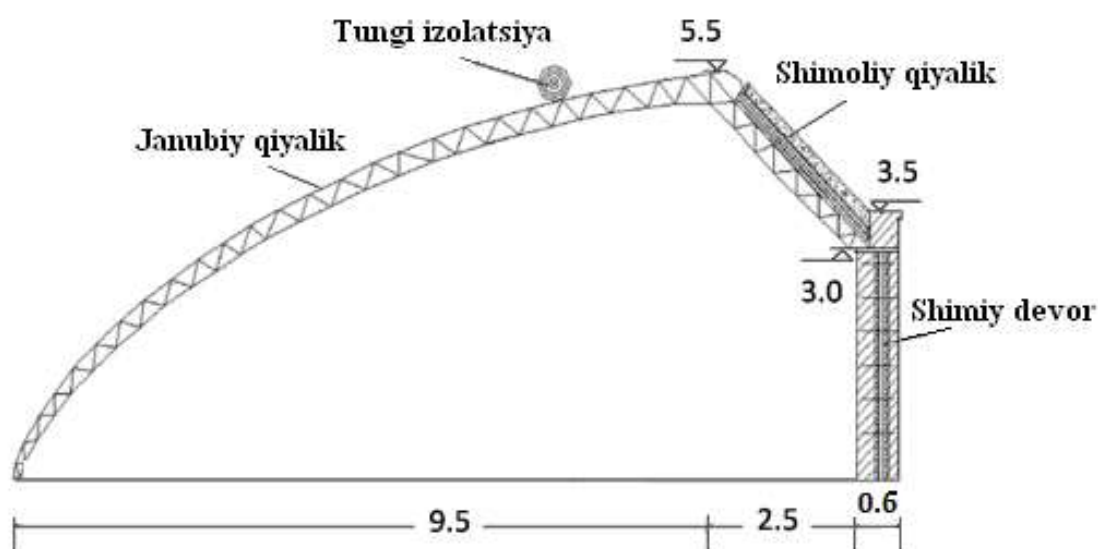


6-rasm. Tajribaviy issiqxonaning umumiy ko‘rinishi

6-rasmda tajribadan o'tkazilgan gelioissiqxonaning umumiy ko'rinishi keltirilgan. O'tkazilgan nazariy va amaliy tadqiqotlar ko'rsatishicha, atrof temperaturasi 0-5°C atrofida o'zgarganida, issiqxona ichidagi havo temperaturasi 10°C atrofida bo'ladi.

- issiqxonalarning konstruktiv tuzilishi;
- izolyatsiya materiallari va issiqlik akkumulyatorlarining moddalari va o'lchamlarining yangi turlarini kashf qilish;
- issiqxona ichida bo'layotgan fizik jarayonlarni matematik modellashtirish;
- yaratilgan matematik modellar uchun dasturiy ta'minotlar yaratish.

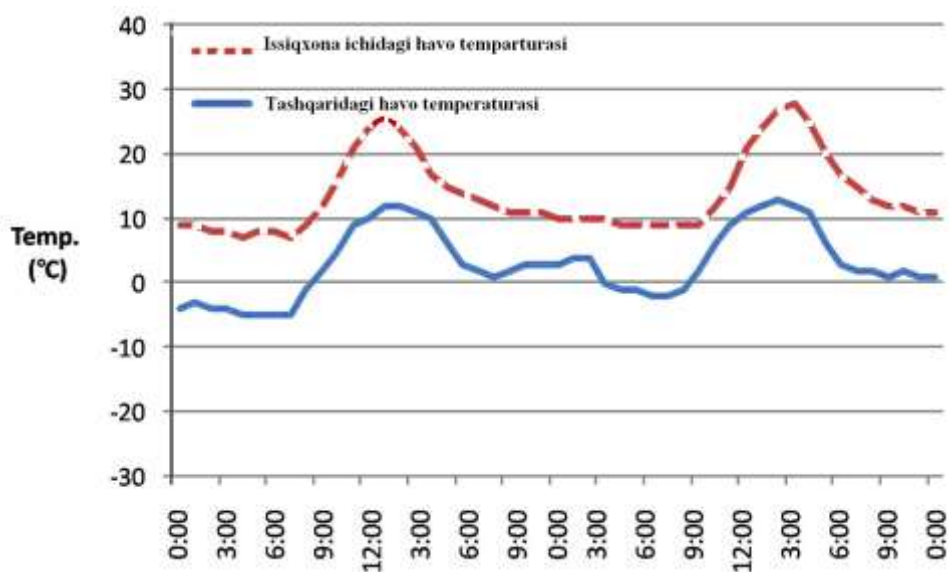
7-rasmda Xitoy uslubidagi issiqxonaning umumiy ko'rinishi keltirilgan. Mualliflar tomonidan issiqxona bo'yicha nazariy va amaliy tadqiqotlar olib borilgan. Nazariy tadqiqotlar asosan Navye-Stoks tenglamalarini yechish orqali amalga oshirilgan.



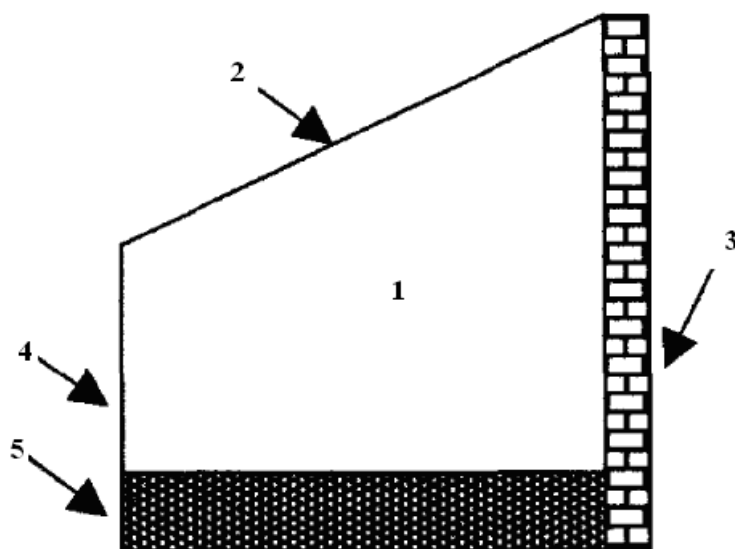
7-rasm. Issiqxonaning Xitoy uslubi.

O'tkazilgan nazariy tadqiqotlar natijasida quyosh issiqxonasi ichidagi temperatura rejimi, havo troyektoriyasi hamda izotermalar aniqlangan. Nazariy hisoblashlar Fluent 6.1 dasturiy ta'minotida bajarilgan. Masala vaqt va ikki o'lchamli fazo doirasida qaralgan.

8-rasmda o'tkazilgan tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Unga ko'ra atrof temperaturasi -5-10 °C atrofida o'zgarsa issiqxona ichidagi havo temperaturasi +5-25°C oralig'ida bo'ladi.

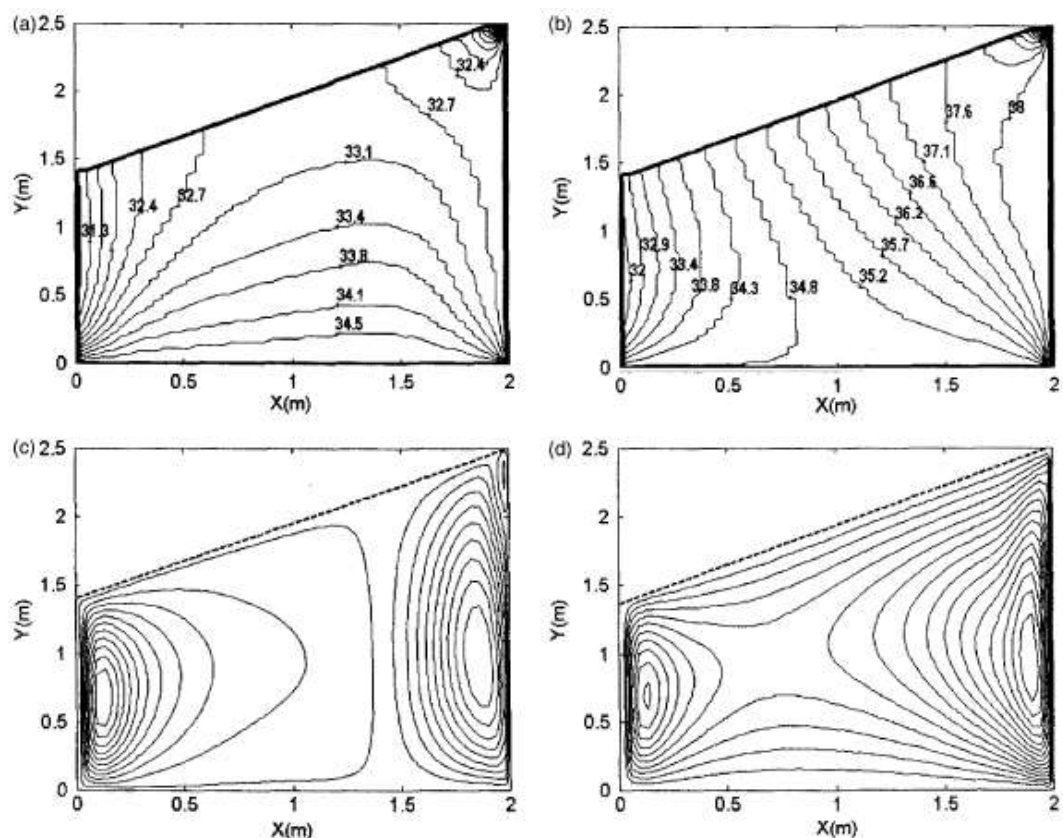


8-rasm. Xitoy uslubidagi issiqxona ichki havosi temperaturasi-ning kunlik o‘zgarishi.

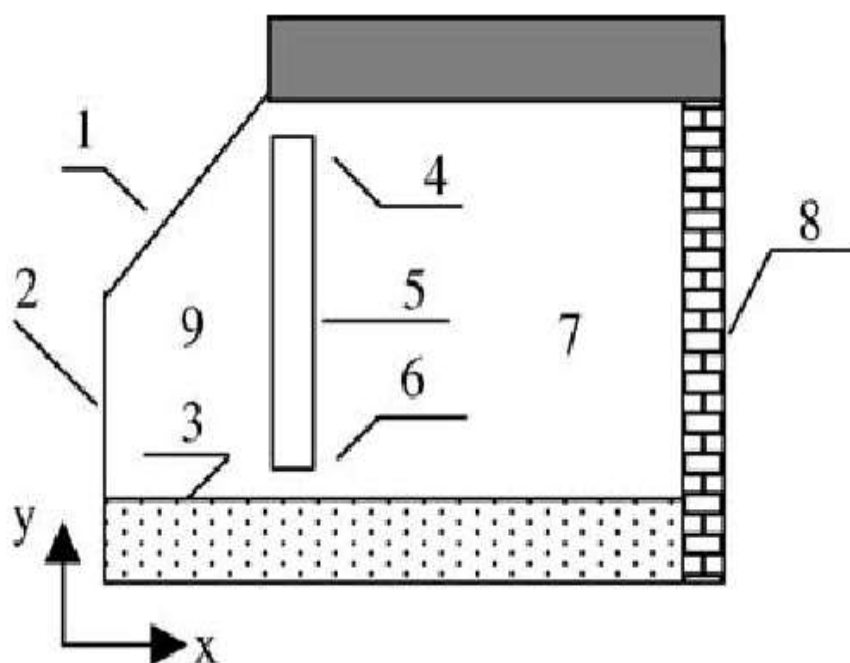


9-rasm. Quyosh issiqxonasining umumiy ko‘rinishi. 1-issiqxona havosi; 2-yuqorigi shoffof qiyalik; 3-shimoliy devor; 4-janubiy devor; 5-tuproq.

Quyosh issiqxonasining umumiy ko‘rinishi 9-ramda keltirilgan. Ushbu qurilma ustida nazariy tadqiqotlar olib borilgan bo‘lib, asosiy e‘tibor Navye-Stoks tenglamalarini yechishga qaratilgan. Turbulentlik holatlari $k-\varepsilon$ modeldan foydalangan holda amalga oshirilgan. Hisoblash uchun SIMPLER algoritmidan foydalanilgan.



10-rasm. Issiqxonadagi izotermalar (a,b) va havo troyektoriyalari (c,d)

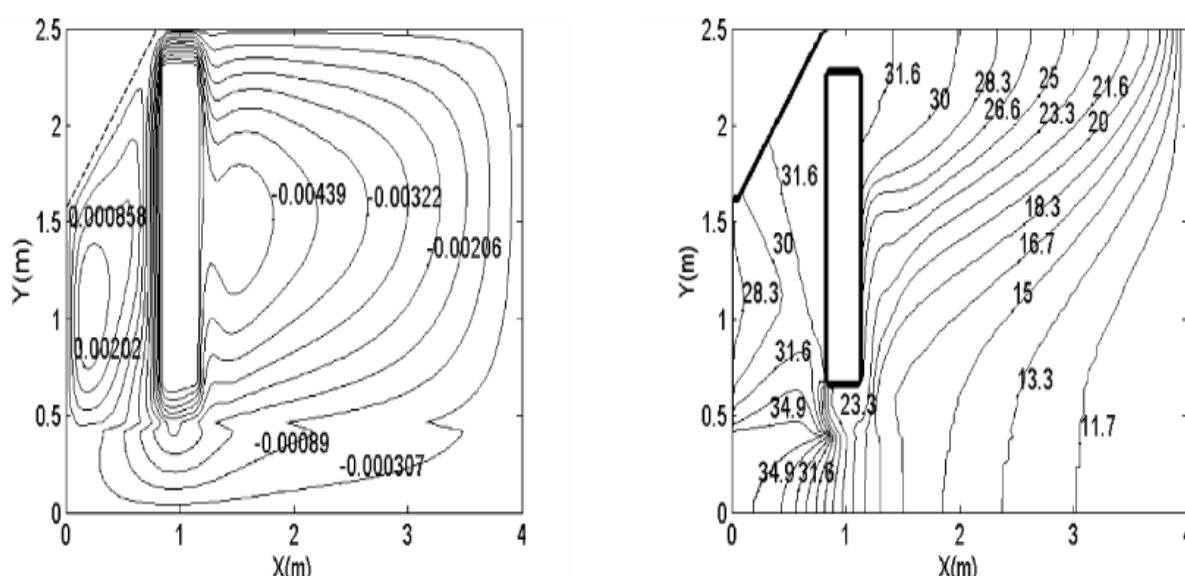


11-rasm. Issiqlik akkumulyatorli quyosh issiqxonasining prinsipial koʻrinishi: 1-yuqorigi shaffof qiyalik; 2-janubiy shaffof devor; 3-

tuproq; 4,6- havo aylanuvchi tirgishlar; 5- iisqlik akkumulyatori; 7- xona havosi; 8-shimoliy devor.

Issiqlik akkumulyatorli quyosh issiqxonasining prinsipial ko‘rinishi 11-rasmda keltirilgan bo‘lib. Issiqlik akkumulyatori sifatida qattiq jisimli evtektik muhitlar ishlatilgan. Bu ishda ham matematik modellash tirishda Navye-Stoks tenglamalari yechilgan. Hisoblash algoritmi S.V.Patankar kashf etgan SIMPLER olingan. Ayirmali hajmlar usulidan foydalanishda 128x148 hajmlar to‘plami olingan.

12-rasmda havo troyektoriyasi(a) va izotermalar(b) keltirilgan.

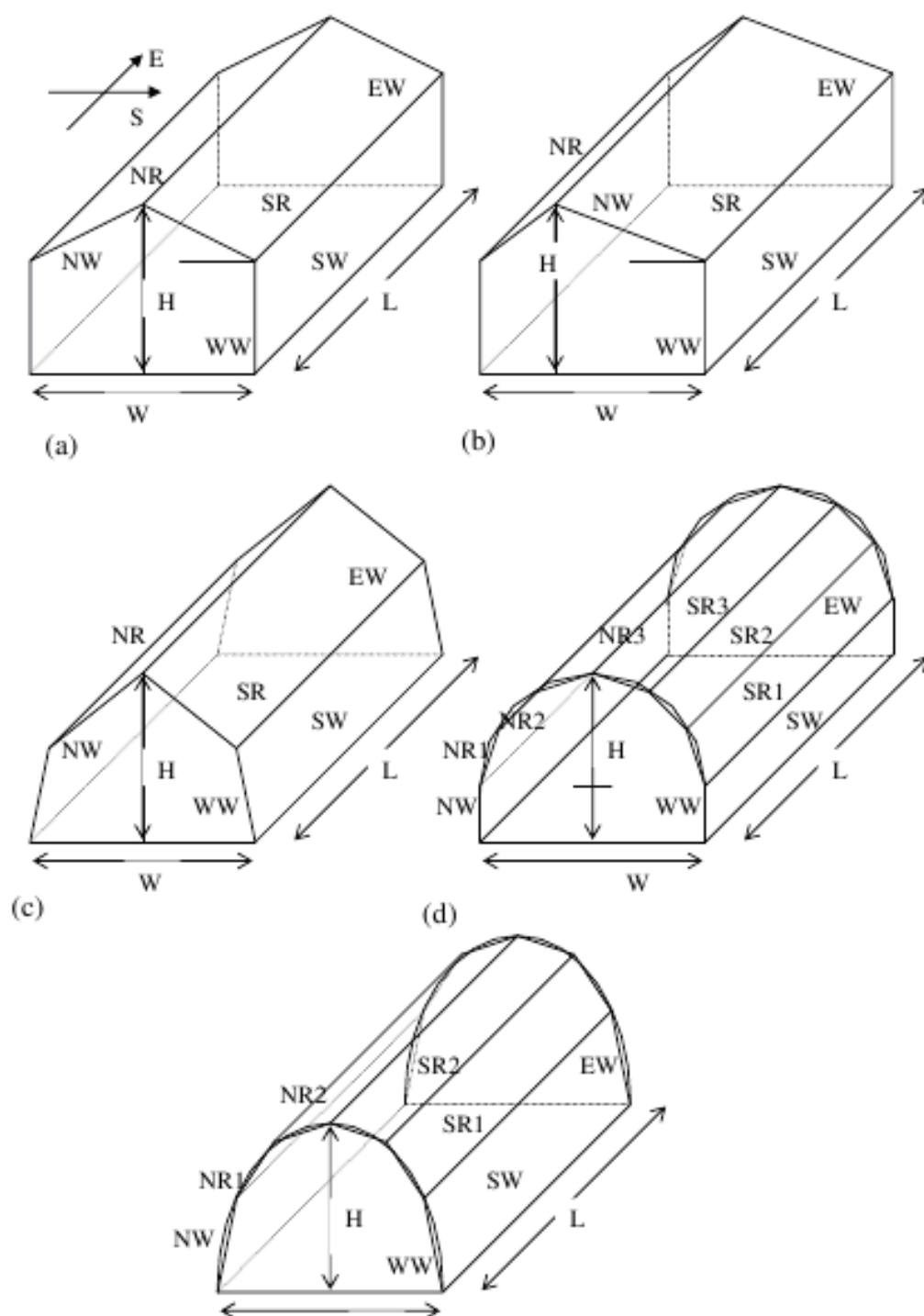


12-rasm. Issiqxonada havo troyektoriyasi(a) va izotermalar(b)

Ma'lumki, Navye-Stoks tenglamalarini yechish uchun avvalo, chiziqli bo'lmagan differensial tenglamalar sistemasi, ayirmali sxemalar orqali algebraik tenglamalar sistemasiga o'tadi. Hosil bo'lgan algebraik tenglamalar sistemasi ham nochizig'iy bo'ladi. Bunday tenglamalar sistemasini aniq usullar bilan yechish imkoni mavjud emas. Shu sababli, ketma-ket yaqinlashish yoki iteratsiya usulidan foydalanamiz. Iteratsion usullarning turlari juda ko'p bo'lib, yaqinlashish va turg'unligiga qarab tanlanadi.

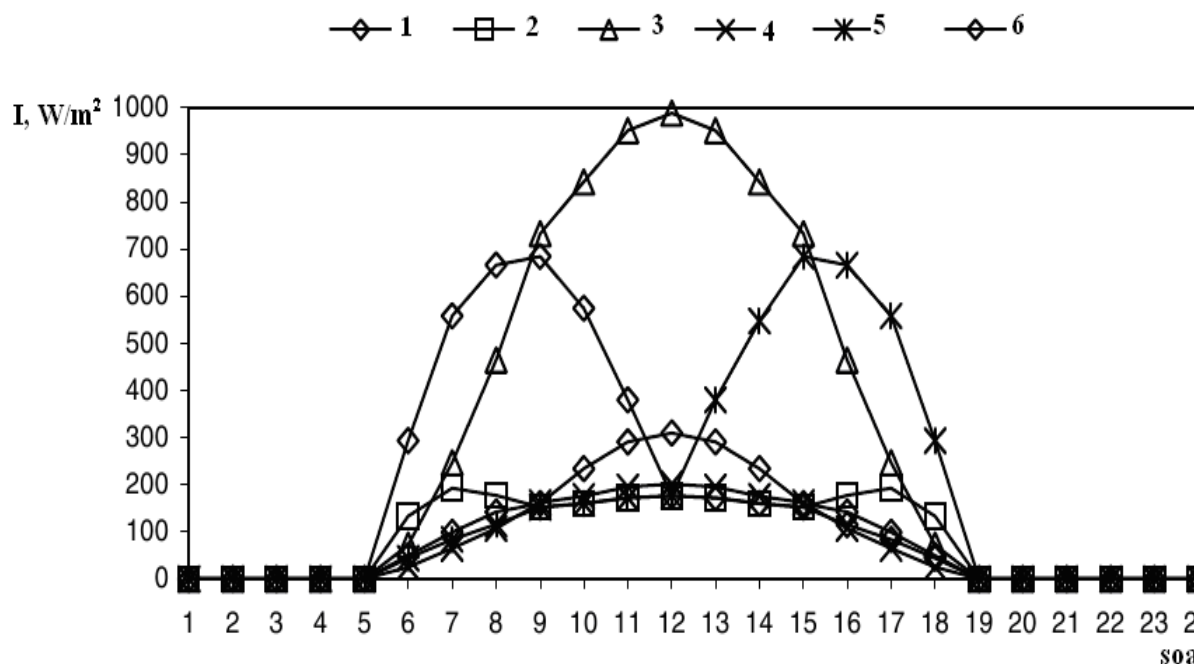
13-rasmda quyosh issiqxonalarining joylashishi va shakliga bog'liqligi o'rganilgan. Tadqiqotlar asosan nazariy usulda olib borilgan. Buning uchun qaralayotgan turdagi har bir issiqxonaning elementlari uchun issiqlik balansi tenglamasi yozilgan. Kollektor-

lardagidek, Hottel-Willer modeliga o‘xshash usuldan foydalanib yechilgan.



13-rasm. Quyosh issiqxonalarining turlari

Issiqxonaning har bir sirtiga tushuvchi yig‘indi quyosh nurlanishi va issiqxona ichiga o‘tgan nurlanish miqdorlari grafiklari keltirilgan.

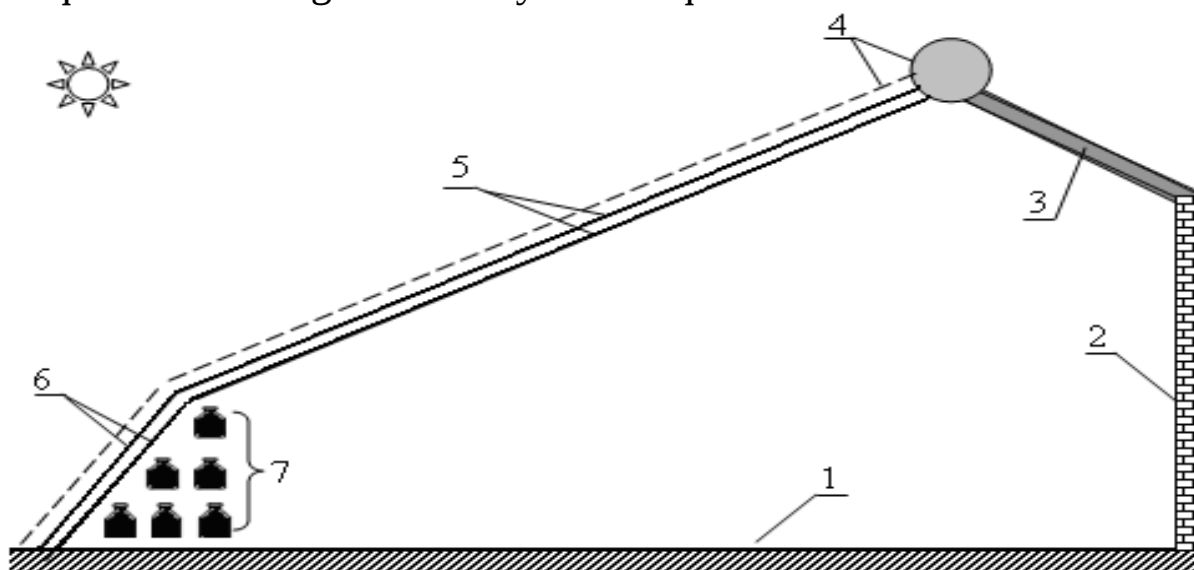


14-rasm. Issiqxonaning har bir sirtiga tushuvchi yig'indi quyosh nurlanishi

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasiga ko'ra, sharq-g'arb joylashuvi foydalanish uchun eng maqbuli ekanligi aniqlangan.

Quyosh issiqxonalarining issiqlik rejimini matematik modellashtirish.

Quyosh issiqxonalarining issiqlik rejimini matematik modellashtirish uchun qaralayotgan tizimning har bir elementi uchun issiqlik balansi tenglamalarini yozib chiqamiz:



15-rasm. Quyosh issiqxonasining printsiplial ko'rinishi: 1- tuproq; 2- shimoliy devor; 3- izolyatsiyalanadigan qiyalik; 4- issiqlik himoya qatlami; 5 – yuqorigi va 6 pastki qiyalik; 7- akkumulyatorlar.

- issiqxona ichidagi havo uchun

$$m_h c_h \frac{dT_h}{dt} = \sum_{i=1}^N (h_{ki} A_p)_i [(T_n)_i - T_\epsilon] + \sum_{j=1}^M (h_{\kappa \epsilon cm} A_{cm})_j [(T_{cm})_j - T_\epsilon] + h_{\kappa \epsilon ny} A_{ny} (T_{ny} - T_\epsilon) + h_{\kappa \epsilon a} A_a (T_a - T_\epsilon) + h_{\kappa \epsilon nm} A_{nm} (T_{nm} - T_\epsilon) \quad (1)$$

-shimoliy devor uchun

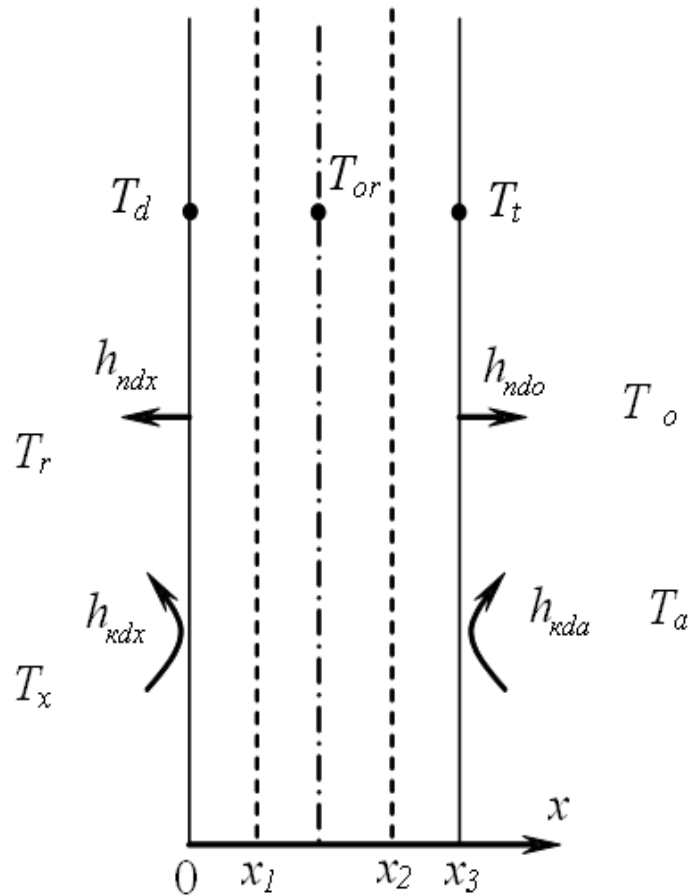
$$C_1 \rho_1 x_1 \frac{dt_d}{d\tau} = h_{\kappa dx} (t_x - t_d) + h_{udx} (t_r - t_d) + R_i (t_{or} - t_d) \quad (2)$$

$$C_2 \rho_2 (x_2 - x_1) \frac{dt_{or}}{d\tau} = R_i (t_d - t_{or}) + R_t (t_t - t_{or}) \quad (3)$$

$$C_3 \rho_3 (x_3 - x_2) \frac{dt_t}{d\tau} = h_{\kappa da} (t_a - t_t) + h_{ndo} (t_o - t_t) + R_t (t_{or} - t_t) + \alpha_d q_{tush} \quad (4)$$

bunda,

$$R_i = \left(\frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2 - x_1}{2 \cdot k_2} \right)^{-1}, \quad R_t = \left(\frac{x_3 - x_2}{k_1} + \frac{x_2 - x_1}{2 \cdot k_2} \right)^{-1} \quad (5)$$



16-rasm. Devorning issiqlik sxemasi.

Devorning issiqlik-fizikaviy xossalari quyidagicha aniqlanadi:

$$C(x), \rho(x), k(x) = \begin{cases} 0 \leq x \leq x_1 & \text{oraliqda } C_1, \rho_1, k_1 \\ x_1 < x \leq x_2 & \text{oraliqda } C_2, \rho_2, k_2 \\ x_2 < x \leq x_3 & \text{oraliqda } C_3, \rho_3, k_3 \end{cases} \quad (6)$$

Issiqxonaning boshqa elementlari uchun (janubiy, sharqiy, g'arbiy va yer) uchun issiqlik balansi tenglamalarining ko'rinishi (2)-(6) ga o'xshash bo'ladi.

Shaffof to'siqlar uchun issiqlik balansi tenglamalari quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

- ikki qavatli shaffof to'siqning ichki qatlami uchun

$$m_n c_n \frac{dT_{n1}}{dt} = h_{\kappa n1} A_{n1} (T_{\epsilon} - T_{n1}) + h_{un1n2} A_{n1} (T_{n2} - T_{n1}) + h_{\kappa n1n2} A_{n1} (T_{n2} - T_{n1}) + (\tau\alpha)_{n1} A_{n1} I_T \quad (7)$$

- tashqi qatlami uchun

$$m_n c_n \frac{dT_{n2}}{dt} = h_{\kappa n2o} A_{n2} (T_o - T_{n2}) + h_{un1n2} A_{n2} (T_{n1} - T_{n2}) + h_{\kappa n1n2} A_{n2} (T_{n1} - T_{n2}) + (\tau\alpha)_{n2} A_{n2} I_T \quad (8)$$

- old tomonda joylashgan akkumulyator uchun

$$m_a c_a \frac{dT_a}{dt} = h_{\kappa a\epsilon} A_a (T_{\epsilon} - T_a) + (\tau\alpha)_a A_a I_T \quad (9)$$

Issiqxona qurilmasini matematik modellashtirish uchun har bir qurilma elementlariga mos bo'lgan balans tenglamalari keltirilagn. Bu tenglamalar ketma-ket yaqinlashish usulidan foydalanib yechilib, chegaraviy shartlar kiritilganda, qurilmani issiqlik rejimini yillik baholash imkonyati mavjud.



QUYOSH KONSENTRATORLARI

Quyosh konsentratorlarining turlari

Konsentratorlar optik qurilmalar bo'lib, quyosh nurlanish oqimi zichligini ko'paytiruvchi, to'plovchilar hisoblanadi.

Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda (fotoelektrlar sohasida) quyidagi vazifalarni bajaradi:

- fotoelementlar F.I.K. larini oshirish (quyosh nurlarini bir joyga to'plash orqali);
- bir paytning o'zida elektr va issiqlik energiyasini hosil qilish sharoitini hosil qilish;
- quyosh qurilmalarining o'rnatilgan narxlarini pasaytirish (fotoelemen miqdorini kamaytirish).

Quyosh konsentratorlari quyidagi turlarga bo'linadi:

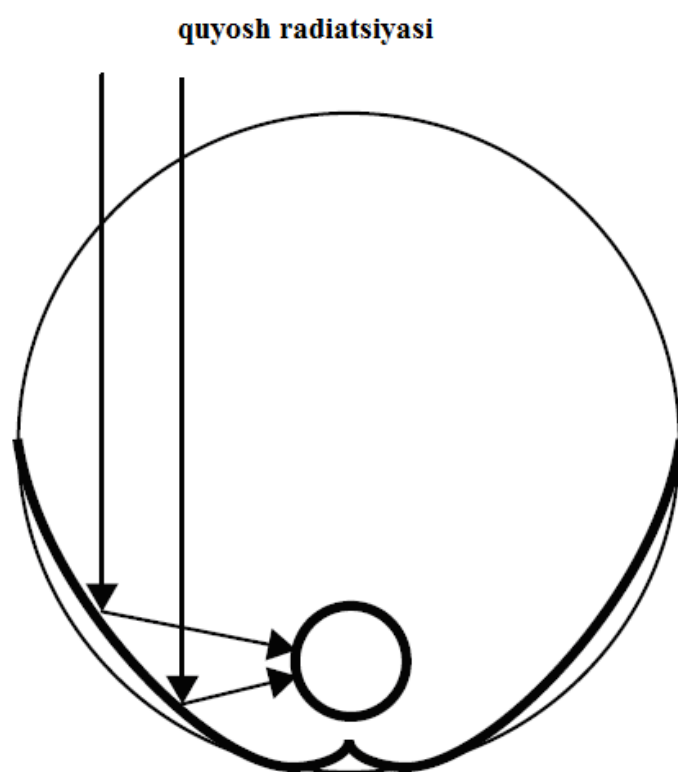
- parabolatsilindrik konsentratorlar;
- foklin;
- paraboloidsimon konsentratorlar;
- chiziqli Frennel reflektorlari;
- markaziy qabul qiluvchi konsentratorlar.

Paraboloidning qaytaruvchi yuzi o'z o'qi atrofida parabolaning aylanishi bilan hosil bo'ladi. Parabolaning asosiy parametrlaridan biri – F fokus nuqtasi bo'lib, fokusida asosiy optik o'qiga (mutanosiblik o'qi) parallel tushadigan nurlar yordamida fokus tekisligidan uzoqlashtirilgan predmetning aksini hosil qiladi.

Paraboloidsimon konsentratorlar fokusida quvvat zichligining taqsimlanishini o'rganishga ko'pgina ishlar bag'ishlangan. Paraboloidsimon konsentratorlar nur konsentratsiyasi 10^4 dan oshmaydigan yuqori potensial konsentratorlar guruhiga kiradi. Paraboloidning fokusida yoritilganligining shakllanishini qisqacha ko'rib chiqamiz, bu ma'lumotlar bizlarga konsentratorlar yuz qismi sifatini baholashga fokus sohalarida nurlanish zichligini hisoblashda, nur qaytarish qonuniyati va linzalilar uchun dog'ning shakllanishini taqqoslash uchun kerak.



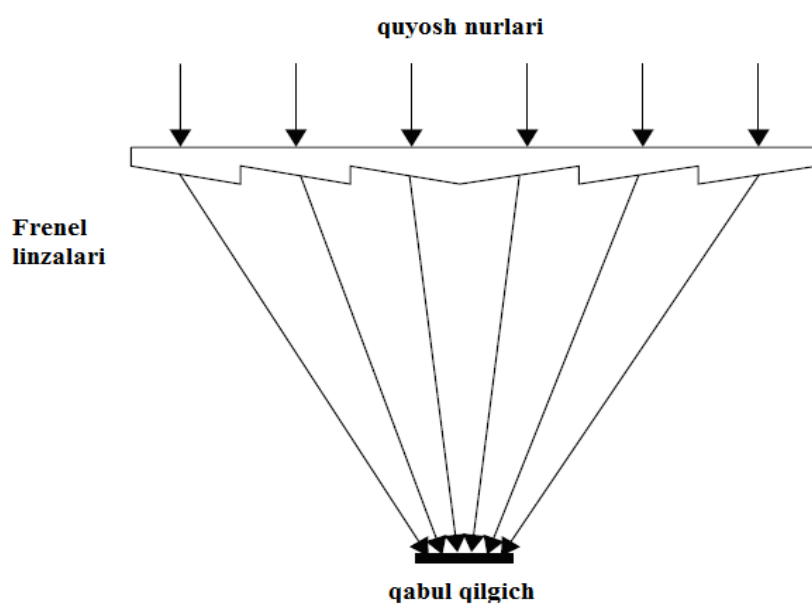
1-rasm. Parabolatsilindrik konsentratorlar.



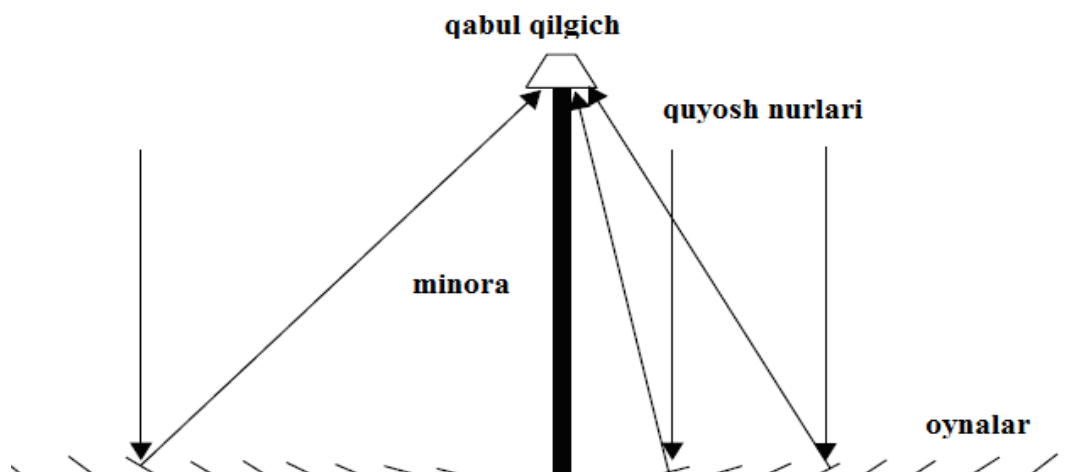
2-rasm. Foklin



3-rasm. Paraboloidsimon konsentratorlar



4-rasm. Chiziqli Frennel reflektorlari.

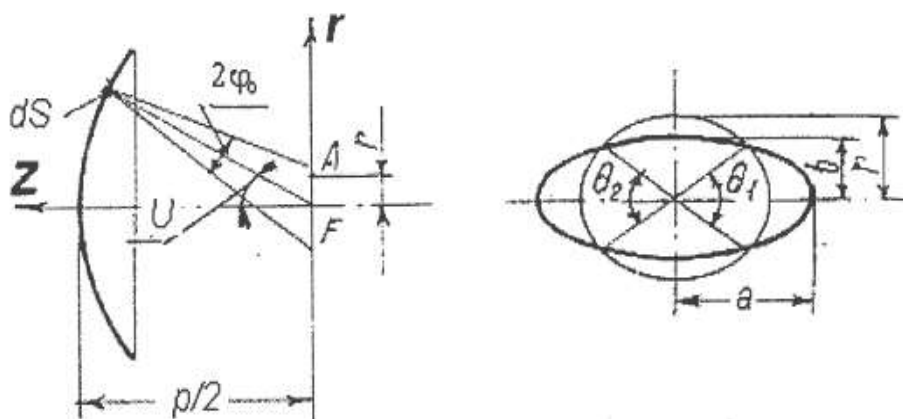


5-rasm. Markaziy qabul qiluvchi konsentratorlar.

6-rasmida paraboloid fokusida dog'ning shakllanishi sxemasi ko'rsatilgan: $2\varphi_0$ burchak kattaligi bilan elementlarni quyosh nurlari ($2\varphi_0=32$ burch. min, yoki $2 \times 0.004654p$) konsentratorning yuz qismidan qaytariladi va fokus qismiga kelib tushadi, bu yerda bu nurning izi yarim o'qlar bilan elementlarni ellipsisni o'zicha tasavirlaydi

$$a = \frac{p\varphi}{(1 + \cos u) \cos u}, \quad b = \frac{p\varphi}{1 + \cos u} \quad (1)$$

bu yerda $p = 2f$ parabolaning fokus parametrr f –fokus masofasi.



6-rasm. Paraboloid konsertratorlarnining fokusida dog'ning shakllanish sxemasi.

Konsentratorning qaytaruvchi yuz qismi har xil radial (shulasimon) zonalaridan iboratdir. Fokusda nurlanishning maksimal zichligini quyidagi formula orqali hisoblanadi

$$E_F = \rho_q \frac{1}{\varphi_o^2} \sin^2 U_m E_o \quad (2)$$

bu yerda ρ_q - konsentratorning qaytarish ko'ffiseyenti, φ_0 -elementga quyosh nurlarining tushish burchagi; $\cup_m$ - bir tomonga paraboloid ochilishining eng katta burchagi; ε_0 –quyosh radiatsiyasining (W/m^2) zichligi. Konsentratorning qaytarish darajasi ehtimoliy qonuniyat bo'yicha ya'ni Gaussning normal taqsimot qonuniyat bo'yicha aniqlanadi.

$$E_r = E_{\max} e^{-cr^2}, \quad (3)$$

$$E_{\max} = \left(\frac{180}{\pi}\right)^2 E_0 \rho_q h^2 \sin^2 u, \quad (4)$$

$$c = 3,283 \cdot 10^3 \left(\frac{h}{p}\right)^2 (1 + \cos u)^2, \quad (5)$$

bu yerda r - fokus tekisligining radiusi; h - konsentrator aniqligining o'lchovi, nurlanishni taqsimlash shaklini tavsiflaydi.

7-rasmda fokus dog'i bo'yicha ($h=4\text{grad}^{-1}$ yoki $h_k=229\text{ grad}^{-1}$ aniqlik o'lchovining maksimal qiymati bu qiymatlar o'rtasidagi nisbat $h = h_k \frac{\pi}{180}$ ifoda bilan aniqlanadi).

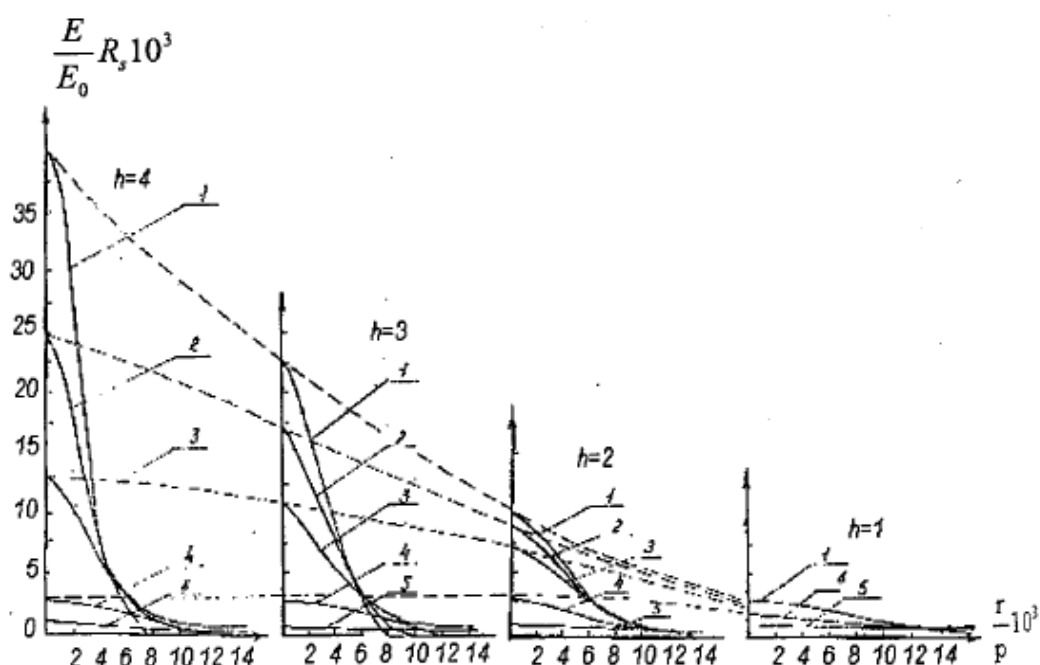
Projektor ko'zgulari eng yaxshi shishali paraboloidlar (3m gacha diametr bilan) qimmat texnologiya bo'yicha tayyorlanardi: paraboloid shaklini berib tekis shishani isitish yo'li bilan shaklini o'zgartirardilar, keyin mexanikaviy ishlov berish bilan yuz qismini to'kerakli sifat va aniqlikka olib boradilar. Paraboloid yuz qismini sayqallashning boshqa usuli suyuqlikni bab – baravar aylanishda paraboloid yuz qismini egallash xususiyatidan foydalanishdir. Birinchi marta bunday usulda mashhur optik P.Vud paraboloid simobli ko'zguni tayyorladi.

Keyin qattiq material simob shaklini qotib qoladigan qatranni ayalntirish vaqtida unga kiritish yo'li bilan aniqlash usullari taklif qilingan edi. Usulning ahamiyati bab-baravar aylanishda ekvipotensial yuz qismini hosil qilish, har xil solishtirma og'irlik bilan suyuqliklarni xususiyatida quriladi:

$$z = \frac{\omega^2}{2g(x^2 + y^2)} \quad (6)$$

bu yerda ω -aylanishning burchak tezligi (soniya^{-1}); g - erkin tushish tezlanishi (m/s^2); z, x, y - koordinatalar.

Texnologik nuqta'i nazardan konsentratorlarni tayyorlash jarayonida yuz qismining noaniqligini aniqlash va kiritilayotgan nuqsonlar bo'yicha alohida texnologik bosqichlarni baholash hisoblashga oid fokus nuqtasidan nurning chetga burulishlari bo'yicha qulayroqdir, bu jarayonda tekshirish va yuz qismining o'rta kvadratik nuqsonini aniqlash mumkin 7-rasmda fokusning hisobiy nuqtasidan va aniqlik o'lchovidan real nurlarning burulish o'rta kvadratik nuqsoni o'rasidagi bog'lanish keltirilgan. Quyida konsentratorlarning optik sinovlarida o'rta kvadratik nuqsonlarni aniqlash masalalari ko'rib chiqiladi. Ularning natijalari 7-rasm bo'yicha fokus dog'da energetik tavsif kabi ta'savvur qilish mumkin.

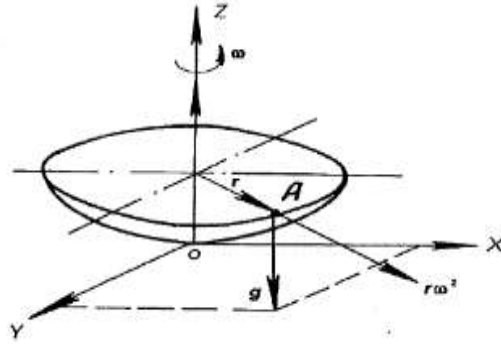


7-rasm. $U=60^\circ$ og'ish burchagi bilan paraboloid uchun fokus dog'ga nurlanishni taqsimlash xarakteriga h aniqlik o'lchovining ta'siri.

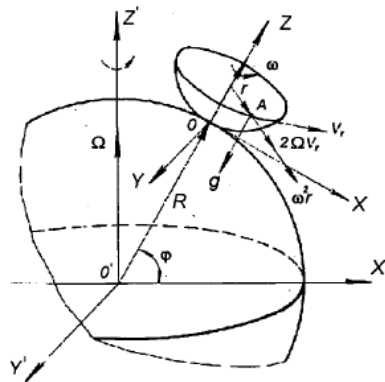
8-rasmda "Yer markazdan qochma kuchi" ta'sirida suyuqlik ikki o'lchovli harakatda ishtirok etishi ko'rsatilgan.

Hamma kuchlarning hisobga olinishi aytilayotgan suyuqlikning erkin yuz qismining tenglamasi quyidagi shaklda kelishini ko'rsatadi

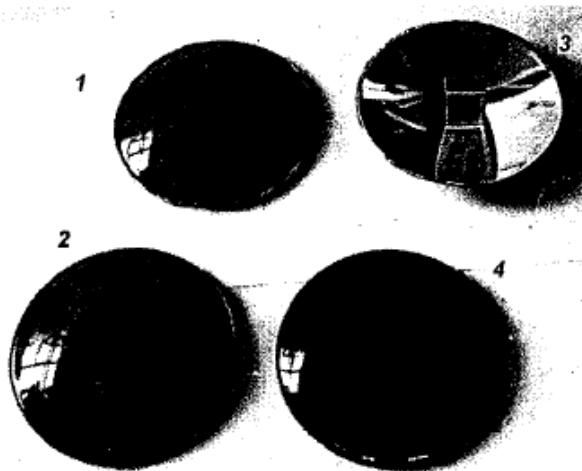
$$z = \frac{(\omega^2 + 2\Omega\omega \sin \varphi)}{2(g - \Omega^2 H \cos \varphi)} x^2 + \frac{(\Omega^2 H \sin \varphi)}{(g - \Omega H \cos \varphi)} x + \frac{(\omega^2 + 2\Omega\omega)}{2(g - \Omega^2 H \cos \varphi)} y^2 \quad (7)$$



8-rasm. Aylanishda suyuqlik yuz qismining paraboloid shaklini olish sxemasi



9-rasm. Katta diametrli konsentrator yasashda markazdan qochma kuchlar va Koriolis tezlanishini hisobga olish sxemasi.



10-rasm. Simobda quyilgan suni'y qatrondan quyma qolip – asl – nusxa 1,2 ;3- nikeldan Galvano kopiya, 4-gliserinda qo'yilgan qolip.

Qayta hosil qilish natijasida ε_r polyusida yuz qismining tenglamasini olamiz.

$$z = \frac{(\omega + \Omega)^2}{2g} r^2 \quad (8)$$

ekvatorida $\varphi=0$ va ifoda

$$z = \frac{\omega^2}{2g} x^2 + \frac{\omega + 2\Omega\omega}{2g} y^2 \quad (9)$$

ko'rinishga ega, u elliptik paraboloidga tegishli.

(9) ifoda tahlili shuni ko'rsatadiki, ekvatorida 30 m diametrli paraboloid quyishda ellipsisning katta va kichik yarim o'qi o'rtasidagi farq 1.94m dan iborat bo'ladi.

Yuqori haroratga chidovchi materiallarni aniqlash ustida olib borilgan tadqiqotlar natijasida toshko'mir-bitum aralashmasi va fotoorganik suyuqliklar ixtiro qilingan.

Qolip yasash sifatiga ta'sir etuvchi omillar sifatida quyidagilar aniqlangan:

- qolip hosil qiluvchi suyuqlik va ishchi suyuqliklar solishtirma og'irliklari farqi $0.5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ bo'lishi kerak;
- suyuqlik aylantirilishi jarayonida, qurilma asosining titrashi, qolipda sifatning yomonlashishiga sabab bo'luvchi to'liqsimon shakl hosil bo'lishiga olib keladi. Bu holatni oldini olish uchun aylantiruvchi qurilmada tebranishlarni yutuvchi qo'shimcha elementlardan foydalanish talab etiladi.
- aylanish o'qining vertikal bo'lishining ahamiyati katta bo'lib, o'qning vertikalligi ta'minlanmaganda, halqali deformatsiyalar paydo bo'ladi va konsentrator sirtining sifatini tushiradi.

Simobning inson hayotiga zararini e'tiborga olib, hozirda konsentrator qolipini yasashda silikon materiallardan foydalanilmoqda. Bunda modda ichida havo pufakchalari hosil bo'lishini oldini olish maqsadida maxsus yog'lardan foydalaniladi.

Quyosh konsentratorlaridagi issiqlik jarayonlarini modellashtirish Paraboloidsimon va yarim tsilindr shaklidagi parabolosimon konsentratorlarni to'g'ridan-to'g'ri amaliyotda, texnologik jarayonlarda foydalanishga hozirgi vaqtda yetarli e'tibor berilmayapti. Buning asosiy sababi shundaki, bunday turdagi qurilmalardagi jarayonlar nostatsionardir. Konsentrator yoki unga nur qaytaruvchi geliostat tinimsiz quyoshning o'z o'rnini o'zgartirishiga moslashib turishi kerak.

Ayni paytda Respublikamizda quyosh energiyasidan foydalanishga katta e'tibor berilib, quyosh panellarining asosi bo'lgan yarimo'tkazgichlar ishlab chiqarish yo'lga qo'yilmoqda. Ma'lumki, 1 kg kremniy monokristallini o'stirish uchun 120 kW·soat energiya talab etiladi. Talab etilayotgan energiyani diametri 10 metr, fokus masofasi 4.34 m va parabola chuqurligi 1.443 m b'lgan paraboladan foydalanib olish mumkin.

Optik tizimning nur o'tkazishi. Qurilmaning umumiy nur o'tkazishi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

bunda, η_1, η_2, η_3 – harakatlanuvchi geliostatning, qo‘zg‘almas oynaning va konsentratorning qaytarish ko‘effitsiyentlari; η_4 – nur yo‘qolish ko‘effitsiyentlari (Frenel qaytarishi); η_5 – kvarts quvurda yutilish yo‘qolishlari.

Technical drawing of a mechanical structure, likely a crane or lifting device, showing a side elevation and a detail view.

Side Elevation (Left):

- Dimensions: 15.5m (total height), 8m (height to top of main structure), 1.4m (height of lower section), 11.5m (height of lower section).
- Components: 1 (top horizontal beam), 2 (top vertical support), 3 (top horizontal beam), 4 (top horizontal beam), 5 (top horizontal beam), 6 (lower horizontal beam), 7 (lower horizontal beam), 8 (lower horizontal beam), 9 (lower horizontal beam), 10 (lower horizontal beam).
- Angle: $\alpha = 60^\circ$ (indicated for the lower section).
- Force: F (indicated at the lower section).

Detail View (Right):

- Components: 11 (upper arm), 12 (lower arm), 13 (lower arm).
- Dimensions: 7m (horizontal distance), 7m (vertical distance).

66

aylantiruvchi mexanizm; 7- kvarts quvur; 8-konsentratorni burovchi qurilma; 9- qo‘zg‘almas yassi oyna; 10-rama; 11-geliostat; 12-geliostat asosi; 13- geliostat aylanish o‘qi.

$$\sum_1^n \eta_n S_U / S_K, \quad (11.)$$

bunda, η_n - halqa hududlarining Frenel qaytarishi(12-rasm)

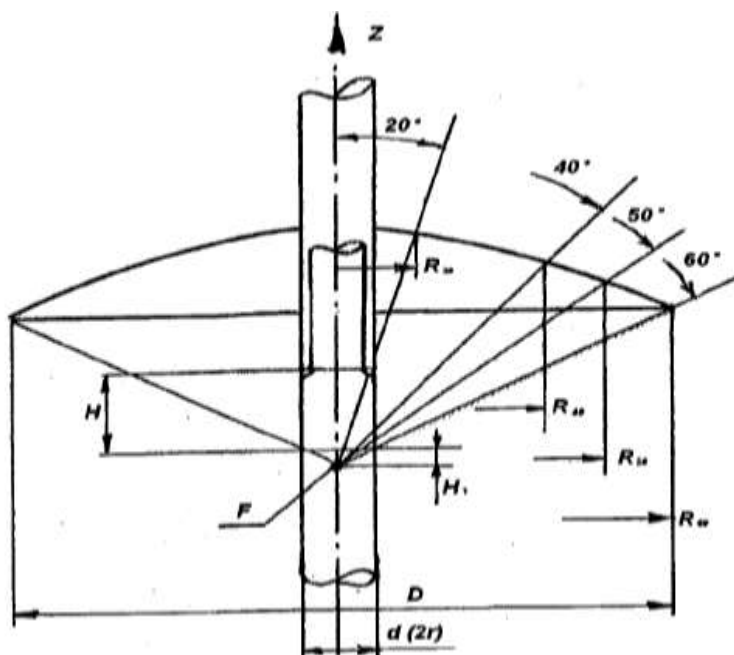
O‘z navbatida quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta_n = 0,5 \left[\frac{\sin^2(i - i_1)}{\sin^2(i + i_1)} + \frac{\operatorname{tg}^2(i - i_1)}{\operatorname{tg}(i + i_1)} \right], \quad (12)$$

bunda, i, i_1 – mos ravishda kvarts quvur sirtiga tushuvchi va unda sinuvchi nurlar.

Umumiy nur o‘tkazish koeffitsiyentini hisoblashda $\eta_1=\eta_2=\eta_3=0.87$ va $\eta_5=0.989$ ni e‘tiborga olib,

$$\eta_\Sigma = 0.87^3 \cdot 0.989 = 0.65 \quad (13)$$



12-rasm. Erish zonasiga konsentratorning nur yuborish sxemasi.

Konsentrator fokusida joylashgan muhitda sodir bo‘layotgan issiqlik jarayonlarini matematik modellashtirishda har bir element uchun issiqlik balansi tenglamalarini yozamiz:

$$Q_o + Q_L - Q_c - Q'_L - Q_{eH} - Q_{eZ} - Q_{eZ'} - Q_\alpha = 0 \quad (14)$$

bunda, Q_o - quyoshdan kelayotgan yig‘indi quyosh nurlanishi; Q_L - kristallanishning yashirin issiqligi hisobiga paydo bo‘luvchi issiqlik; Q_c - moddaning erish temperaturasigacha qizishi uchun zarur bo‘lgan

issiqlik miqdori; Q'_L - moddaning to'la erishi uchun zarur issiqlik miqdori; $Q_{\varepsilon H}$ - nurlanish yo'li bilan yo'qoladigan issiqlik miqdori; $Q_{\varepsilon Z}$ - kristall o'sish hududida issiqlikning nurlanish yo'li bilan yo'qolishi; $Q_{\varepsilon Z'}$ - kristall tayyorlanadigan joyda issiqlikning nurlanish yo'li bilan yo'qolishi; Q_α - kristall tayyorlanadigan va o'sish hududida konvektiv yo'l bilan issiqlik yo'qolishlari.

Har bir tashkil etuvchi uchun mos tenglamalarni yozamiz.

Ob'yektga tushuvchi yig'indi quyosh nurlanishi

$$Q_o = E_o S_{ef} \eta_\Sigma \quad (15)$$

Moddaning kristallanish va erish issiqligi

$$Q_L = Q'_L = \rho L S_{kr} V \quad (16)$$

bunda, ρ - moddaning zichligi; L - yashirin erish issiqligi; S_{kr} - kristallning ko'ndalang kesim yuzasi.

Moddaning erish temperaturasigacha qizishi uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori

$$Q_c = C S_{kr} V \rho (T_H - T_o) \quad (17)$$

bunda, C - moddaning issiqlik sig'imi; T_H - moddaning erish temperaturasi.

Nurlanish yo'li bilan yo'qoladigan issiqlik miqdori

$$Q_{\varepsilon H} = \sigma \varepsilon_H (T_H^4 - T_o^4) S_{kr} H \quad (18)$$

$$Q_{\varepsilon Z} = Q_{\varepsilon Z'} = \sigma \varepsilon_z (\bar{T})^4 S_{kr} Z \quad (19)$$

bunda, ε_z - kristallning nurlanish qobiliyati.

Kristall tayyorlanadigan va o'sish hududida konvektiv yo'l bilan issiqlik yo'qolishlari

$$Q_\alpha = \alpha (\bar{T} - T_o) S_{tr} (H + Z') \quad (20)$$

bunda, α - konvektiv issiqlik almashinuv koeffitsiyenti.

(15)-(20) tenglamalarni (14) tenglamaga qo'yib, mos temperaturalarni aniqlash mumkin.

(14)-(20) tenglamalarda ma'lum shakl almashtirishlar o'tkazib kristall o'sish tengligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$V_{\max} = \frac{dZ}{d\tau} = \frac{1}{\rho L} \left(\frac{2\sigma \varepsilon_H T_H^5}{3r} \right) \quad (21)$$



QUYOSH ENERGIYASINI ELEKTR ENERGIYASIGA O'ZGARTIRISH

Fotoelektrik effekt

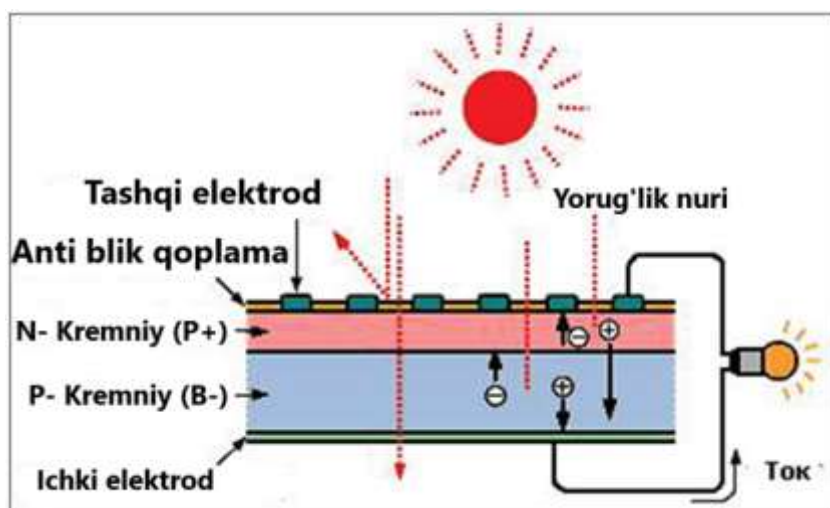
Fotoelektrik effekt (fotoeffekt) fransuz olimi A.E. Bekkerel tomonidan 1839-yilda kashf qilingan va tok o'tkazuvchan materiallarning elektromagnit nurlanish, shu jumladan yorug'lik ta'sirida elektronlarni chiqarish qobiliyatiga asoslangan. Fotoelektrik effektning uch asosiy qonunini quyidagicha shakllantirish mumkin.

1) Fototokning kuchi elektromagnit nurlanishning zichligiga to'g'ri proportsionaldir.

2) Yorug'lik ta'sirida chiqarilgan elektronlarning maksimal kinetik energiyasi elektromagnit nurlanish chastotasi bilan chiziqli ravishda ortadi va uning intensivligiga bog'liq emas.

3) yuzasining ma'lum holatidagi har bir modda uchun elektromagnit nurlanishning chegarali chastotasi mavjud bo'lib, undan pastda fotoelektrik effekt kuzatilmaydi. Ushbu chastota va mos keladigan to'lqin uzunligi fotoelektrik effektning qizil chegarasi deb ataladi.

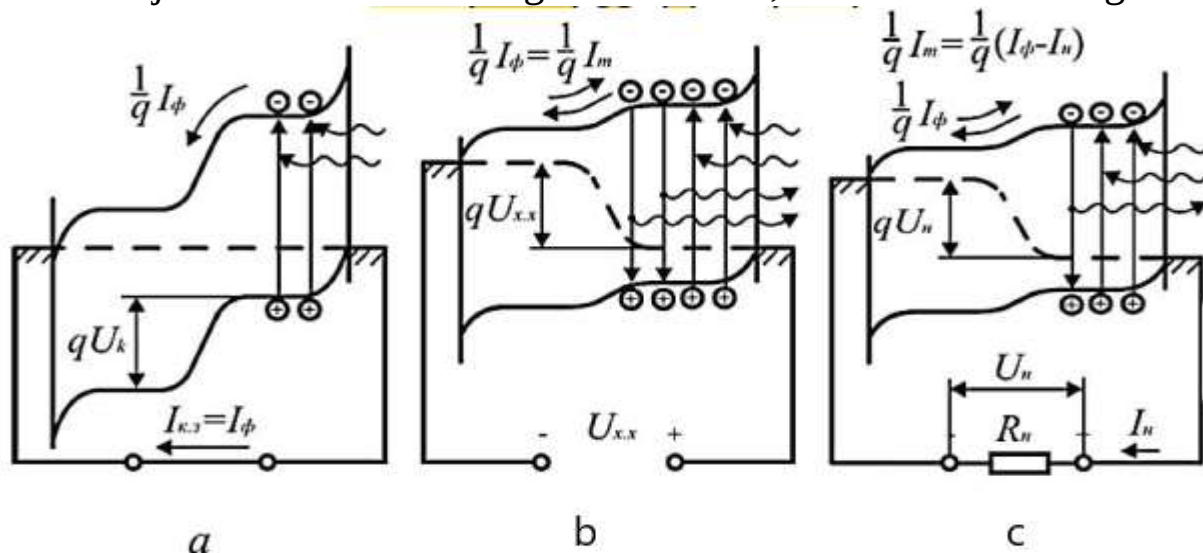
Fotoelektrik effekt quyosh energiyasini to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga aylantiradigan fotoelektrik tizimda namoyon bo'ladi. Fotoelektrik tizim ishlashi uchun kunduzgi yorug'lik kerak. Fotoelektrik tizimlar to'g'ridan-to'g'ri quyosh nuri ostida bo'lishi shart emas, shuning uchun hatto bulutli kunlarda ham fotoelektrik panellar qandaydir miqdorda elektr energiyasini ishlab chiqarishi mumkin. Fotoelektrik yoki quyosh elementining (QE) eng oddiy konstruksiyasi - quyosh nurlanishining energiyasini boshqa energiyaga aylantirish uchun qurilma - bir kristalli kremniyga asoslangan, 1-rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm Fotovoltaik elementlar dizayni

p tipidagi kremniy plastina yuzasidan sayoz chuqurlikda yupqa metall kontaktli p-n o'tish joyi hosil qilingan; plastinaning teskari tomoniga yaxlit metall kontakt qo'llaniladi

p-n o'tish joyi yarim o'tkazgichning yoritilgan yuzasiga yaqin joyda joylashgan bo'lsin. Quyosh elementini elektr energiyasi manbai sifatida ishlatganda, uning chiqish joyiga yuklama qarshiligi R_H ulangan bo'lishi kerak. Avvalambor ikkita ekstremal holatni ko'rib chiqamiz: $R_H = 0$ (qisqa tutashuv rejimi) va $R_H = \infty$ (salt yurish rejimi). Ushbu rejimlar uchun zona diagrammalari 2a,b- rasmda ko'rsatilgan.



2-rasm. Turli xil rejimlarda yoritish ostida p - n birikmasining zonalar bo'yicha energiya diagrammalari: a - qisqa tutashuv; b - salt yurish; c - yuklama qarshiligini yoqish

Qolgan elektronlar p-n o'tish joyiga singib, o'z yo'qotilishining o'rmini to'ldirishga harakat qiladi va oxir-oqibat n-sohaga tushadi. N-sohada elektronlarning teskari metall kontaktiga yo'naltirilgan harakati, tashqi zanjirga oqib o'tish va p-sohasi bilan aloqaga kirishishi yuzaga keladi. P-sohasi bilan aloqa chegarasida bu yerga yaqinlashib kelayotgan elektronlarning fotogeneratsiyalangan teshiklari bilan rekombinatsiyasi sodir bo'ladi.

p-n o'tish joyining ajratilgan tashqi zanjirida (2b-rasm) n-sohasiga tushgan fotoelektronlar unda to'planadi va uni manfiy zaryadlaydi. P-sohasida qolgan ortiqcha teshiklar p-sohani musbat zaryadlaydi. Shu tarzda paydo bo'ladigan potentsial farq salt yurish kuchlanishi (U_{xx}) bo'lib, uning polyarligi p-n o'tishning to'g'riga siljishiga mos keladi.

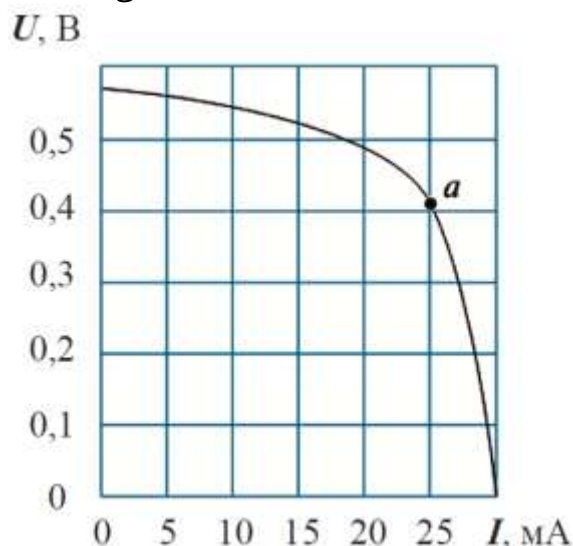
Yorug'lik natijasida hosil bo'lgan tashuvchilar oqimi fototokni (I_ϕ) hosil qiladi. Uning qiymati vaqt birligida p-n o'tish joyidan o'tgan fotogeneratsiyalangan tashuvchilar soniga teng. Quyosh elementidagi nol ichki omik yo'qotishlarda qisqa tutashuv rejimi (2a-rasm) p-n o'tishning nolga teng siljish kuchlanishiga teng, shuning uchun qisqa tutashuv oqimi (I_{K3}) fototokga (I_ϕ) teng bo'ladi. Salt yurish rejimda (2b-rasm) fototok "qorong'i" tok (I_T) bilan, ya'ni, siljish kuchlanishida (U_{xx}) yuzaga keladigan p-n o'tish joyi orqali to'g'ri tok bilan muvozanatlanadi. "Qorong'u" tok asosiy bo'lmagan tok tashuvchilarning rekombinatsiyasi bilan birga keladi (bu holda, p-sohadagi elektronlar). Rekombinatsiyalar vaqtida elektron-teshik juftlarining potentsial energiyasi fotonlarning $h\nu \sim E_g$ bilan nurlanishi natijasida chiqariladi yoki kristall panjarani isitishga sarflanadi. Shunday qilib, quyosh elementining salt yurish rejimi svetodiodlarning ishlash rejimiga, shuningdek, o'tkazishga oid yo'nalishda to'g'rilagich diodlarga teng.

Agar o'zgaruvchan yuk qarshiligi p-n o'tish joyiga ulangan bo'lsa (2v-rasm), u holda undagi tok yo'nalishi har doim fototokning yo'nalishi (I_ϕ) bilan mos keladi va yuklama tokining o'zi (I_H) p-n o'tish joyi orqali hosil bo'lgan tokga teng. Yoritilgan p-n o'tish joyining (3-rasm) yuklama ostidagi volt-amper tavsifi (VAT) quyidagicha yozilishi mumkin:

$$U_H = \frac{kT}{q} * \frac{\ln(I_f - I_H)}{I_0} + 1 \quad (1)$$

bunda U_H - p-n-o'tish joyidagi kuchlanishga teng yuklamadagi kuchlanish, B; I_H – yuklama toki, A; I_0 - to'yinganlik toki, A; I_ϕ - fototok, A; k - Boltsman doimiysi, $1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K; T - mutlaq harorat, K; q - elektron zaryadi kattaligi.

Maksimal quvvat quyosh elementi 1.6-rasmda a nuqta bilan belgilangan rejimda bo'lganda olinadi.



3-rasm. Quyosh elementining volt-ampere tavsifi

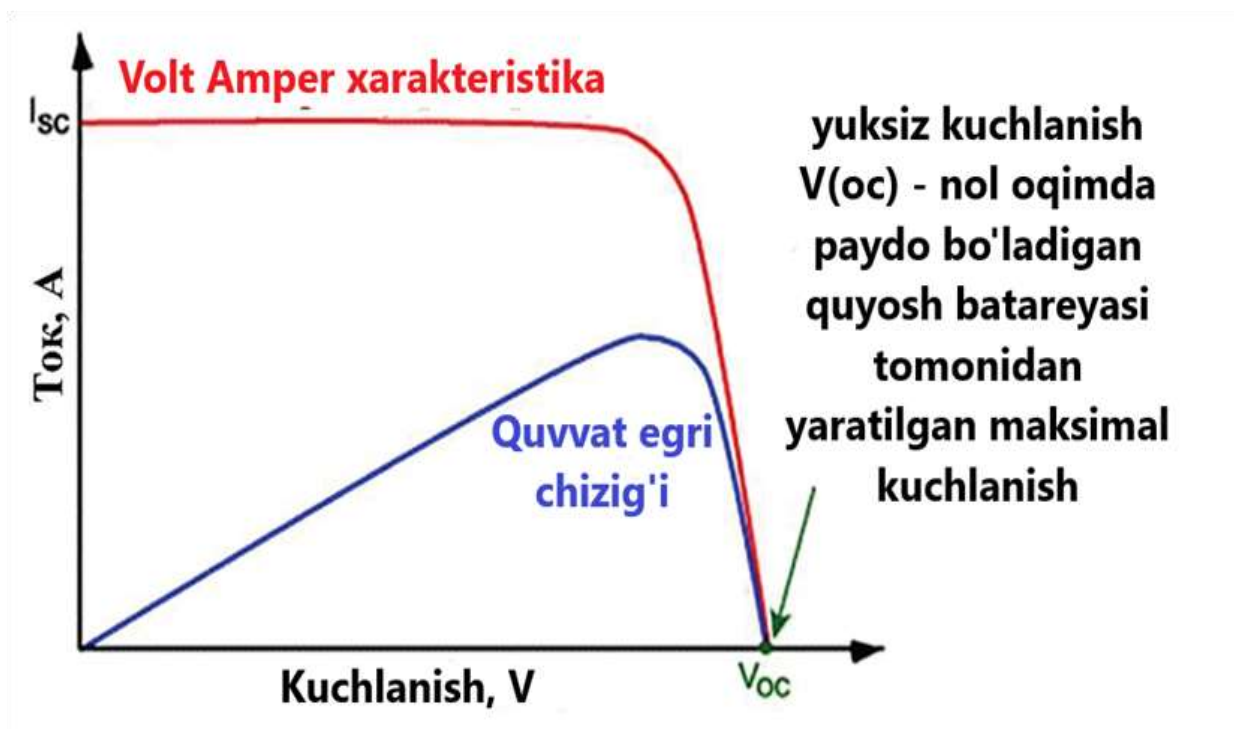
Quyosh elementining birlik maydonidan olinadigan maksimal quvvat quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi :

$$P_{max} = U_{TMM} * I_{TMM} = FF * I_{k3} * U_{xx} \quad (2)$$

Bunda U_{TMM} - maksimal quvvat nuqtasidagi kuchlanish (a nuqta, 1.6-rasm), B; I_{TMM} - maksimal quvvat nuqtasidagi tok (a nuqta, 1.6-rasm), A; FF – volt-ampere tavsifining to'ldirish koeffitsienti; I_{k3} - qisqa tutashuv toki, A; U_{xx} – salt yurish kuchlanishi, B.

Quyosh elementining xususiyatlari

Salt yurishdagi kuchlanish – nol tokda paydo bo'ladigan quyosh elementi tomonidan yaratiluvchi maksimal kuchlanishdir (4-rasm). U yorug'lik oqimi paydo bo'lganda, p-n o'tish joyi kuchlanishining o'zgarishiga mos keladigan to'g'ri siljishga teng. Salt yurishdagi kuchlanish odatda U_{xx} yoki V_{oc} bilan belgilanadi. Yuqori sifatli monokristal quyosh elementlarining salt yurishdagi kuchlanishi AM1.5 sharti bilan 730 mV ga yetadi. Tijorat qurilmalarida u odatda 600 mV darajasida bo'ladi. Quyosh elementining salt yurishdagi kuchlanishi yorug'likning o'zgarishi bilan kam o'zgaradi.

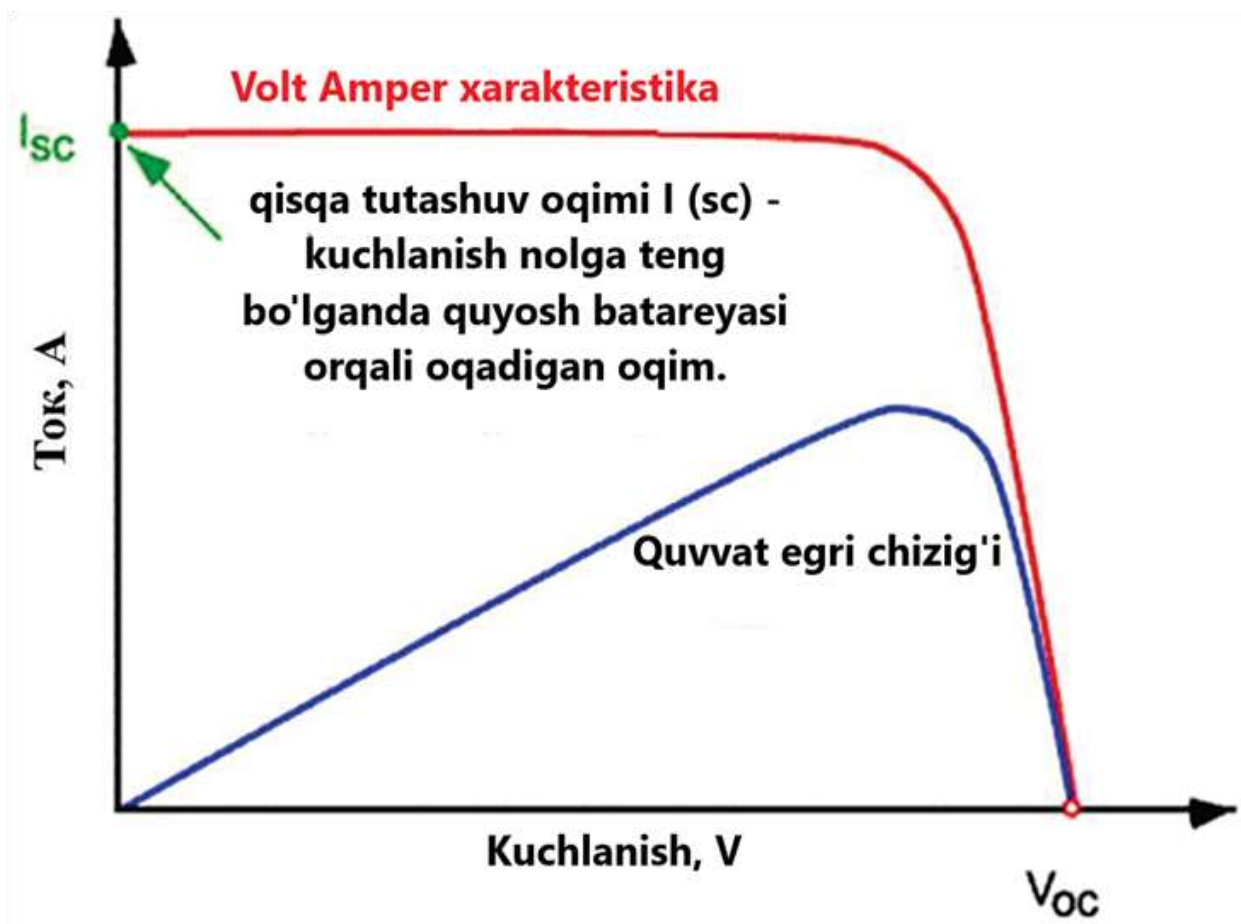


4-rasm. Quyosh elementining volt-ampere tavsifi va salt yurish kuchlanishi

Qisqa tutashuv toki - kuchlanish nolga teng bo'lgandagi (ya'ni quyosh elementi qisqa tutashganda) quyosh elementidan o'tadigan tokdir (5-rasm). Qisqa tutashuv toki odatda I_{K3} yoki I_{SC} sifatida belgilanadi. U yorug'lik hosil qiluvchi tashuvchilarning yuzaga kelishi va ajralishi natijasida paydo bo'ladi. Ideal quyosh elementida, o'rtacha rezistiv yo'qotishlar sharti bilan, u yorug'lik tokiga teng. Shuning uchun qisqa tutashuv tokini quyosh elementi yaratadigan maksimal tok deb hisoblash mumkin. Bundan tashqari, u yorug'lik intensivligiga to'g'ri proporsionaldir.

- Amalda, quyosh elementi yetarli quvvat ishlab chiqarilganda tok va kuchlanish kombinatsiyasi bilan ishlaydi. Ularning eng yaxshi kombinatsiyasi kuchlanishga mos keluvchi maksimal quvvat nuqtasi (MQN) deb ataladi, mos keladigan kuchlanish va tok U_{TMM} va I_{TMM} bilan ko'rsatiladi.

- Quyosh elementining volt-ampere tavsifining (VAT) to'ldirish ko'effitsienti.(FF) Qisqa tutashuv toki va salt yurish kuchlanishi quyosh elementidan olinadigan maksimal tok va kuchlanishdir. Biroq, salt yurishi kuchlanishida va qisqa tutashuv tokida quyosh elementining kuchi 0 ga teng.



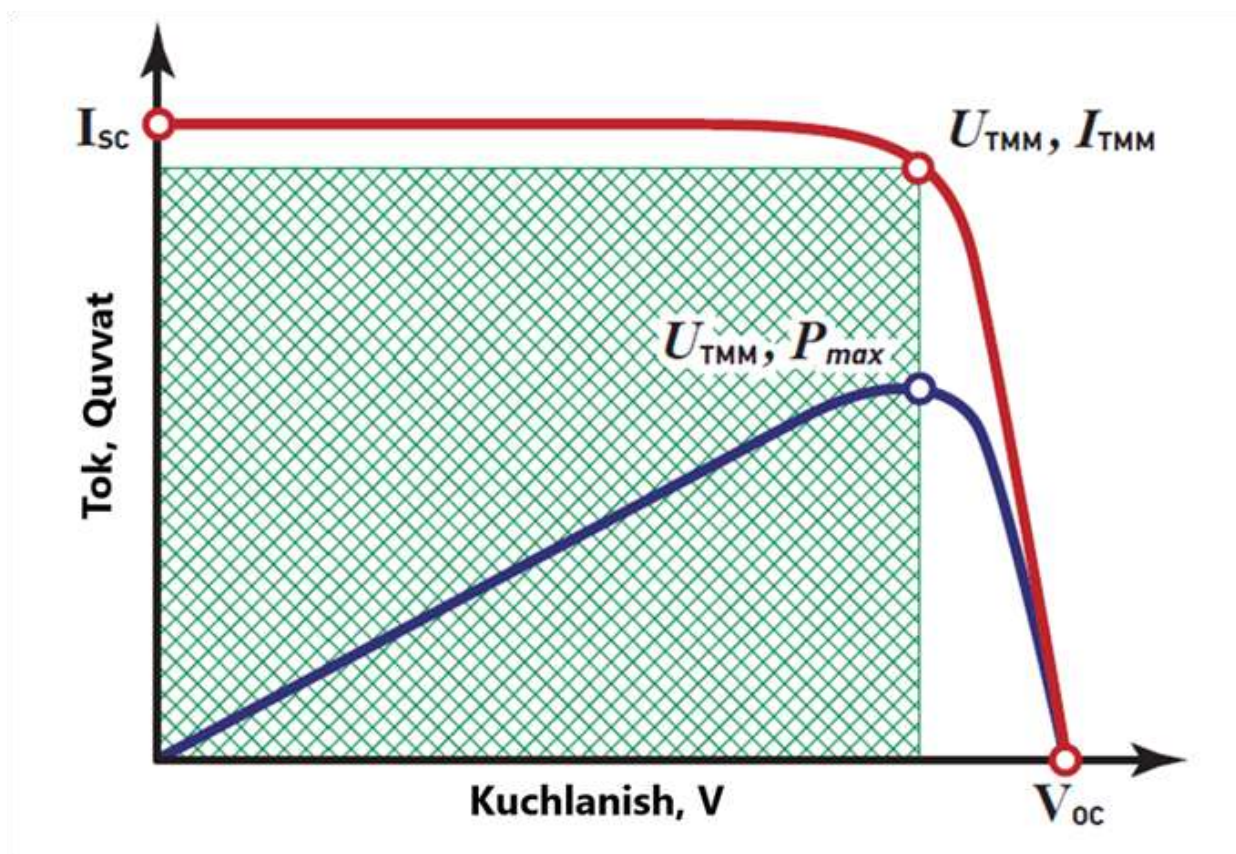
5-rasm. Quyosh elementining volt-amper tavsifi va qisqa tutashuv toki

To'ldirish koeffitsienti salt yurish kuchlanishi va qisqa tutashuv toki bilan birgalikda quyosh elementining maksimal quvvatini aniqlaydigan parametrdir. U quyosh elementi maksimal quvvatining salt yurishdagi kuchlanish va qisqa tutashuv tokining ko'paytmasiga nisbati sifatida hisoblanadi:

$$FF = \frac{U_{TMM} \cdot I_{TMM}}{I_{K3} \cdot U_{xx}} \quad (3)$$

bunda U_{TMM} - maksimal quvvat nuqtasidagi kuchlanish (TMM), B;
 I_{TMM} - TMMdagi tok, A; U_{xx} – salt yurishdagi kuchlanish, B; I_{K3} - qisqa tutashuv toki, A.

Grafik jihatdan, to'ldirish koeffitsienti quyosh elementi kvadrating o'lchovidir va volt-amper egri chizig'iga yozilishi mumkin bo'lgan to'rtburchakning maksimal maydoniga teng.



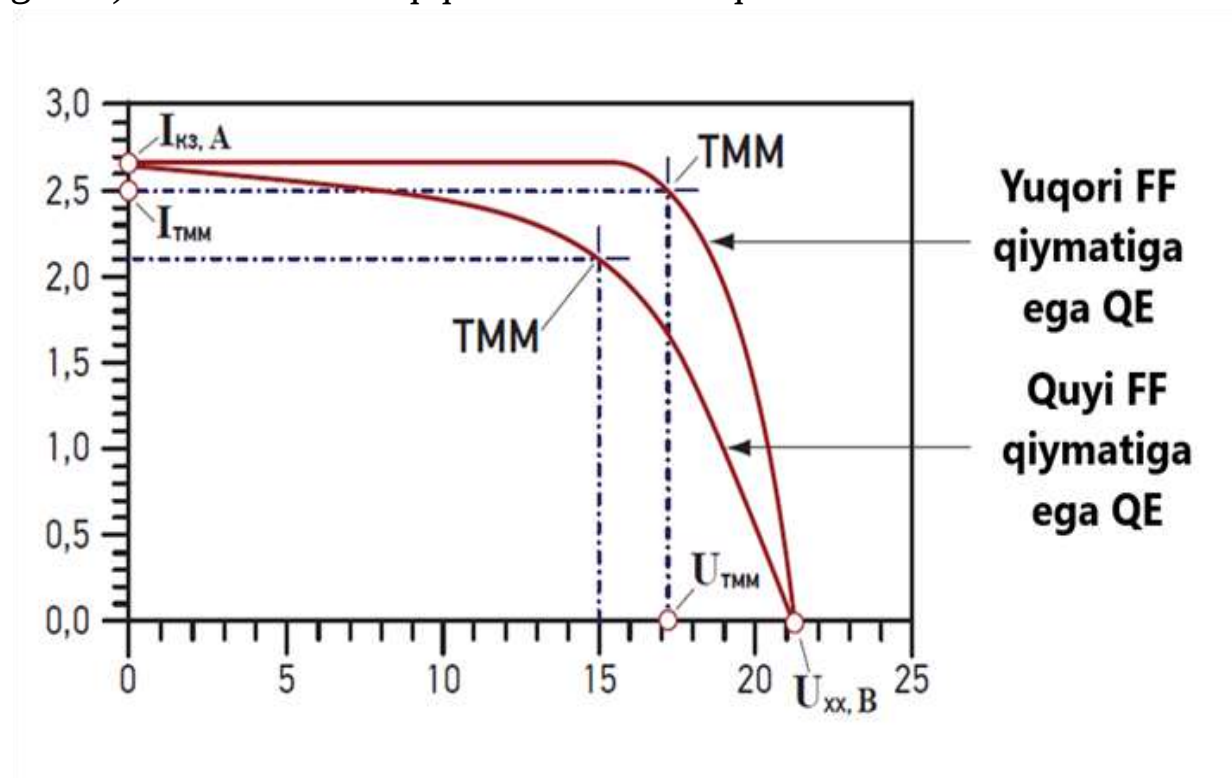
6-rasm. Quyosh elementi volt-ampere tavsifi (VAT) to'ldirish ko'effitsientining grafik jihatdan ko'rinishi

To'ldirish ko'effitsienti volt-ampere egri chizig'ining kvadratik o'lchovi bo'lganligi sababli, egri chiziqning yumaloq qismi kamroq joy egallashi tufayli yuqori kuchlanishli quyosh elementi imkoni boricha yuqori to'ldirish ko'effitsientiga ega bo'ladi.

VAT to'ldirish ko'effitsienti fotoelektrik konvertorning sifatini baholash mumkin bo'lgan asosiy parametrlardan biridir. Odatda yuqori sifatli ommaviy ishlab chiqariluvchi quyosh elementlarining VAT to'ldirish ko'effitsienti 0,7 dan ortiq. Brak qilingan elementlar 0,4 dan 0,65 gacha bo'lgan VAT to'ldirish ko'effitsientiga ega. Amorf elementlar va boshqa yupqa plyonkali fotoelektrik konvertorlar uchun VAT to'ldirish ko'effitsienti 0,4-0,7 ni tashkil qiladi. VAT to'ldirish ko'effitsienti qanchalik katta bo'lsa, ichki qarshilik tufayli elementdagi yo'qotishlar shunchalik past bo'ladi.

7-rasmdagi grafik turli xil to'ldirish ko'effitsientiga ega bo'lgan VAT elementlarini ko'rsatadi. Ko'rinib turganidek, ikkala egri chiziqda bir xil qisqa tutashuv toki va salt yurish kuchlanishi mavjud, ammo

kichikroq VAT to'ldirish ko'effitsientiga ega bo'lgan element (pastki grafik) TMMda kamroq quvvat ishlab chiqaradi.



7-rasm. Turli xildagi to'ldirish ko'effitsientiga ega bo'lgan quyosh elementlarining Volt-ampere tavsifi (VAT)

Ishlab chiqarish jarayonida har bir quyosh elementi sinovdan o'tkaziladi, bunda uning VATi va to'ldirish ko'effitsienti o'lchanadi. Agar to'ldirish ko'effitsienti 0,7 dan kam bo'lsa, u holda element Grade B sifatida baholanadi va super arzon panel ishlab chiqaruvchilariga sotiladi, ular xaridorlarni elementlarning past sifati haqida xabardor qilishlari shart hisoblanadi.

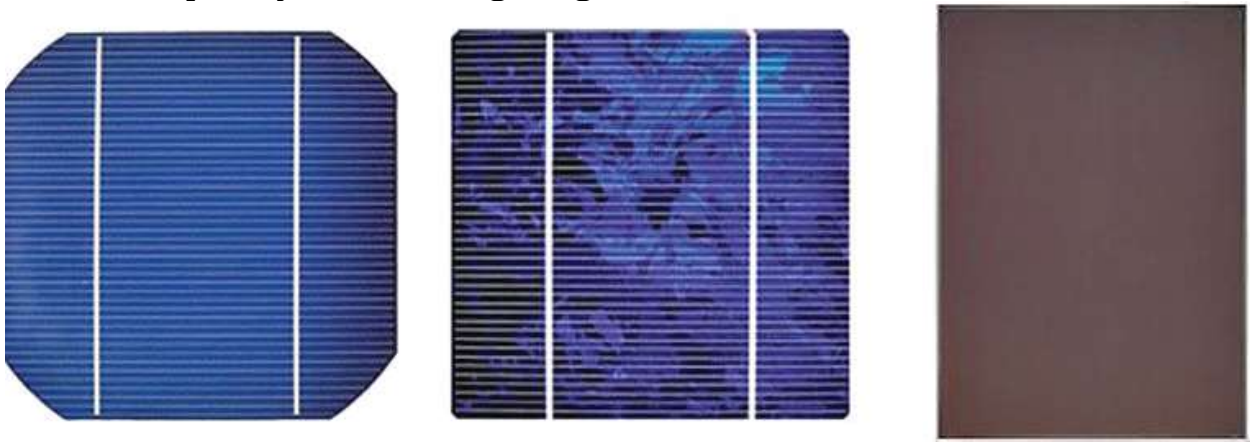
- Foydali ish ko'effitsienti (FIK) ikkita quyosh elementining samaradorligini taqqoslash mumkin bo'lgan eng keng tarqalgan parametrdir. U quyosh elementi tomonidan ishlab chiqarilgan kuchning og'ayotgan quyosh nurlanishining kuchiga nisbati sifatida aniqlanadi. Quyosh elementining o'z samaradorligiga qo'shimcha ravishda, FIK quyosh nurlanishining spektri va intensivligiga va quyosh elementi haroratiga ham bog'liq. Shuning uchun ikkita quyosh elementini solishtirish uchun qabul qilingan standart shartlarga diqqat bilan rioya qilish kerak. Quyosh elementining FIKi elektr energiyasiga aylanadigan og'uvchi energiyaning bir qismi sifatida aniqlanadi.

$$n = \frac{P_{max}}{P_{pad}} * 100\% \quad (4)$$

bunda P_{max} - quyosh elementining maksimal quvvati, V_t ; P_{pad} – tushayotgan quyosh nurlanishining kuchi, V_t .

Quyosh elementlarining turlari

Monokristalli (FIK 21,5% gacha), polikristalli (FIK 14-17%) va amorf kremniyga (FIK 5-8%) asoslangan uch turdagi kremniyli elementlar fotoelektrik qurilmalarda eng keng tarqalgan turlar hisoblanadi (8-rasm). Ushbu turlar orasidagi farq kremniy atomlarining kristallda qanday tashkil etilganligidir.



8-rasm. Monokristalli, polikristalli va amorf quyosh elementlari
Fotoelektrik elementlarda orqa kontakt va turli o'tkazuvchanlikdagi kremniyning 2 qatlami mavjud, ustki qismda metall kontaktlar to'ri va porlashga qarshi yorituvchi qoplama mavjud bo'lib, bu quyosh elementiga o'ziga xos ko'k tus beradi. Quyosh elementlarining (QE) tipik o'lchamlari va ularning elektrik parametrlari 1-Jadvalda keltirilgan.

Galliy arsenid (GaAs) quyosh energetikasida yuqori samarali fotoelektrik elementlarni yaratish uchun istiqbolli materiallardan biridir. Bunday elementlar yuqori FIKga ega (bir o'timli elementlar uchun taxminan 28% [6]). Organik materiallardan foydalanadigan elementlarni ham alohida ajratib ko'rsatish mumkin. Organik bo'yoq bilan qoplangan titan dioksidi (TiO_2) asosidagi fotoelektrik elementlar FIKi taxminan 11% ni tashkil qiladi. Elementning ishlash prinsipi bo'yoqni fotoqo'zg'alishiga va elektronni TiO_2 ning o'tkazuvchanlik zonasiga tez inyeksiyasiga asoslangan.

So'nggi yillarda mis-indiy-diselenid va kadmiy tellurid (CdTe) kabi yupqa plyonkali fotoelektrik elementlar uchun yangi turdagi materiallar

ishlab chiqildi. Bunday quyosh elementlari yaqinda keng qo'llanila boshlandi. Ularni ishlab chiqarish texnologiyalari doimiy ravishda rivojlanib bormoqda, so'nggi o'n yil ichida yupqa plyonkali elementlarning FIKi taxminan 2 baravar oshdi.

1-jadval

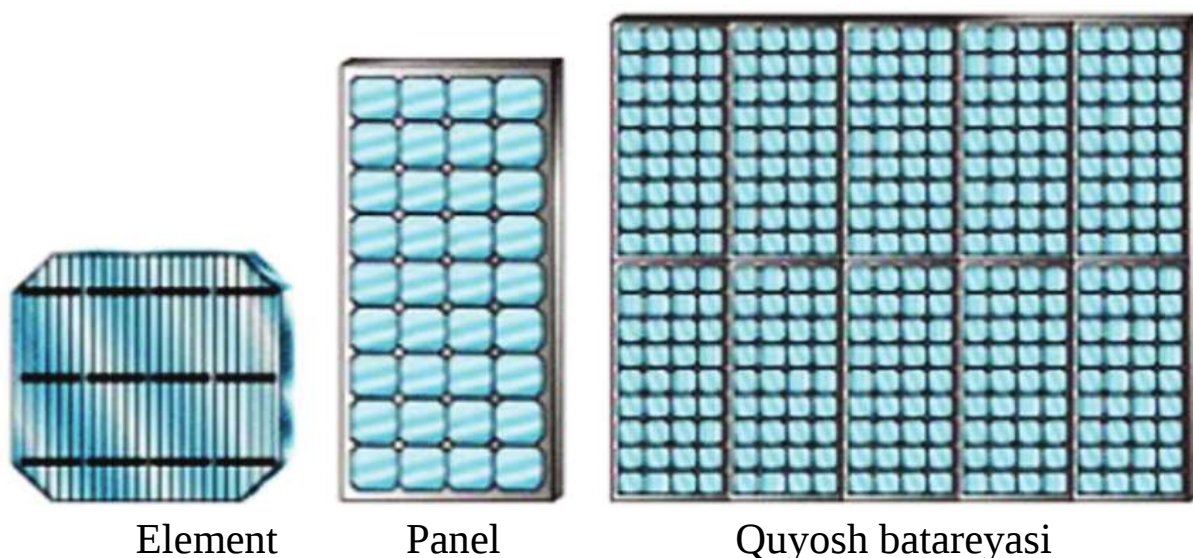
Quyosh elementlarining tipik o'lchamlari va ularning elektrik parametrlari

QE turi	QE o'lchami mm	FIK, %	Maksimal quvvat (P_{TMM}), Vt	Salt kuchlanish (U_{xx}), V	Qisqa tutashuv toki (I_{qr}), A
 6" multi	156x156	16,4	3,99	0,618	8,27
		16,2	3,94	0,616	8,21
		...	...	...	...
		15,0	3,65	0,607	7,77
 6" mono	156x156	17,6	4,21	0,624	8,63
		17,4	4,16	0,623	8,57
		...	...	...	...
		16,0	3,82	0,613	8,08
 5" mono	125x125	17,4	2,59	0,621	5,35
		17,2	2,56	0,619	5,31
		...	...	...	...
		16,0	2,38	0,607	5,08

So'nggi texnologiyalar gibril usullardan foydalanadi. Shunday qilib, ham kristalli o'tishga, ham kristallining tepasida joylashgan nozik yarim shaffof amorfli o'tishga ega bo'lgan elementlar paydo bo'ldi. Kristallar va amorfli kremniy yorug'lik spektrining faqat bir qismini eng samarali tarzda konvertatsiya qilganligi va bu spektrlar biroz farq qilganligi sababli, bunday gibril elementlardan foydalanish quyosh elementining umumiy FIKini oshirishi mumkin. Laboratoriyalarda 45% ga yaqin FIKga allaqachon erishilgan. Albatta, bunday texnologiyalar tez orada ommaviy foydalanishgacha yetib bormaydi, lekin butun dunyoda quyosh elementlarini ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish bo'yicha ishlar doimiy ravishda olib borilmoqda.

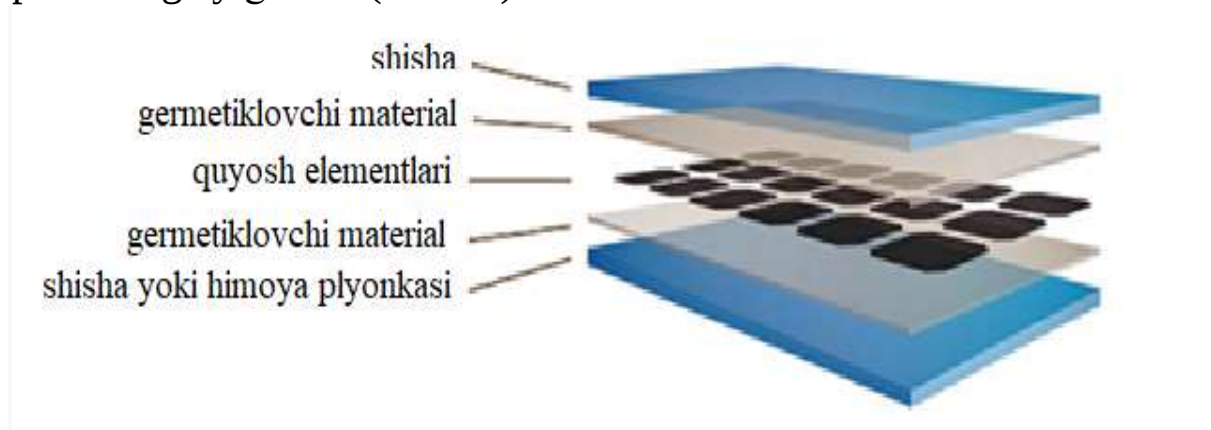
Quyosh panellari

Quyosh panellari (ular fotoelektrik yoki quyosh modullari) quyosh elementlaridan iborat. Bitta quyosh elementi yetarlicha elektr energiyasi ishlab chiqarolmasligi sababli, ko'proq elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun bir nechta ana shunday elementlar quyosh panellariga yig'iladi (9-rasm).



9- rasm. Quyosh elementi, quyosh paneli (fotoelektrik modul), quyosh batareyasi

Quyosh panellari (ular fotoelektrik yoki quyosh modullari) quyosh elementlaridan iborat. Bitta quyosh elementi yetarlicha elektr energiyasi ishlab chiqarolmasligi sababli, ko‘proq elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun bir nechta ana shunday elementlar quyosh panellariga yig‘iladi (9-rasm).



10-rasm. Quyosh panelining tuzilishi. 1. Shisha 2. Germetiklovchi material 3. Quyosh elementlari. 4. Germetiklovchi material 5. Shisha yoki himoya plyonkasi

Panel shisha plitadan tashkil topgan fotoelektrik generator bo‘lib, uning orqa tomonida bir-biriga metall shinalar bilan elektrik bog‘langan quyosh elementlari germetizatsiyalangan plyonkaning ikki qatlami orasiga joylashtirilgan. Germetizatsiyalangan plyonkaning pastki qatlami tashqi ta'sirlardan himoya qatlami bilan himoyalangan. Panel korpusining

ichki tomoniga terminallar bloki biriktirilgan, uning qopqog'i ostida ulanish uchun elektr kontaktlari joylashtirilgan.

Germetizatsiyalovchi material butun yil davomida ochiq havoda ishlaganda quyosh elementlarining to'liq germetizatsiyalanishini ta'minlash uchun zarurdir. Quyosh paneli ichiga havo yoki namlik kirganda, quyosh elementlarining kontaktlari oksidlanadi va buziladi, bu esa panelning ishdan chiqishiga olib keladi. Odatda germetizatsiyalovchi sifatida etilen vinil asetat (EVA) plyonkasi ishlatiladi. Afsuski, u ham fotoelektrik panellarning eskirish omillaridan biridir, chunki u vaqt o'tishi bilan o'z shaffofligini yo'qotadi. Hozir butun dunyoda EVA-plyonkani boshqa materiallar bilan almashtirish bo'yicha ishlar olib borilmoqda, ammo hozirgacha aynan shu material asosan qo'llaniladi. Quyosh panellari turli xil va o'lchamlarda ishlab chiqariladi. Eng tipik – kremniyli quyosh panellari 40-260 $V_{t_{\text{max}}}$ quvvatga ega (ya'ni yorqin quyosh nurida maksimal quvvati 40-260 V_t).

Bunday quyosh paneli 0,4 dan 2,5 m^2 gacha bo'lgan hajmga ega. Panellar ko'proq quvvat uchun quyosh batareyalarida o'zaro bir-biriga ulanishi mumkin (masalan, bir-biriga ulangan ikkita 50 $V_{t_{\text{max}}}$ panel 100 $V_{t_{\text{max}}}$ quvvatli panelga teng). Panellarning FIKi 5 dan 20% gacha o'zgarib turadi, ya'ni quyosh energiyasining aynan shuncha miqdori elektr energiyasiga aylanadi.

Quyosh panelining elektr xususiyatlari

Quyosh paneli kuchlanish va tokning har qanday kombinatsiyasida ishlashi mumkin. Biroq, aslida, u ma'lum bir vaqtda bir nuqtada ishlaydi. Bu nuqta panel tomonidan emas, balki ushbu panel (yoki quyosh batareyasi) ulangan sxemaning elektr xususiyatlari bilan tanlanadi.

Amalda, quyosh paneli yetarli quvvat ishlab chiqarilganda tok va kuchlanishning kombinatsiyasida ishlaydi. Ularning eng yaxshi kombinatsiyasi maksimal quvvat nuqtasi (MQN) deb ataladi. Tegishli kuchlanish va tok U_p (nominal kuchlanish) va I_p (nominal tok) bilan belgilanadi. Aynan shu nuqta uchun quyosh panelining nominal quvvati va FIKi aniqlanadi.

Quyosh panelining akkumulyator batareyasiga (AB) to'g'ridan-to'g'ri ulanishida u hozirgi vaqtda akkumulyator batareyasining kuchlanishiga teng kuchlanishda ishlaydi. AB zaryadlanganda uning kuchlanishi ortadi, shuning uchun panel 10 dan 14,5 V gacha bo'lgan diapazonda ishlashi mumkin (nominal kuchlanish 12 V bo'lgan panel uchun; nominal kuchlanish 24 V bo'lgan panellar uchun kuchlanish qiymatlarini 2 ga ko'paytirilishi kerak). Nima uchun panellarni 12 V

beradigan qilib ishlab chiqarish mumkin emas? Agar bunday qilinsa, panellar faqat sovuq, mukammal holatda va yorqin quyoshdagina ABni zaryadlash uchun zarur bo'lgan kuchlanishni ishlab chiqaradi. Odatda bunday shartlar haqiqatda mavjud bo'lmaydi. Shuning uchun panellarda ABni kam yorug'likda, chang ostida va quyoshda qiziganda zaryadlash imkoniyati uchun kuchlanish bo'yicha zapasi bo'lishi kerak. Mantiqan qaraganda, quyosh panellari issiq havoda yaxshi ishlashi kerak lekin aksincha ular sovuq havoda eng yaxshi ishlaydi. Oddiy sharoitlarda, quyosh paneli $40-45^{\circ}\text{C}$ gacha qizdirilganda, uning quvvati 15-17% ga kamayadi.

Shunday qilib, 12 V kuchlanishli ABni zaryadlash uchun paneldagi kuchlanishni 14,5 V ga (yoki past haroratlarda zaryad olayotganda hatto 15 V gacha) yetkazish kerak. Haqiqiy sharoitda quyosh panelining kuchlanishi nominal kuchlanishdan past. Birinchidan, quyosh paneli qizdirilganda uning kuchlanishi taxminan 0,5 V ga kamayadi. Ikkinchidan, ulanish simlarida kuchlanish yo'qotishlari mavjud. Bundan tashqari, yorug'lik darajasi $1000\text{ Vt} / \text{m}^2$ bo'lishi kamdan-kam hollarda uchrab turadi. Bularning barchasi paneldagi haqiqiy kuchlanishning pasayishiga olib keladi va aslida u 14,5 V ga juda yaqin bo'lib chiqadi. Boshqa tomondan, past haroratlarda kuchlanish nominal kuchlanishdan yuqori bo'lishi mumkin.

Quyosh panelining nominal quvvati

Quyosh paneli kuchlanish va tokning har qanday kombinatsiyasida ishlashi mumkin. Biroq, aslida, u ma'lum bir vaqtda bir nuqtada ishlaydi. Bu nuqta panel tomonidan emas, balki ushbu panel (yoki quyosh batareyasi) ulangan sxemaning elektr xususiyatlari bilan tanlanadi. Amalda, quyosh paneli yetarli quvvat ishlab chiqarilganda tok va kuchlanishning kombinatsiyasida ishlaydi. Ularning eng yaxshi kombinatsiyasi maksimal quvvat nuqtasi (MQN) deb ataladi. Tegishli kuchlanish va tok U_p (nominal kuchlanish) va I_p (nominal tok) bilan belgilanadi. Aynan shu nuqta uchun quyosh panelining nominal quvvati va FIKi aniqlanadi.

Quyosh panelining akkumulyator batareyasiga (AB) to'g'ridan-to'g'ri ulanishida u hozirgi vaqtda akkumulyator batareyasining kuchlanishiga teng kuchlanishda ishlaydi. AB zaryadlanganda uning kuchlanishi ortadi, shuning uchun panel 10 dan 14,5 V gacha bo'lgan diapazonda ishlashi mumkin (nominal kuchlanish 12 V bo'lgan panel uchun; nominal kuchlanish 24 V bo'lgan panellar uchun kuchlanish qiymatlarini 2 ga ko'paytirilishi kerak). Nima uchun panellarni 12 V

beradigan qilib ishlab chiqarish mumkin emas? Agar bunday qilinsa, panellar faqat sovuq, mukammal holatda va yorqin quyoshdagina ABni zaryadlash uchun zarur bo'lgan kuchlanishni ishlab chiqaradi. Odatda bunday shartlar haqiqatda mavjud bo'lmaydi. Shuning uchun panellarda AB ni kam yorug'likda, chang ostida va quyoshda qiziganda zaryadlash imkoniyati uchun kuchlanish bo'yicha zaxirasi bo'lishi kerak. Mantiqdan farqli o'laroq, quyosh panellari sovuq havoda eng yaxshi ishlaydi. Oddiy sharoitlarda, quyosh paneli 40-45 ° C gacha qizdirilganda, uning quvvati 15-17% ga kamayadi.

Shunday qilib, 12 V kuchlanishli AB ni zaryadlash uchun paneldagi kuchlanishni 14,5 V ga (yoki past haroratlarda zaryad olayotganda hatto 15 V gacha) yetkazish kerak. Haqiqiy sharoitda quyosh panelining kuchlanishi nominal kuchlanishdan past. Birinchidan, quyosh paneli qizdirilganda uning kuchlanishi taxminan 0,5 V ga kamayadi. Ikkinchidan, ulanish simlarida kuchlanish yo'qotishlari mavjud. Bundan tashqari, yorug'lik darajasi 1000 Vt / m² bo'lishi kamdan-kam hollarda uchrab turadi. Bularning barchasi paneldagi haqiqiy kuchlanishning pasayishiga olib keladi va aslida u 14,5 V ga juda yaqin bo'lib chiqadi. Boshqa tomondan, past haroratlarda kuchlanish nominal kuchlanishdan yuqori bo'lishi mumkin.

 InEcoEnergo.com	
Model Type	G200M-36
Rated Max Power (Pmax)	200W
Current at Pmax (Imp)	5.82A
Voltage at Pmax (Vmp)	34.4V
Short-Circuit Current (Isc)	6.31A
Open-Circuit Voltage (Voc)	43.2V
Normal Operating Cell Temp (Tnoct)	45°C
Weight	14.00kg
Max System Voltage	1000V DC
All technical data at standard test conditions	
AM=1.5 E=1000W/m ² Tc=25°C	

11-rasm. Quyosh panelining yorlig'idagi ma'lumotlar

Biroq, quyosh panellarining haqiqiy ishlashida STC shartlari kamdan-kam uchraydi. Agar siz uyingiz tomida 250 Vt nominal quvvatga ega panelni o'rnatgan bo'lsangiz, bu har qanday sharoitda undan 250 Vt

quvvat olasiz degani emas. STC haqiqiy sharoitda quyosh panelining samaradorligi va ishlashini aks ettirmaydi. Shuning uchun, panelning parametrlari haqiqatda sodir bo'lganlarga yaqinroq bo'lgan sharoitlarni aniqlashga urinishlar amalga oshiriladi.

So'nggi paytlarda tobora ko'proq ishlab chiqaruvchilar panelning parametrlarini "normal sharoitda" (NOCT), ya'ni $40-45^{\circ}\text{C}$ panel haroratida va $800\text{ Vt} / \text{m}^2$ yoritishda ko'rsatishmoqda. Biroq, NOCT ham panelning haqiqiy quvvatini aks ettirmaydi, chunki quyosh batareyasining ishlashi paytida yorug'lik $1000\text{ Vt} / \text{m}^2$ dan yuqori bo'lishi mumkin va harorat 45°C dan sezilarli darajada past bo'lishi mumkin.

PVUSA (Photovoltaics for Utility Systems Applications) Test Conditions (PTC) sinov shartlari realroq bo'lgan STC o'rniga panellarni solishtirish uchun tobora ko'proq ishlatiladi. Biroq, barcha ishlab chiqaruvchilar ham PTC uchun parametrlarni ko'rsatmaydi. Odatda PTC Amerika bozori uchun ishlab chiqarilgan panellar uchun belgilanadi.

PTC sinov parametrlari quyosh paneli testlari natijalarini STCga qaraganda realroq sharoitlarda ko'rsatadi. PTC shuningdek, $1000\text{ Vt} / \text{m}^2$ yorug'likni nazarda tutadi, lekin harorat STCdagi kabi quyosh batareyasining o'zi uchun emas, balki atrof-muhit havosi uchun normallashtiriladi. Panellar yer sathidan 10 m balandlikda, havo harorati 20°C , shamol tezligi $1\text{ m} / \text{s}$ bo'lgan joyda joylashtirilishi kerak.

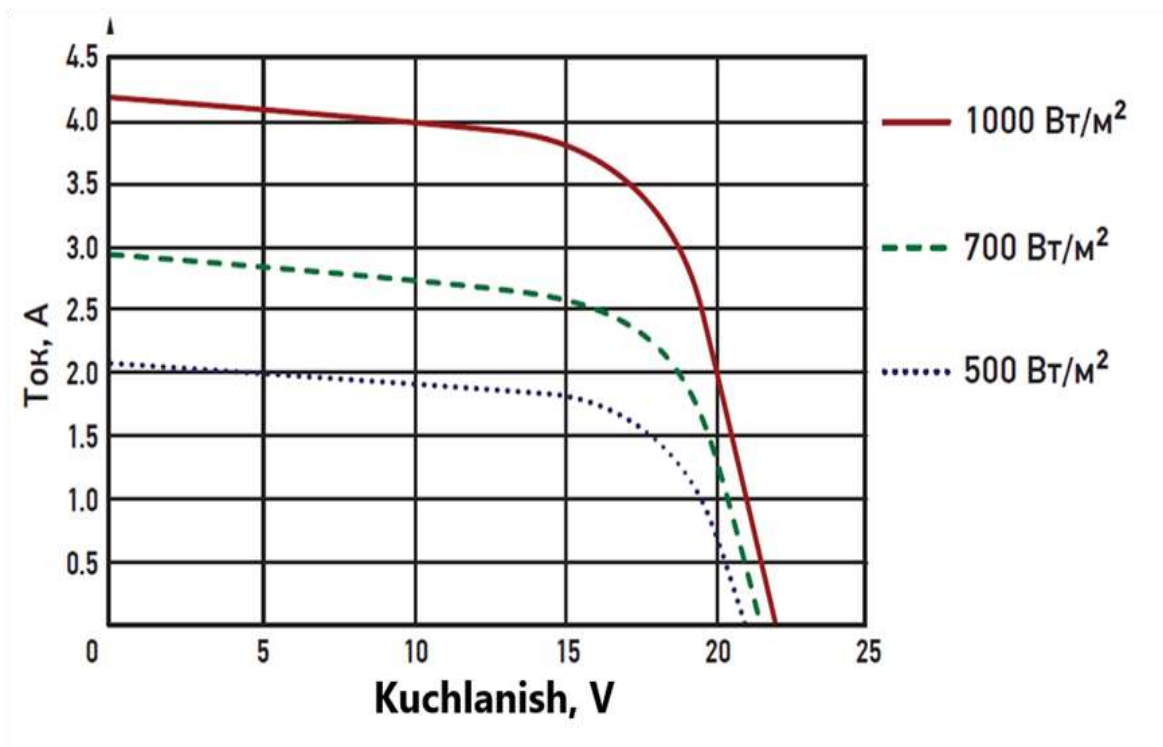
PTC parametrlari STC dan 10-15% kamroq, bu quyosh panellarining haqiqiy ish sharoitlarining ta'sirini aks ettiradi.

Biroq, na PTC, na STC real sharoitlarda panel quvvati o'zgarishiga ta'sir qiluvchi barcha omillarni aks ettirmaydi. Quyosh elektr stantsiyasining ishlashiga ta'sir qiluvchi boshqa omillarni ham hisobga olish kerak, masalan, simlardagi, inverter, kontroller va boshqalardagi yo'qotishlarni. Bu, shuningdek, vaqt o'tishi bilan quyosh panellarining normal degradatsiyasi, chang, kir tufayli quvvatning pasayishi, panellarning haddan tashqari qizishi yoki ularning tundlashishi, ketma-ket zanjirlardagi panellar orasidagi quvvat farqlari va shu kabilar bo'lishi mumkin. Ushbu omillarning ta'siri mavsumga, geografik joylashuvga, o'rnatish usuliga, panellarning azimutiga va moyilligiga qarab farq qilishi mumkin. Shunday qilib, haqiqiy sharoitda quyosh paneli o'zining eng

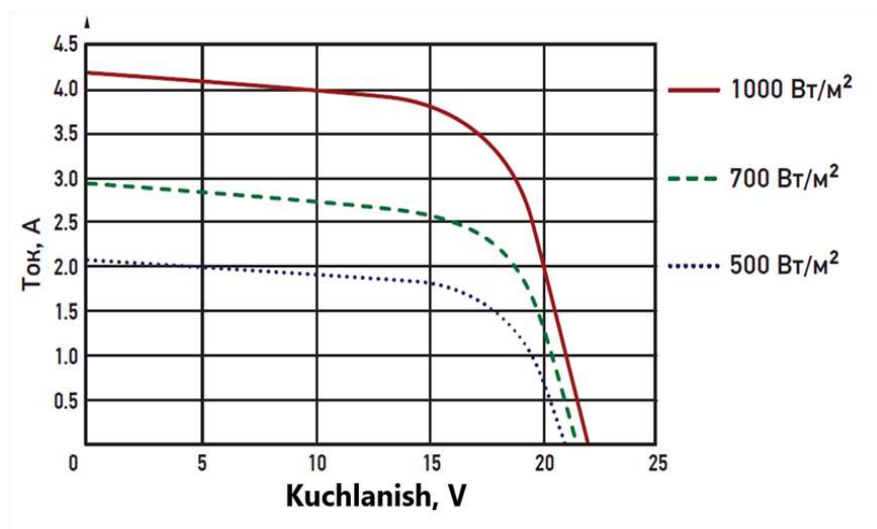
yuqori quvvatining taxminan 75-85 foizini ishlab chiqaradi (etiketkada ko'rsatilgan). Ya'ni, optimal burchak ostida joylashgan va janubga yo'naltirilgan 100 Vt quvvatga ega quyosh paneli yozda o'rnatish usuliga qarab o'rtacha 75-85 Vt ishlab chiqaradi. Albatta, quyosh panelidan to'liq yoki undan ham ko'proq quvvat oladigan kunlar bo'ladi. Quyosh elektr stantsiyasini loyihalashda buni hisobga olish kerak.

Quyosh panelining kuchi deyarli to'g'ri mutanosib ravishda yorug'likka qarab o'zgaradi. Yoritishning ma'lum bir qiymatida panel ishlab chiqarishni to'xtatishi mumkin. Masalan, kristalli panellar uchun bu taxminan 150-200 Vt/m² ni, amorf panellar uchun esa 100 Vt/m² ni tashkil qiladi.

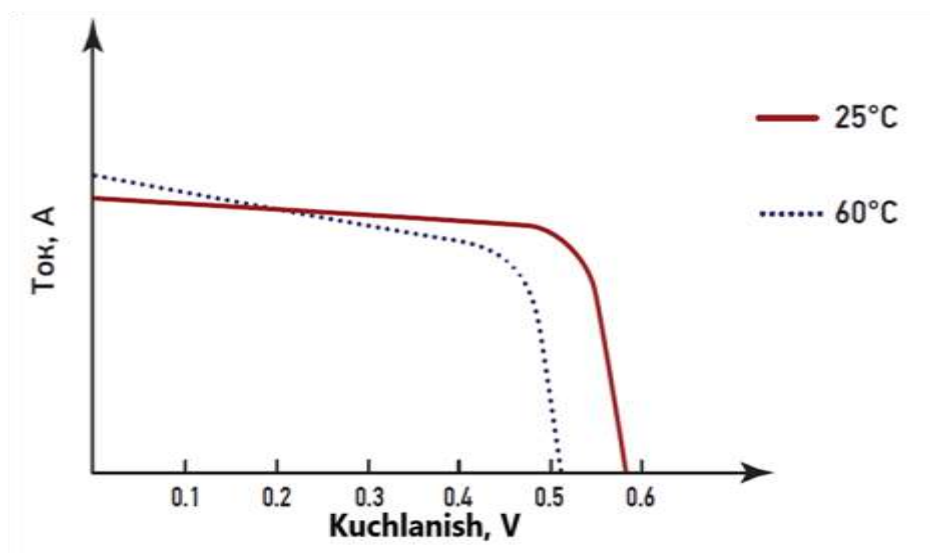
Bundan tashqari, quyosh panelining kuchi uning haroratiga bog'liq va odatda u ko'tarilganida tushadi. Kristalli panellar uchun odatiy harorat ko'effitsienti -0,45% / K (ya'ni har bir daraja uchun panel harorati ko'tarilganda, uning ishlab chiqarilishi 0,45% ga kamayadi). Amorf panellar uchun bu ko'rsatkich odatda 2 baravar kamroq bo'ladi va uch o'tkazmali amorf panellarning so'nggi ishlanmalari hatto ijobiy harorat quvvat ko'effitsientiga ega.



12-rasm. Quyosh panelining yoritilganlikka nisbatan volt-amper tavsifi



13-rasm. Quyosh panelining yoritilganlikka nisbatan volt-amper tavsifi



14-rasm. Quyosh panelining panel haroratiga nisbatan volt-amper tavsifi

Quyosh paneli yorug'lik ta'sirida nafaqat elektr energiyasini, balki issiqlikni ham ishlab chiqaradi. An'anaviy quyosh panelida maksimal quvvat nuqtasida unga tushadigan quyosh energiyasining atigi 10-15% elektr energiyasiga, qolgan qismi esa issiqlikka aylanadi [8]. Quyosh panelini isitishga ta'sir qiluvchi omillar:

- Old yuzadan aks ettirish.

Quyosh panelining old yuzasidan aks ettirilgan yorug'lik elektr energiyasini ishlab chiqarishda ishtirok etmaydi. Bunday yorug'lik minimallashtirilishi kerak bo'lgan yo'qotishlar manbai hisoblanadi. Bundan tashqari, u panelni qizdirmaydi. Shuning uchun panelning maksimal isishi aks ettirish koeffitsienti bilan ko'paytiriluvchi

tushayotgan quyosh nurlanishining kuchi sifatida hisoblab chiqiladi. Shishali old yuzaga ega bo'lgan an'anaviy quyosh paneli uchun aks ettirish ko'effitsienti taxminan 4% ni tashkil qiladi.

- Ishlash nuqtasi va panel FIKi.

Panelning ish nuqtasi va samaradorligi panel tomonidan so'rilgan yorug'likning qancha qismi elektr energiyasiga aylanishini aniqlaydi. Agar quyosh elementi qisqa tutashuv yoki salt yurish rejimida ishlayotgan bo'lsa, u holda u elektr ishlab chiqarmaydi va shuning uchun barcha so'rilgan energiya issiqlikka aylanadi.

- Paneldagi yorug'likning yutilishi.

Quyosh elementi tomonidan panelga yutilmagan yorug'lik ham uni isitishda ishtirok etadi. Yutilgan va aks ettirilgan qaytgan yorug'lik miqdori panelning orqa qatlamining rangi va materiali bilan belgilanadi.

- Infraqizil nurlarning yutilishi.

Quyosh elementining taqiqlangan zonasi energiyasidan kamroq energiyaga ega yorug'lik elektr quvvatiga ta'sir qilmaydi, lekin agar u quyosh elementi yoki panelida so'rilsa, u ularning isishiga hissa qo'shadi. Infraqizil nurlar quyosh elementining orqa yuzasida alyuminiy tomonidan yaxshi yutiladi. Orqa yuzasida alyuminiy bo'lmagan elementlarda infraqizil nurlar yutilmaydi va panel orqali o'tishi mumkin.

Panelni quyosh elementlari bilan to'ldirish darajasi.

Quyosh elementlari quyosh nurlarini samarali qabul qilish uchun maxsus ishlab chiqilgan. Ular issiqlikni sezilarli darajada ishlab chiqaradilar, odatda panelning qolgan qismiga qaraganda ko'proq. Shuning uchun panelni quyosh elementlari bilan to'ldirishning yuqori darajasi yuza birligi uchun ishlab chiqarilgan issiqlik miqdorini oshiradi.

Quyosh paneli quyosh nurlaridan elektr energiyasida tashqari issiqlik energiyasi ham ishlab chiqaradi. An'anaviy quyosh panelida maksimal quvvat nuqtasida, tushgan Quyosh energiyasining atigi 10-15% elektr energiyasiga, qolgan qismi issiqlikka aylanadi.

Quyosh panellarini qizishiga ta'sir qiluvchi omillar:

- Old yuzadan quyosh nurini qaytishi.

Quyosh panelining old yuzasidan aks etgan yorug'lik elektr energiyasini ishlab chiqarishga hissa qo'shmaydi. Bunday yorug'lik minimallashtirilishi kerak bo'lgan yo'qotishlarning manbai hisoblanadi. Bundan tashqari, u panelni isitmaydi. Shuning uchun quyosh panelning maksimal isishini hisoblashda tushayotgan quyosh nurlanishining kuchi qaytarish ko'effitsiyenti bilan ko'paytirilish orqali hisoblanadi. An'anaviy

old qismi shisha bo'lgan quyosh paneli uchun aks ettirish koeffitsiyenti taxminan 4% ni tashkil qiladi.

- Ishlash nuqtasi va panel samaradorligi.

Panelning ishlash nuqtasi va samaradorligi panel tomonidan qabul qilingan yorug'likning qancha qismi elektr energiyasiga aylanishini aniqlaydi. Agar quyosh batareyasi qisqa tutashuvda yoki bo'sh rejimda ishlasa, u holda u elektr energiyasini ishlab chiqarmaydi va shu sababli barcha qabul qilingan energiya issiqlikka aylanadi.

- Paneldagi yorug'likni yutilishi.

Panelda quyosh nuri bo'lmagan element tomonidan yutilgan yorug'lik ham uni isitishda ishtirok etadi. Yutilgan va qaytgan yorug'lik miqdori panelning orqa qatlamining rangi va materialiga qarab belgilanadi.

- Infraqizil nurni yutilishi.

Quyosh elementining bandgap energiyasidan kam bo'lgan energiyaga ega yorug'lik elektr energiyasiga ta'sir qilmaydi, ammo agar quyosh elementi yoki panelga singib ketsa, u ularni isitadi. Infraqizil nur quyosh batareyasining orqa qismidagi alyuminiy tomonidan yaxshi yutiladi. Orqa yuzasida alyuminiy bo'lmagan elementlarda infraqizil nur yutilmaydi va paneldan o'tishi mumkin.

- Quyosh panelini to'ldirish darajasi.

Quyosh elementlari samarali bo'lishi uchun maxsus ishlab chiqilgan faol ravishda quyosh nurlarini yutadi. Ular ishlab chiqaradilar sezilarli darajada issiqlik, odatda qolgan qismdan ko'proq. Shuning uchun panelni to'ldirishning yuqori darajasi yuza birligi uchun ishlab chiqariladigan issiqlik miqdorini oshiradi.

Fotoelektrik tizimlar

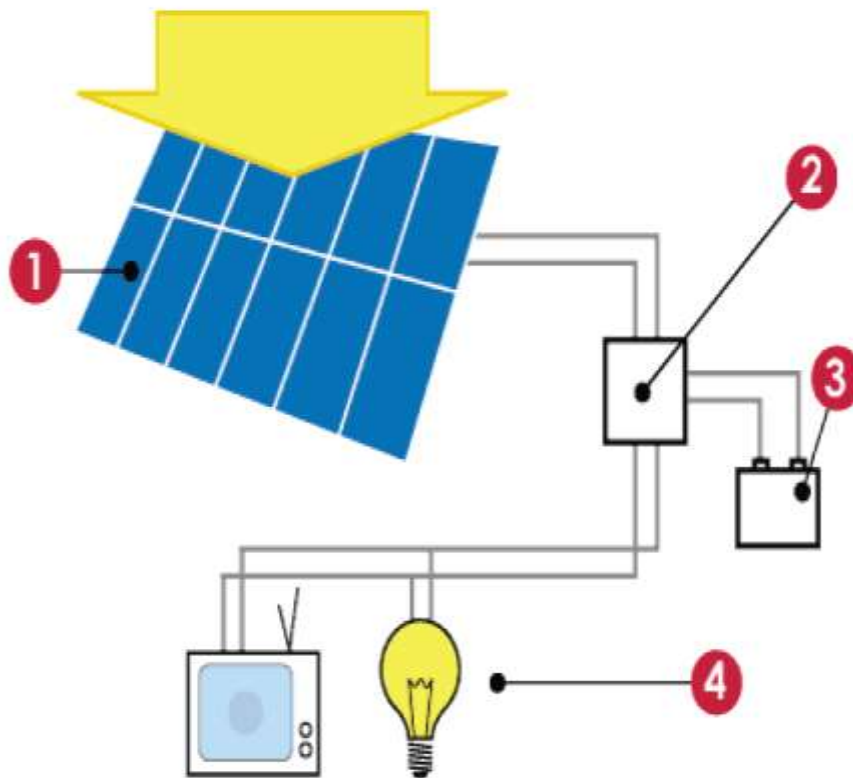
Quyosh batareyalari ishonchli elektr manbai bo'lishi uchun tizimga qo'shimcha elementlar kerak bo'ladi: kabellar, qo'llab-quvvatlovchi tuzilma va tizim turiga qarab (tarmoqqa ulangan, avtonom yoki zaxira), shuningdek elektron invertor va batareyali zaryad kontrolleri. Bunday tizim odatda quyosh fotoelektr tizimi yoki quyosh stantsiyasi deb ataladi.

Quyosh fotoelektr tizimlarining uchta asosiy turi mavjud :

- avtonom, odatda yakka tartibdagi uylarni elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun ishlatiladi.
- Tarmoqqa ulangan.
- zaxira.

Avtonom fotoelektr tizimlari

Avtonom fotoelektr tizimlari markazlashtirilgan elektr ta'minoti tarmog'i bo'lmagan joylarda qo'llaniladi. Tunda yoki yorqin quyosh nuri bo'lmagan davrlarda energiya bilan ta'minlash uchun qayta zaryadlanuvchi batareya (AB) talab qilinadi. Avtonom fotoelektr tizimlari ko'pincha individual uylarni elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun ishlatiladi. Kichikroq tizimlar bazaviy yuklamani (yoritish va ba'zida televizor yoki radio), kattaroq tizimlar esa suv nasosini, radio, sovutgich, elektr asbobini va boshqalarni quvvatlantirishlari mumkin. Bunday tizim quyosh panelidan, boshqaruvchidan, akkumulyatordan, kabellardan, elektr yuklamasidan va qo'llab-quvvatlovchi inshootdan iborat (15-rasm).



15-rasm. Avtonom fotoelektrik tizim:

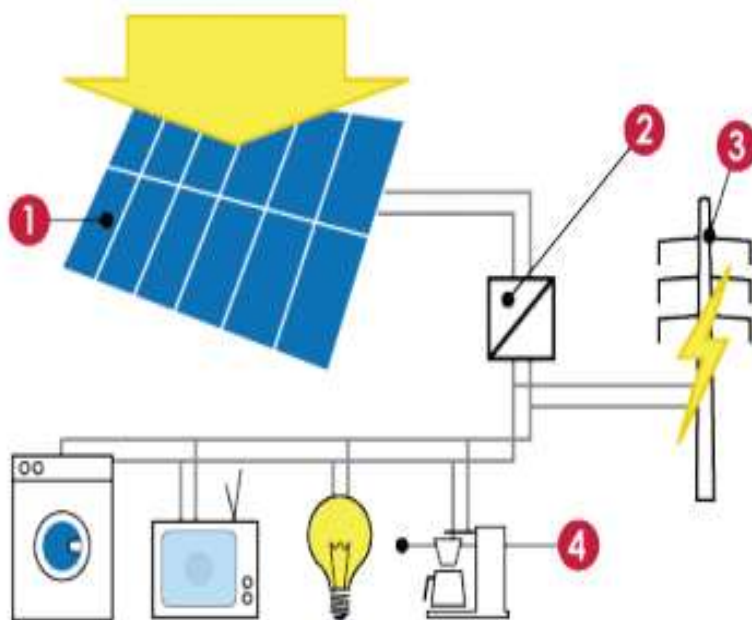
1 - quyosh batareyalari; 2 - boshqaruvchi; 3 - AB; 4 – yuklama

Tarmoqqa ulangan quyosh fotoelektrik tizimlari

Markazlashtirilgan elektr ta'minoti tarmog'i mavjud bo'lganda, lekin toza manbadan elektr energiyasiga ega bo'lish istagi mavjud bo'lsa, quyosh panellari tarmoqqa ulanishi mumkin. Yetarlicha miqdordagi quyosh panellarini ulab, uydagi yuklamaning ma'lum bir qismini quyosh

elektr energiyasi bilan ta'minlash mumkin. Tarmoqqa ulangan fotoelektrik tizimlar odatda bir yoki bir nechta panellardan, invertordan, kabellardan, qo'llab-quvvatlovchi tuzilmadan va elektr yuklamadan iborat bo'ladi (16-rasm). Invertor quyosh panellarini tarmoqqa ulash uchun ishlatiladi. Bundan tashqari, AC panellari deb ataladiganlar mavjud bo'lib, ularda invertor uning orqa qismiga o'rnatilgan.

Ortiqcha elektr energiyasini elektr tarmoqqa sotish mumkin. Agar quyosh energiyasi uchun maxsus oshirilgan tariflar qo'llanilsa, ikkita hisoblagich o'rnatiladi - biri generatsiya uchun, ikkinchisi iste'mol uchun. Shu bilan birga, quyosh batareyasi tomonidan ishlab chiqarilgan barcha elektr energiyasi elektr tarmoqlariga oshirilgan narxda sotilib, uy-joyning elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyoji elektr energiyasini tarmoqlardan oddiy narxda xarid qilish hisobiga ta'minlanadi. Shunday qilib, yil davomida nafaqat elektr energiyasi xarajatlarning nol bo'lishini, balki yiliga nol miqdordagi elektr energiyasi iste'molini ham ta'minlash mumkin (yozda ortiqcha energiya tarmoqlarga beriladi, qishda esa quyosh yetishmovchiligida uy asosan tarmoqlardan quvvatlanadi).

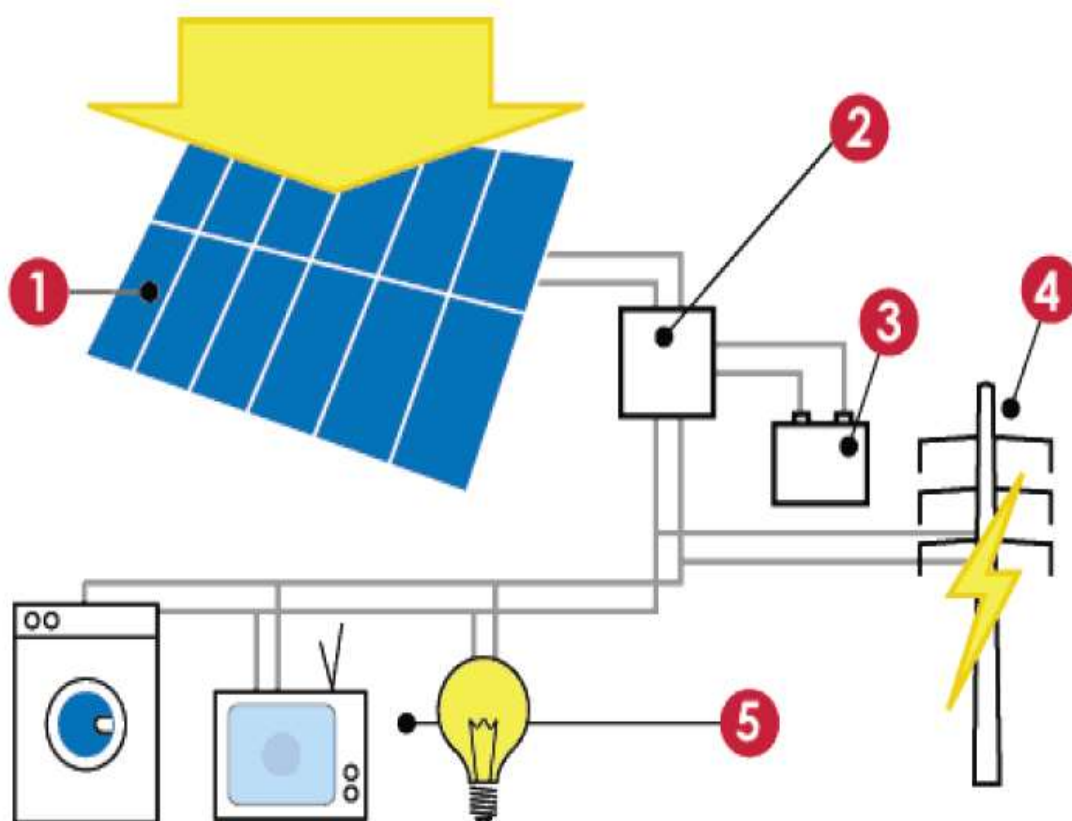


16-rasm. Tarmoqqa ulangan quyosh fotoelektr tizimi:
1 - quyosh panellari; 2 - invertor; 3 - tarmoq; 4 – yuklama

Zaxira tizimlari

Zaxira quyosh tizimlari markazlashtirilgan elektr tarmog'iga ulanish mavjud bo'lgan joyda ishlatiladi, ammo u ishonchsizdir. Zaxira tizimlari tarmoqdagi kuchlanish bo'lmagan davrlarda elektr ta'minoti uchun ishlatilishi mumkin. Kichik zaxira quyosh elektr ta'minoti tizimlari yoritish, kompyuter va aloqa vositalarini (telefon, radio, faks va boshqalar) energiya bilan ta'minlash uchun ishlatilishi mumkin. Katta tizimlar elektr uzilishi paytida muzlatgichni ham quvvat bilan ta'minlashi mumkin. Mas'uliyatli yukni quvvatlantirish uchun zarur bo'lgan quvvat qancha ko'p bo'lsa va tarmoq uzilish davrlari qancha uzoq bo'lsa, fotoelektrik tizimning quvvati shunchalik katta bo'ladi. Agar tarmoq mavjud bo'lsa, tizim odatda unga ulangan holda ishlaydi.

Tizim quyosh panellari, kontroller, akkumulyatorli batareya (AB), kabellar, inverter, yuklama va qo'llab-quvvatlash tuzilmasidan iborat (17-rasm).



17-rasm. Zaxira tizimlari: 1 - quyosh batareyalari; 2 - inverter;
3 - AB; 4 - tarmoq; 5 – iste'molchilar

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. Fourth Edition. – Madison, New York: John Wiley & Sons, Inc., – 2013. P.944.
2. Авезов Р.Р., Орлов А.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. -Ташкент.: Фан, 1988. -288с.
3. Holman J.P. Heat Transfer. New York: Mc Graw –Hill. 1997. - 697 p.
4. Avezova, N.R., Kasimov, F.S., Niyazov, S.K. Experimental investigation of thermal performance and heat efficiency of solar absorption capacious water heating collectors manufactured using local materials / Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika)., 2010, 46(4), P.263-265.
5. Бекман Г., Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии. -М.: Мир.1987. -272 с.
6. Бекман У., Клейн С., Дж. Даффи. Расчет систем солнечного теплоснабжения. -М.: Энергоиздат. 1982.-80 с.
7. Бойлс. Биоэнергия. Технология, термодинамика, издержки. –М.: Агропромиздат. 1987. -152 с.
8. Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. -Л.: Изд.ЛГУ. 1991. -343 с.
9. Вардиашвили А.Б. Теплообмен и гидродинамика в комбинированных солнечных телицах с субстратом и аккумулированием тепла. –Ташкент.: Фан.1990. -196 с.
10. Samiev, K.A., Halimov, A.S. Annual Thermal Performance of the Trombe Wall with Phase Change Heat Storage under Climate Conditions of Uzbekistan / Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika)., 2022, 58(2), P. 297–305
11. Mirzaev, M.S., Samiev, K.A., Mirzaev, S.M. Experimental Study of Distance between Evaporator and Condensate of Inclined Multistage Desalination Plant / Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika)., 2019, 55(1), P. 36–40.
12. Samiev, K.A., Mirzaev, M.S., Ibragimov, U.X. Annual thermal performance of a passive solar heating system with a Trombe wall with phase change materials / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science., 2022, 1070(1), 012022.
13. Raxmatov I.I., Samiev K.A., Juraev Kh. O., Mirzaev M.S. Analysis of the efficiency of a 300kw solar photovoltaic system in the climate of Uzbekistan/E3S Web of Conferences 491, 02011 (2024).

MUNDARIJA

Kirish	3
Quyosh energiyasini boshqa turdagi energiyaga o'zgartirish usullari	5
Yassi quyosh kollektorlari	7
Quyosh isitish tizimlari	20
Quyosh suv chuchitgichlari	32
Quyosh quritgichlari	39
Quyosh issiqxonalari	46
Quyosh konsentratorlari	48
Quyosh energiyasini elektr energiyasiga o'zgartirish	69
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati	91

This image shows a full page of blank white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a template for writing or drawing. There are no margins, text, or other markings present.

[illegible]

[illegible]

K.A Samiyev, M.S Mirzayev

QUYOSH ISSIQLIK VA ENERGETIK QURILMALARI

Muharrir:

E.Eshov

Tex. muharrir:

D.Abduraxmonova

Musahhih:

M.Shodiyeva

Badiiy rahbar:

M.Sattorov

Nashriyot litsenziyasi № 022853. 04.03.2022.

Original maketdan bosishga ruxsat etildi: 27.03.2024. Bichimi 60x84.

Kegli 16 shponli. "Times New Roman" garnitura 1/16.

Ofset bosma usulida. Ofset bosma qog'oz.

Bosma tabog'i 6. Adadi 100. Buyurtma № 329.



“BUXORO DETERMINANTI” MCHJ

bosmaxonasida chop etildi.

Buxoro shahar Namozgoh ko'chasi 24 uy

Tel.: + 998 91 310 27 22