

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI**

**Qo'lyozma huquqida
UDK 662.447÷536.24**

Toyirova Umida Ilhomovna

**QUYOSH FOTO ISSIQLIK O'ZGARTIRGICHNING
INSOLYATSION PASSIV QUYOSH ISITISH
TIZIMLARIDA FOYDALANISH IMKONIYATINI
OSHIRISH**

***Mutaxassislik:* 5A140202 - "Fizika (Lazer fizikasi)"**

Magistr akademik darajasini olish uchun yozilgan

DISSERTATSIYA

**Ilmiy rahbar:
O'zR FA Akademigi K.M. Muqimov**

Buxoro-2017 y.

MUNDARIJA

Kirish	3
I . Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlar va insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlari haqida ma'lumotlar	7
1.1. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlarning tuzilishi va ishlash tamoyili	7
1.2. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining tuzilishi va ish tamoyili. ...	26
1.3. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlar va Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlari sohasida olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar holati.	32
II. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarida Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlardan foydalanish	46
2.1. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining ish tamoyilini nazariy tadqiq qilish	46
2.2. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlar ish tamoyilini nazariy tadqiq qilish. .	65
2.3. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichli Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining ish rejimini matematik modellashtirish	71
III. Tadqiqot natijalarini umumlashtirish.....	80
3.1. Tuzilgan matematik model uchun hisoblash algoritmini yaratish	80
3.2. Hisoblash natijalarining tahlili.	81
Xulosa	87
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.	90

Kirish

“Har kimga ilmiy va texnikaviy ijod erkinligi, madaniyat yutuqlaridan foydalanish huquqi kafolatlanadi. Davlat jamiyatning madaniy, ilmiy va texnikaviy rivojlanishiga g‘amxo‘rlik qiladi”.

(O‘zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi, 42-modda)

Bugun ko‘plab davlatlar, shu jumladan O‘zbekiston ham innovatsiyalarga asoslangan iqtisodiyotni shakllantirmoqda. Biroq, “aqlli” iqtisodiyotni ishlab chiqarishning yangi, zamonaviy texnologiyalari va uslublarini o‘zlashtirmasdan, uni mahalliyashtirish va modernizatsiya qilishni kengaytirmasdan, tayyor mahsulot ishlab chiqish uchun resurs xarajatlarini kamaytirishga yordam beradigan mahalliy xomashyodan yanada keng foydalanmasdan qurib bo‘lmaydi. Istiqlol yillarida O‘zbekistonda Birinchi Prezidentimiz Islom Karimov ko‘magida ilmiy tashkilotlar va oliy o‘quv yurtlari tomonidan yuzlab zamonaviy texnologiyalar hamda ishlanmalar yaratildi. Mamlakatimizni yanada ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning muhim masalalarini hal etishda katta amaliy ahamiyatga ega bo‘lgan ushbu yangiliklar sanoat, qishloq xo‘jaligi, sog‘liqni saqlash, farmatsevtika, axborot-kommunikatsiya, ilm-fan hamda ta’lim sohasida foydalanish uchun mo‘ljallangan. O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasida har bir fuqaroning ilmiy-texnikaviy ijod qilish huquqi va erkinliklari kafolatlangan[1]. Bu borada davlat jamiyatning madaniy, ilmiy va texnikaviy rivojlanishiga g‘amxo‘rlik qiladi. Zero, faqat erkin mamlakatdagina erkin inson erkin ijod qilishi, o‘z kelajagini qurishi mumkin. Mamlakatimizda jahonga mashhur va yutuqlari bilan mamlakatimiz faxrlanadigan bir qancha institutlar faoliyat ko‘rsatmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining “Fizika-Quyosh” ilmiy-ishlab chiqarish birlashmasi Fizika-texnika instituti shulardan biridir. Mazkur ilmiy tadqiqot instituti qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish, geliomaterialshunoslik, asbobsozlik sohasidagi fundamental tadqiqotlari va ilmiy-texnik yutuqlari, shuningdek, unda yuqori malakali ilmiy kadrlar tayyorlanayotgani bilan shuhrat qozongan. Misol uchun,

maxsus suvni quyosh yordamida tuzsizlantirish moslamasi ishlab chiqilgan bo'lib, ulardan kundalik turmushda foydalanish kuniga 100 litrgacha chuchuk suv olish imkonini beradi. Birinchi Prezidentimiz I.A. Karimovning 2010-yil 15-dekabrda qabul qilingan «2011-2015-yillarda O'zbekiston Respublikasi sanoatini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlari to'g'risida»gi qarori qayta tiklanadigan energiya manbalari sohasida ilmiy-tadqiqot va tajriba-konstruktorlik ishlarini faollashtirishda muhim huquqiy asos bo'lib xizmat qilmoqda. Qarorda sanoat tarmoqlari, shu jumladan energetika sohasida tarkibiy o'zgarishlarni yanada chuqurlashtirishga doir muhim vazifalar belgilab berilgan. O'zbekiston Respublikasining «Obod turmush yili» Davlat dasturi, shuningdek, 1-Prezidentimiz I.A.Karimovning 2013-yil 1-martda qabul qilingan «Muqobil energiya manbalarini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi farmonida energiya tejaydigan tizimlarni joriy etish, muqobil energiya manbalaridan keng foydalanishga doir kompleks chora-tadbirlarni ishlab chiqish hamda amalga oshirish ko'zda tutilgan. Ushbu va boshqa dasturiy hujjatlar energiya iste'moli sohasida yuzaga kelayotgan qator masalalarni hal etish, noan'anaviy energetika resurslari, jumladan, quyosh energiyasidan keng ko'lamda foydalanish uchun yangi imkoniyatlar yaratish, quyosh panellari uchun tegishli uskunalar, butlovchi va ehtiyot qismlarni sanoatlashtirilgan holda ishlab chiqarishga xizmat qilmoqda. Shuningdek, «Fizika-Quyosh» ilmiy-ishlab chiqarish birlashmasi Fizika-texnika institutining yarimo'tkazgich quyosh elementlari laboratoriyasi ishlanmalari kunduzgi yorug'lik imkoniyatlaridan samarali foydalanishga yordam beradi. Bu yerda ko'chalar va maydonlarni yoritadigan fotoelektr stansiyalar hamda fotoelektr tizimlar ishlab chiqilmoqda. Ular iste'molchilarni doimiy va o'zgaruvchan kuchlanishga ega elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun mo'ljallangan. Ayni paytda laboratoriya to'rtta patentga ega va ulardan biri kunduzi nafaqat elektr energiyasi, balki issiq suv beradigan fotoissiqlikni o'zgartiruvchi batareya uchun olingan.

1. Magistrlik dissertatsiyasi mavzusining asoslanishi va uning dolzarbligi. Quyosh energiyasini amalda qo'llashning istiqbolli sohalaridan biri

– uni elektr energiyasiga hamda past potentsialli issiqlikka aylantirish va bunday turdagi temperatura potentsialining asosiy iste'molchilari bo'lgan ijtimoiy-maishiy ishlab chiqarish korxonalari, turar-joy binolari va sanoat inshootlarining issiqlik ta'minoti tizimlarida issiqlik manbai sifatida foydalanishdir. Hozirgi paytda Respublikamizda turli inshootlarni faqat qishki isitish ehtiyojlari uchun qazilma issiqlik-energetik resurslarining beshdan bir qismi sarflanyapti. O'z navbatida, Quyosh isitish tizimli sinov obyektlarini ishlatish tajribalarini umumlashtirish natijalari ko'rsatishicha, Quyosh energiyasidan foydalanish hisobiga bu resurslarni 30-40% tejashning real imkoniyatlari mavjud. Mo'tadil iqlimli hududlarda, passiv Quyosh isitish tizimlari orasidan, janubiy devorga joylashgan (odatda katta o'lchamli) shaffof to'siqlaridan Quyosh nurlanish energiyasini to'g'ridan-to'g'ri tushishiga asoslangan insolyatsion tizim ko'p tarqalgan. Insolyatsion passiv Quyosh isitish tizimlarining ustunligi ularning oddiyligi, maxsus geliotexnik qurilmalar (Quyosh nurlanish kollektorlari va akkumulyatorlari)ning, tizim bo'ylab issiqlik tashuvchini harakatga keltiradigan nasos va ventilyatorlarning yo'qligidir, uning arzonligi va ekspluatatsion xarajatlarga umuman ehtiyoj bo'lmasligi ham o'z ahamiyatiga ega.

2.Tadqiqot obyekti va predmeti. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarida joylashgan fotoelektr-issiqlik o'zgartirgichlar va nazariy tadqiqotlar olib borish.

3.Tadqiqot maqsadi. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarida joylashgan fotoelektr-issiqlik o'zgartirgichlardagi issiqlik jarayonlarini nazariy tadqiq qilish.

Tadqiqot maqsadiga erishish uchun quyidagi **ilmiy-texnikaviy vazifalar** belgilab olindi: insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlari va foto-issiqlik o'zgartiruvchilar sohasida olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlarni tahlil qilish; quyosh fotoelektr-issiqlik o'zgartirgichlardagi issiqlik jarayonlarini matematik modellashtirish; matematik model uchun hisoblash algoritmi va dasturiy ta'minot tuzish.

4. Ilmiy yangiligi. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarida joylashgan fotoelektr-issiqlik o'zgartirgichlardagi issiqlik jarayonlarini matematik modellashtirish, hisoblash algoritmini tuzish va sonli tajribalar o'tkazish.

5. Tadqiqotning asosiy masalalari va farazlari. fotoelektr-issiqlik o'zgartirgich va insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining birgalikdagi modelini ishlabchiqish hamda, bunda elektrik analogiya metodidan foydalanish.

6. Tadqiqot mavzusi bo'yicha adabiyotlar sharhi. Tadqiqot bo'yicha adabiyotlar sharhini tayyorlashda asosan nufuzli, impakt faktori yuqori bo'lgan jurnallardan foydalanildi.

7. Tadqiqotda qo'llanilgan metodikaning tavsifi. Elektromagnit analogiya metodi chekli hajmlar usulining issiqlik texnikasidagi modifikatsiyasi hisoblanadi. Bunda qaralayotgan elementning barcha nuqtalarida temperature bir xil deb olinadi hamda elementlar orasidagi temperatura interpolyatsiya metodlaridan foydalanib topiladi.

8. Tadqiqot natijalarining nazariy va amaliy ahamiyati shundan iboratki, bunday turdagi qurilmalardan turar-joy, sanoat va qishloq xo'jaligi binolarida ularni elektr va issiqlik energiyasi bilan ta'minlash imkoniyati oshadi.

9. Ish tuzilmasining tavsifi. Magistrlik dissertatsiyasi 3 bob, 8 bo'lim, ____ sahifadan iborat.

I . Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlar va insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlari haqida ma'lumotlar

1.1. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlarning tuzilishi va ishlash tamoyili

Sanoat va qishloq xo'jaligi texnologik jarayonlari, isitish va issiq suv ta'minoti hamda havoni mo'tadillash uchun past va o'rta temperaturali issiqlik ishlab chiqarish quyosh energiyasidan foydalanishning asosiy yo'nalishlaridan biridir. Respublika yoqilg'i-energetik balansi hisobidagi energiya miqdorining 25% isitish va issiq suv ta'minotida iste'mol qilinadi. Shuningdek, respublikaning radiatsiya-iqlim sharoitida isitish va issiq suv ta'minoti uchun quyosh energiyasidan foydalanish texnikaviy va iqtisodiy nuqtai nazardan eng samarali hisoblanadi.

Eng qulay iqlim sharoitiga ega bo'lgan janubiy mintakalarda uy-joy-kommunal xo'jalik sohasida iste'mol qilinadigan umumiy issiqlik miqdorining 50-70% issiq suv ta'minotida ishlatiladi. Individual xo'jaliklar rivojlanishi bilan quyosh qurilmalariga (avtonom va ekologik toza energiya manbai sifatida) bo'lgan talab ortib boradi.

Quyosh nuri yordamida olinadigan issiqlikni tejamli va kam xarajat sarf qilib hosil qilish uchun quyosh gelio qurilmalari bilan issiq suv nasoslarini birgalikda ishlatilishi, kelajakda odatdagidek ishlatilib kelayotgan issiqlik qurilmalaridan berilayotgan jami issiqlik miqdorining 30-50% tashkil etadi.

Issiqlik energiyasini hosil qiluvchi tabiiy yoqilg'ilar neft, gaz va boshqalar milliy boyliklardir. Shu sababli tugamaydigan tabiiy quyosh energiyasidan foydalanish hozirgi davrda dolzarb masalalardan biri bulib turibdi [2-3],[27].

Hozirgi vaqtda quyoshli fotoelektrik o'zgartirgichlarning iqtisodiy ko'rsatkichlari bo'yicha energiya olishning an'anaviy usullari bilan raqobatlasha olmaydi. Shuning uchun ularning amaliy qo'llanilish sohasi elektr uzatmalarning markazlashgan chiziqlaridan elektr energiya keltirilishi murakkab avtonom dizel-generatorlar uchun yoqilg'i keltirish esa iqtisodiyot tarafdin maqsadga muvofiq bo'lmagan joylarda joylashadigan kichik avtonom uskunalari hisoblanadi.

Quyosh energiyasidan foydalanishga aniq misollar: haydaladigan yaylovlardagi cho‘ponlar uylarini, ko‘chmanchi asalarichilikda pasekali elektr jihozlarini energiya bilan ta‘minlash, gidrometerorologik va radiogeodezik stansiyalar apparaturasini qiyin etib boradigan joylarda (tog‘ va cho‘lli) elektr bilan ta‘minlash, mini-sovutgichlarni vaksinalar, zardoblar va boshqa tibbiy moddalarni qishloq hududi va dala gospitallarida saqlash va tashish uchun, suvdagi navigatsion belgilar va quduqlardagi drajli belgilarni, dala sharoitlarida akkumulyatorlarni zaryadlash uchun elektr bilan ta‘minlash.

Bu hollarda birinchi o‘rinda quyosh fotoelektrik o‘zgartirgichlarning boshqa yaxshi xossalari bo‘ladi: ishonchliligi, avtonomligi, mobilligi, shovqinsizligi, ekologik tozaligi, xizmat ko‘rsatishga zarurat yo‘qligi, uzoq kafolatli xizmat muddati, tashishda ixchamligi va h.k.

Ko‘rsatilgan maqsadlar uchun quyosh energiyasining eng istiqbolli maqsadlaridan biri – kremniy asosidagi quyoshli elementli ko‘chma yoki mobil fotoelektrik uskunalarni hosil qilish bo‘lib, u FIKI 15% va quvvati 2 dan 100 W gacha bo‘lgan quyosh sochma nurlanishini to‘g‘ri va tashkil etuvchanligini energiyasini o‘zgartiradi. Pastki quvvat chegarasi 8 V li keng ommaviy avtomobil akumulyatorlarini o‘zaro tutashish imkoniyati bilan bog‘liq bo‘lib, u kechki payt foydalanilganda energiyani akkumulyasiyalash uchun mo‘ljallangan yuqorigi qiymat yengil avtomobil yoki hayvonlar masalan, yo‘l bo‘lmagan sharoitlarda otlar yordamida tashilganda elektrik uskunalar og‘irligi bilan o‘lchanadi.

Quyoshli fotoelektrik o‘zgartirgichlarning bu unikal sifatleri UzNIIME ning O‘zFAning «Fizika-Quyosh» IIT Fizika-texnik instituti bilan birgalikda ishlab chiqilgan avtonom quyoshli elektr ta‘min manbasida ishlatilgan (AQEM).

– kuchlanish stabillashtiruvchilari; 7 – 12Vli doimiy tokni 220 Vli o‘zgaruvchan tokka kuchlanish o‘zgartirgichi (invertor).

Fotoelektrik batareyalar va akkumulyatorning kuchli metall himoyasi sababli AQEM zarb ishonchliligiga va vibratsiyaga bardoshlilikka ega bo‘lib, bu undan turli-tuman va og‘ir tashish sharoitlarida va tez-tez qayta dislokatsiya vaqtida foydalanishga imkon beradi. Quyosh batareyasining yuklash volt-amper tavsifi Toshkent shahri sharoitida $E_{tush}=810 \text{ Vt/m}^2$, $t=10^\circ\text{C}$ da o‘lchangan va QB quvvati yuklamadagi kuchlanishga bog‘liq. Volt-amper tavsifidan ko‘rinishicha, optimal yuklama nuqtasida ($V=14,5 \text{ V}$ va $I=1,3 \text{ A}$) quyoshli batareya quvvati 9 Vt ni tashkil etadi. QB sinovlari shuni ko‘rsatadiki, akkumulyator batareyasi (AB)dagi o‘rtacha kunlik yig‘iladigan energiya noyabr uchun 12-13 As va dekabr uchun taxminan 10 As. Quyosh batareyasini burganda va uni quyosh orientirlaganda 28 As hajmli 24BSSA 38RS akkumulyatorini zaryadlash amalga oshiriladi. Akkumulyatorni avtomatik zaryadlash uchun «zaryad-zaryadsizlash» nazorat uskunasi yoqilib, u zaryad toki va kuchlanish kattaligini kuzatadi, bu bilan akkumulyator uchun zararli bo‘lgan qayta zaryadlash tartibini oldini oladi, shuningdek, oldingi panelga chiqarilgan yorug‘lik diodidagi tablo yordamida akkumulyatorning zaryadlanganlik darajasi haqida xabar beradi.

Avtonom ko‘chma elektr ta‘minot manbai quyidagi texnik tavsiflarga ega:

- Doimiy 3,5;6;9 va 12;
- O‘zgaruvchan 220;
- Elektr hajmi, A.s 28;
- Quyosh batareyasiningishchi toki 1,2;
- Gaborit o‘lchamlari, mm 350·250·150;
- Og‘irligi, kg 15.

Ishlab chiqilgan avtonom quyoshli ko‘chma elektr ta‘minot manbaining ishlatilish sohalari turli-tuman, xususan:

- Elektr britvalar, yoritish fanarlari, portativ radioqabul qilgichlar, magnitafonlar, televizorlar, audiopleyrlar, kofemaydalagichlar, mikserlar va boshqa maishiy texnikani elektr ta‘minoti bilan ta‘minlash;

- Dala radiostansiyalari va «Altay» turidagi radiotelefonlar, «Mitti» turdagi elektr nasoslar, dala stanlarining ichki va tashqi yoritilishi, yaylov va haydash chorvachiligidagi elektr ta'minot manbai;

- Tibbiyot va veterinariyada vaksinalar, zardoblar va boshqa dori-darmonlarni saqlash va tashish uchun 12l gacha foydali hajmga ega termaparali sovutkichlar bilan birgalikda elektr ta'min manbai;

- Paseka elektr pichog'i uya romlarida tirqichlar ochuvchi elektrdrellar, ko'chmanchi asalarichilikda uya romlarini elektr yordamida o'stirish uchun elektr ta'minot;

- Gidrometeroxizmat va giologoqidiruvdagi radioaloqa uskunalari apparaturasining elektr ta'minot manbai;

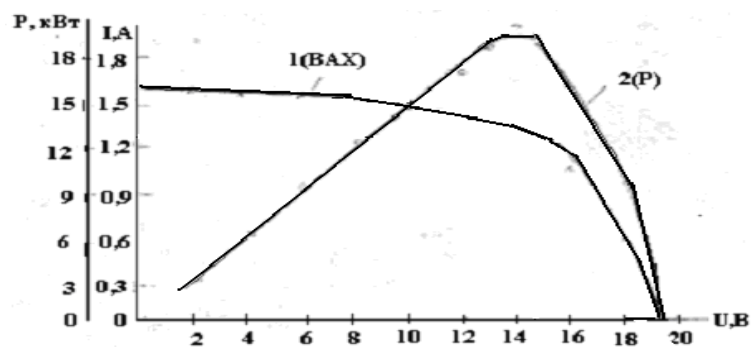
- Dala sharoitlarida akkumulyatorlarni zaryadlash avtomobil kameralarini elektrovulkanizator yordamida tamirlash (masalan, avtoturist uchun).

AQEMdan turmushda va bir qator ishlab chiqarish maskanlarida foydalanish katta ahamiyatga ega, birinchidan bu markazlashgan elektr tarmog'idan uzoqdagi joylarni elektrlashtirishning eng ma'qul varianti. Ikkinchidan, AQEMdan maishiy ehtiyojlarda foydalanish chekka tumanlarda yoki cho'l joylarda yashaydagan kishilar xayotining sanitar-gigienik va ijtimoiy – maishiy sharoitlarni yaxshilaydi. Uchinchidan, galvonik elementlar tejaladi va atrof-muxitni ifloslanishi bartaraf etilishi xisobiga saqlanadi. To'rtinchidan radio va telealoqa portativ va mobil vositalarning xisobiga ishlab chiqarish aloqadorligining tezkorligi oshadi. Beshinchidan, dala sharoitlarida tibbiy xizmat ko'rsatish sifati oshadi. Nixoyat, AQEM-3 tabiatlarida, baliq ovi va ovda juda zarur.

AQEM namunaviy ro'yxati 1.1.1-jadvalda keltirilgan turli uskunalarning ishga yaroqliligini ta'minlaydi.

1.1.1-jadval

Iste'molchi	Iste'mol kuchlanishi	Ish uzluksizligi, soat
Radioqabul qilgich, magnitafon	6;9;	Kun davomida
«Altay» turdagi dala radiostansiyasi	220	Kun davomida
«Mitti» elektronasosi	12	8
Kunduzgi kun yoritkichi «Trans-avto»	12	15
«Semurg'» televizori	12	11
«Elektronika» televizori	12	15
Uchramli elektr yuritmalı radial asal haydagich	12	4,2
Pechen elektropichog'i	12	1,0
Asalari romlarini elektr navashchevateli	12	1,5
Audiopleyer	3,5	Kun davomida
Yoritish fanari (100 Vt)	3.5; 6;9;12	12
Termoelektrik mini-sovutkich	12	Kun davomida
Elektr britva	220	Kun davomida
Avtomobil statori	12	-
Termoparali sovutkichlar (foydali xajmi 12 l)	12	
Avtomobil akkumulyatorlarini zaryadlash (kuniga 14 a.soatgacha)	12	Kun davomida

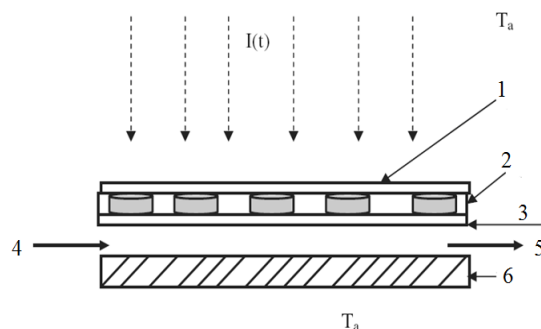


1.1.3-chizma. Quyosh fotoelektr batareyasining yuklanish volt-ampere tavsifi (VAT) va uni quvvati R ning $E_{pod}=810 \text{ Vt/m}^2$ va $t=10^0\text{S}$ dagi yuklanishda kuchlanishning bog'liqligi. Bundan tashqari AQEMdan foydalanish iqtisodiy tarafdin ma'qul. Masalan, bahorgi yoz-kuzgi davrdagi 1 fasllik ish (8-9 oy) davomida AQEM shuncha elektr energiya ishlab chiqaradiki, bunda 3,0...5,0 ming ORION turdagi galvanik elementlardan energiya olish mumkin. 1 ta galvanik element uchun 50 so'm narxda yiliga 150,0-250,0 ming so'm tejalishiga barobar. AQEM xizmat muddati deyarli chegaralanmagan (batareya akkumulyatorlarini davriy ravishda almashtirish sharti bilan)ligini hisobga olsak, u holda AQEMdan foydalanishning iqtisodiy maqsadga muvofiqligi ijtimoiy-maishiy va sanitar-gigienik samalarini jadal ishlatilganda AQEM deyarli 1 yilda o'zini qoplaydi.

Quyosh fotoelektr issiqlik o'zgartirgichlarning asosiy vazifasi quyosh nurlarini elektr va issiqlik energiyasiga aylantirishdan iboratdir. Quyosh energiyasini bitta qurilmaning o'zida issiqlik va elektr energiyasiga aylantirish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar yildan-yilga ortib bormoqda. Quyosh energiyasini elektr va issiqlik energiyasiga aylantirib beruvchi modullar quyidagi turlarga bo'linadi: tarmoqqa ulangan modullar; avtonom tizimlar va konsentratorli quyosh fotoelektr issiqlik qurilmalari

1.1.4-chizmada quyosh fotoelektr issiqlik o'zgartirgichning umumiy ko'rinishi tasvirlangan bo'lib, uning asosiy elementlari shisha, fotoelement, fotoelementning metall asosi, issiqlik tashuvchi (suyuqlik yoki gaz)

harakatlanuvchi quvur, qurilma asos (foydalanish joyiga qarab shaffof yoki shaffof bo'lmagan jism) laridan iborat[35]



1.1.4-chizma. Quyosh fotoelektr issiqlik o'zgartirgich-ning umumiyko'rinishi: 1- shisha; 2- foto-element; 3- fotoelement asosi; 4- issiqlik tashuvchi kirivchi tirqish; 5- issiqlik tashuvchi chiquvchi tirqish; 6- qurilma asosi.

Quyosh fotoelektr issiqlik o'zgartirgich sirtiga quyosh nurlari tushadi va yarimo'tkazgichli fotoelementda elektr energiyasi hosil bo'ladi. Quyosh nurlarining fotoelementda qisman yutilishi hisobiga uning temperaturasi ortadi. Temperaturaning ortishi fotoelement foydali ish koeffitsiyent (F.I.K.) ining tushishiga olib keladi. F.I.K. ning tushishini oldini olish maqsadida fotoelementning asos qismidan issiqlik tashuvchi yordamida issiqlik miqdori muntazam olinadi. Issiqlik tashuvchi sifatida foydalanish joyiga qarab suyuqlik yoki gaz olinadi.

Quyosh fotoelektr issiqlik o'zgartirgichning geometrik va issiqlik-fizikaviy parametrlari 1.1.2-jadvalda keltirilgan. Yarim o'tkazgichlarning foto o'tkazuvchanligi ularning foto sezgirligiga bog'liqdir. Agar berilgan kristall tushayotgan nurlanish energiyasini sezmasa, foto o'tkazuvchanligi ham 0 ga teng bo'ladi. Tushayotgan yorug'likni sezishi va yorug'likning ortishi bilan kristallning foto o'tkazuvchanligi ortib boradi. Shuning uchun fotoelektrik asbob tayyorlashda yarim o'tkazgichlarning foto sezgirligini tekshirish zarur.

1.1.2-jadval. Quyosh fotoelektr issiqlik o'zgartirgichning geometrik, issiqlik-fizikaviy parametrlari va qiymatlari

Element nomi	belgi- lanishi	Qiymat	birli gi	Element nomi	belgi- lanishi	Qiymat	Birligi
qurilmaning uzunligi	X	0.24	m	qurilma eni	W	0.24	M
shishaning qalinligi	L_T	0.004	m	fotoelement qalinligi	L_q	0.004	M
havo harakatlanuvchi qu-vurning qalinligi	D	0.01	m	qurilma asosining qalinligi	L_{as1}	0.002	M
shishaning nur qaytarish koeffitsiyenti	β_{sh}	0.02		fotoelement asosining qalinligi	L_{as}	0.002	m
shishaning nur yutish ko- effitsiyenti	α_{sh}	0.03		shishaning nur o'tkazish koeffitsiyenti	τ_{sh}	0.95	
fotoelementning nur yu-tish koeffitsiyenti	α_q	0.9		fotoelementning nur qaytarish koeffitsiyenti	β_q	0.08	
shishaning issiqlik o't- kazuvchanlik koeffitsi-yenti	K_t	0.81	$\frac{W}{m \cdot grad}$	fotoelement asosining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti	K_{as}	0.055	$\frac{W}{m \cdot grad}$

Yarim o'tkazgichdan tayyorlangan har bir fotoelementning xossalarini va qaysi sohada qo'lanish chegarasini ko'rsatuvchi qator parametr va xarakteristikolari mavjuddir. Bularga foto elementning integral sezgirliigi va spektral xarakteristikasi kirib bular o'z navbatida yarim o'tkazgichning foto

sezgirlikiga bog'liqdir. Fotoelementning integral sezgirlik deb temperaturasi 2840 Kelvin bo'lgan volfram simli lampadan chiqayotgan yorug'likning spektral tarkibiga mos kelgan har xil to'lqin uzunligiga ega bo'lgan yorug'lik energiyasining foto elementga tushayotgan birlik oqimiga to'g'ri kelgan qisqa ulanish tokiga aytiladi. Foto elementning integral sezgirlikini "K", qisqa ulanish tokini $i_{q,u}$, yorug'lik oqimini F bilan belgilasak:

$$K = \frac{i_{q,u}}{\phi} . \quad (1.1.1)$$

Biz bu yerda qisqa ulanish toki foto elementga tushayotgan yorug'lik intensivligiga chiziqli bog'langan deb ko'rdik. Bunday shart ma'lum intervalda bajarilishi mumkin. Umumiy holda esa qisqa ulanish foto toki yorug'lik intensivligiga murakkab bog'langandir yorug'lik foto elementda faqat elektron-teshik juftinagina hosil qilmasdan, balki boshqa parametrlarni ham o'zgartirishga olib keladi. Masalan: rekombinatsiya ortadi, o'tish qarshiligi kamayadi va hokazo.

Umumiy holda, tashqi qarshilikdan o'tayotgan foto elementdagi foto tok quydagisha yoziladi:

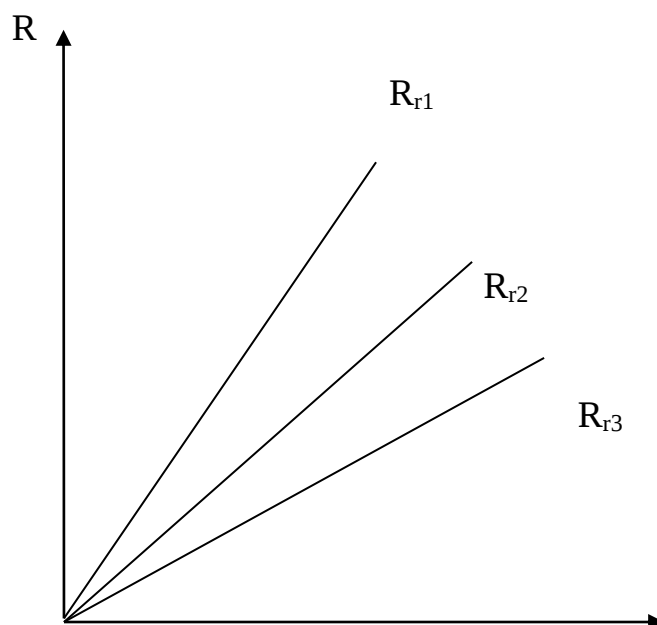
$$I_{\phi} = \frac{K\Phi}{(R_K + R_T) \left(\frac{1}{R_{p-n}} + \frac{1}{R_{SH}} \right) + 1} , \quad (1.1.2)$$

bunda R_K -fotoelementning ketma-ket qarshiligi, R_T -tashqi qarshilik, R_{p-n} - o'tish qarshiligi, R_{SH} - Shunt qarshilik. Agar fotoelement zanjirida qisqa ulanish ro'y bersa,

$$I_{\phi} = \frac{K\Phi}{R_K \left(\frac{1}{R_{p-n}} + \frac{1}{R_{SH}} \right) + 1} , \quad (1.1.3)$$

Fotoelementga tushayotgan nurlanish intensivligi juda kichik bo'lsa, R_K qarshilik p-n o'tish va shunt qarshiliklariga qaraganda ancha kichik bo'ladi, ya'ni, $R_K \ll R_{p-n}, R_{sh}$ shuning uchun (1.1.3) ni

$$I_{q.u} = R\Phi \quad (1.1.4)$$



1.1.1-grafik. Tashqi qarshilikdan o'tayotgan tokning fotoelementga tushayotgan yorug'lik oqimiga bog'liqligi.

Tashqi qarshilik ulanishi bilan bunday bog'lanishi buzuladi 1.1.1.- grafikdan ko'rinadiki intensivlik ortib borishi bilan chiziqli bo'g'lanish buzula boradi va tashqi qarshilik roli orta boradi. Tashqi qarshilik ortishi bilan chiziqli bog'lanishdagi og'ish orta boradi. Tajribada ko'rsatadiki, kremniy fotoelementinig integral sezgirligi germaniy foto elementidan sezgirligini 3-5 marta kichik bo'ladi. Bu kremniy fotoelementi sezgirligini spektral taqsimoti xarakteriga bog'liqdir. Chunki germaniyda qizil chegara 1,7 mk atrofida bo'lsa kremniyda esa 1mk atrofida bo'ladi. Bunday bo'lishiga qaramay kremniy fotoelementi germaniy fotoelementidan afzalroqdir. Fotoelementning boshqa xarakteristikalaridan biri spektral sezgirligidir. Har xil yarim o'tkazuvchanlardan tayorlangan fotoelementlarning berilgan monoxramatik nurlanishiga nisbatan sezgirligi har xil bo'ladi. Shuning uchun fotoelementning spektral sezgirligining eng asosiy haraktiriskalardan biri bo'lib hisoblanadi. Buni bilish

fotoelementning qaysi sohada qo'lash zarurligini aniqlashga imkon beradi. Fotoelementning spektral sezgirligini "K" belgilasak,

$$K = \frac{j_{\kappa, y}}{\Phi} , \quad (1.1.5)$$

munosabat orqali aniqlanadi. Bunda Φ - monoxramatik nurlanish intensivligi. Fotoelementni xarakterlash uchun bitta to'lqin uzunligiga mos kelgan spektral sezgirligini bilish yani to'lqin uzunliklari bo'yicha spektral sezgirligini bilish zarurdir, bu sohada juda ko'p tajribalar qilingan bo'lib shulardan. Spektral xarakteriskalardan ko'rinib turibdiki, maksimal sezgirlik germaniy fotoelementida 1.5 mk, kremniy fotoelementida 0,8 mk oraliqda yotar ekan. Tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligi yana ortishi bilan germaniy fotoelementida 1.7 mk va kremniy fotoelementida esa 1 mk dan boshlab sezgirlik birdaniga pasayib ketadi. Haqiqatan ham, bu to'lqin uzunliklar germaniy va kremniy uchun qizil chegara 0.72 eV va 1.12 eV ga mos keladi. Bu qiymatlar o'z navbatida germaniy va kremniy elementlari uchun man qilingan zonaning energetik qiymatiga tengdir. Temperatura pasayishi bilan sezgirlikning chegarasi qisqa to'lqin tomon siljib boradi. Bunga sabab temperatura pasayishi bilan yarim o'tkazgichlarning man qilingan zonasining ortib borishdir. Bu ortib boorish qonunini quydagicha yozish mumkin.

$$E_g = E_g - (0) - aT , \quad (1.1.6)$$

bunda $E_g(0)$ –absolyut temperatura nolga teng bo'lgan vaqtdagi man qilingan zona kenligi, a -o'zgarmas son. Bu kattaliklar har xil yarim o'tkazgichlar uchun har xil qiymatlar qabul qiladi. Masalan kremniy uchun $E_g = (0) = 1.21 \text{ eV}$

$$a = 3.6 \cdot 10^{-4} \frac{\text{eV}}{\text{K}} \text{ demak,}$$

$$E(T) = (1.21 - 3.6 \cdot 10^{-4} \text{K}^{-1} \cdot T) \text{ eV} . \quad (1.1.7)$$

Bundan tashqari, yuqori temperaturalarda zaryad tashuvchilar aktivatsiyasi fonon yutishi orqali yuz bersa past temperaturalarda –fonon chiqarish bilan yuz beradi. Shuning uchun birinchi holda foton energiyasi E_g - dan fotonning energiyasi qadar kam bo'lsa ham aktivatsiya bo'laveradi, ikkinchi holda esa zaryad tashuvchilar aktivatsiyalanishi uchun fotonning energiyasi E_g dan fanoning energiyasiga teng bo'lgan miqdorda katta bo'lishi kerak. Ichki fotoelektrik effekda kvant chiqarish: Zaryad tashuvchilarni qo'zg'otish uchun kamida elektronning aktivatsiya energiyasining teng bo'lgan energiyali foton kerak ekan. Ulardan kam energiyaga ega bo'lgan foton yutilsa fotoning energiyasi Kristall panjaraning issiqlik energiyasiga aylanib Kristallning temperaturasi oshirishga sarf bo'ladi. Aktivatsiya energiyasidan katta energiya ega bo'lgan foton yutilsa, bita yoki bir nechta elektron –teshik jufti hosil bo'lishi mumkin. Ortiqcha energiya esa zaryad tashuvchilarning kinetik energiyasiga aylanadi. Yuqorida aytilgan fizikaviy hodisani xarakterlash uchun ichki fotoelektrik effektda kvant chiqarish degan fizikaviy termin kiritilgan. Bu termin bilan kristalllarda yutilgan bir dona fotonga to'g'ri kelgan elektron-teshik juftliklarining soni bilan o'lchanadigan kattalik xarakterlanadi. Yarim o'tkazgichli fotoelektrlarning effektiv ishlanish darajasi p-n –o'tishiga yetib kelgan elektron - teshiklar juftinigi soniga bog'liq. Bunday elektron-teshiklar sonini xarakterlash maqsadida “effektiv kvant chiqarish” degan termin qabul qilingan. Bu kattalik p-n o'tishida ajralayotgan elektron-teshiklar juftlar sonini fotoelementda yutilgan fotonlar soniga bo'lgan nisbat bilan xarakterlanadi. Fotoelementni tayorlashda effektiv kvant chiqarish qiymatining maksimal bo'lishiga harakat qilinadi. Buning uchun: a) sirtiy va hajmiy rekombinatsiya tezligi minimal qiymatini qabul qilishiga kerak; b) zaryad tashuvchilarning diffuziyalanib siljish uzunligi p-n o'tishining joylashish chuqurligidan kichik bo'lish kerak. Bunday shartlar bajarilishi uchun fotoelementning sirt qatlami n yoki p ning qaliligi talab olinadi. Umumiy holda, fotoelementdagi qisqa ulanish tokini quydagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$j_{\kappa,y} = eQN_0(1 - r) , \quad (1.1.8)$$

bunda Q -effektiv kvant chiqarish, N_0 -birlik yuzaga birlik vaqtda tushayotgan fotonlar soni, r -fotoelement yuzinig qaytarish ko'effisienti. Effektiv kvant chiqarish bilan quydagicha bog'langan: $Q = \beta\gamma$, bunda γ -fotoelementning to'planish ko'effitsiyenti p-n o'tishda ajralayotgan elektron-teshik juftlari sonini yorug'lik ta'sirida generatsiyalanayotgan elektron-teshik juftlari soniga bo'lgan nisbati bilan o'lchanadigan kattaliklardir. Qator tajribalar shuni ko'rsatdiki, germaniy elementiga 0.5-1.7 mk diapazonida β - o'zgarmas kattalik bo'lib uni birga teng deb olsak bo'ladi. Fotonning energiyasi 2.5 ev dan ortgandan so'ng β chiziqli ortib boradi. Rentgen nurlari uchun fotoelementda elektron-teshik jufti hosil bo'lishligi uchun 2.5 ev energiya zarurdir. Agar fotoelement radioaktiv nurlar bilan nurlantirilsa, bir dona elektron-teshik jufti hosil bo'lishligi uchun o'rtacha 3ev energiya sarflanadi.

Kristallarda foton yutilishiga qaramasdan foton-zaryad tashuvchilarning hosil bo'lmasligi ham mumkin ekan, bunday hollarda kristall atomlari foton bilan o'zaro ta'sirlashgandan normal holatdan qo'zg'algan holatga o'tib qoladilar, ya'ni atomdagi valentli elektronlardan biri yuqoriroq energetik holatga o'tib qoladi. Lekin bu elektron atomdan ajralib chiqib ketmasdan o'zining qoldirgan o'rni-teshik bilan bog'langan bo'lib bitta sistemani tashkil qiladi. Bunday sistemani birinchi bo'lib YA.I.Frenkel tomonidan tekshirilgan bo'lib eksiton deb yuritilgan. Eksitonga elektr maydoni ta'sir qilmaydi, shuning uchun elektr tokida ishtirok eta olmaydi. Demak, yorug'lik ta'sirida elektron qo'zg'algan holatga o'tishi natijasida eksiton hosil bo'lsa kristallarda foto o'tkazuvchanlik hosil bo'lmaydi. Binobarin, kvant chiqarish ham nolga teng bo'ladi. Yarim o'tkazgichli fotoelementlarning spektral xarakteristikasi. Qisqa ulanish tokini nazariy keltirib chiqarilgan ifodasidan foydalanib, fotoelektronning to'planish ko'effisientini, shu bilan birga spektral xarakteristikasini ham aniqlash mumkin.

Yorug'lik yoki boshqa ionlashtiruvchi faktlar ta'sirida generatsiyalangan elektron-teshik jufti p-n o'tish tomon diffuzyalanganda bir qismi sirtida rekombinatsiyalanadi. Qolgan qismi esa p-n o'tishiga kelib, u yerda bo'linadilar.

Mana shu p-n o'tishida bo'lingan zaryad tashuvchilar qisqa ulanish tokida bevosita ishtirok etadi. Qisqa ulanish toki bilan yarim o'tkazgichli fotoelementning spektral xarakterlovchi kattaliklar orasidagi bog'lanish yoziladi.

$$j_{\kappa,y} = eN_0(1-r)(1-r^{-\alpha d})\beta\gamma \quad (1.1.9)$$

Agar yorug'lik fotoelementida to'liq yutilsa $(1 - e^{-\alpha d}) = 1$ bo'ladi. Bundan tashqari N_0 ni fotoelementda yutilayotgan fotonlar soni deb bilsak, qaytarish ko'effisiyenti $r=0$ bo'ladi. Qisqa ulanish toki berkitiluvchi qatlam uchun yozishimiz mumkin.

$$\gamma_+(\lambda) = \frac{\alpha(\lambda)L_p}{\alpha^2(\lambda)L_p^2 - 1} \left[\cos \operatorname{ech} \frac{x_1}{L_1} - \left(\operatorname{cth} \frac{x_1}{L_1} + \alpha(\lambda)L_p \right) e^{-\alpha(\lambda)x_1} \right] +$$

$$\frac{\alpha(\lambda)L_n}{\alpha^2(\lambda)L_n^2 - 1} \left[e^{-(x_1+x_2)\alpha(\lambda)} \cos \operatorname{ech} \frac{x_2}{L_n} - e^{-\alpha(\lambda)x_2} \left(\operatorname{cth} \frac{x_2}{L_n} - \alpha(\lambda)L_n \right) \right] , \quad (1.1.10)$$

berkitilmagan qatlam uchun

$$\gamma_-(\lambda) = \frac{\alpha(\lambda)L_p}{\alpha^2(\lambda)L_p^2 - 1} \left[\alpha(\lambda)L_p \left(\sec h \frac{x_1}{L_p} - e^{-\alpha(\lambda)x_1} \right) - e^{-\beta\alpha(\lambda)x_1} \operatorname{th} \frac{x_1}{L_p} \right] +$$

$$\frac{\alpha(\lambda)L_p}{\alpha^2(\lambda)L_n^2 - 1} \left[\left(\alpha(\lambda)L_n - \operatorname{th} \frac{x_2}{L_n} \right) e^{-\alpha(\lambda)x_1} - \alpha(\lambda)L_n e^{-\alpha(\lambda)x_2} \sec h \frac{x_2}{L_n} \right] . \quad (1.1.11)$$

Bu ifodadan foydalanib, p-n o'tishdagi to'planish ko'effisiyentini p-n, o'tishning joylashish chuqurligiga va $\alpha(\lambda)$ ga qanday bog'langanligini aniqlash mumkin. Analiz shuni ko'rsatdiki, p-n o'tishning joylashish chuqurligi juda kichik va juda katta bo'lganda $\gamma \rightarrow 0$. Juda kichik bo'lganda yorug'lik p-n o'tishdan ham ichkarida yutilib elektron-teshik juftlari p-n o'tishiga yetib kela olmaydi. p-n o'tishning joylashish chuqurligi juda katta bo'lsa fotonlar p-n, o'tishdan ancha berida yutiladi. Elektron-teshik juftlari soni p-n-o'tishning chuqurligi $2,2 \cdot 10^{-4}$ sm bo'lganda maksimal qiymatga ega bo'ladi.

Kremniy fotoelementining tajribada va (1.1.10) va (1.1.11) formulalar asosida olingan spektral xarakteristikasi ko'rsatilgan. Tajribada olingan spektral xarakteristika bilan (1.1.10) formula yordamida olingan spektral xarakteristika juda yaxshi mos keladi. Grafikdan ko'rinadiki γ qisqa to'lqinli nurlar sitiga yaqin joyda yutiladi. Generatsiyalangan zaryad tashuvchilar sirtiy rekombinatsiya natijasida yo'qolib p-n o'tishiga boradigan elektron-teshik juftlari juda ham kam bo'ladi.

Uzun to'lqinli nurlar esa fotoelementning ancha ichkarisida yutilib, diffuzion siljish uzunligini chegaralangan qiymatiga ega bo'lgani uchun elektron-teshik juftlar p-n o'tishiga yetib kela olmaydi. Natijada γ kichik qiymatni qabul qiladi. Berkitilmagan qatlam hosil bo'lganda qisqa to'lqinli nurlar uchun γ katta qiymatni qabul qilishiga sabab shuki generatsiyalangan elektron-teshik juftlarining hammasi p-n-o'tishiga yetib borib, u yerda bo'linadi. Qisqa ulanish toki uchun chiqarilgan formulalardan foydalangan holda yarim o'tkazgichli fotoelementlarning ayrim parametrlarini (p-n) o'tish joylangan chuqurlik zaryad tashuvchilarning diffuzyon siljish uzunligi va hakazolar aniqlash mumkin.

Quyosh batareyasi. Hozirgi zamon muamolaridan biri juda katta miqdorda quyosh radiatsiya energiyasidan maksimal foydalanish masalasidir. Quyosh radiatsiyasining qisqa to'lqinli qismi asosan Yer atmosferasida yutilib qoladi. Yer sirtiga esa uzun to'lqinli qismi yetib keladi. Quyosh energiyasidan foydalanishning juda ham ko'p usullari mavjud bo'lib bullardan eng effektivrog'i nurlanish energiyasini boshqa ko'rinishdagi energiyaga aylantirishda foydali ish koeffitsiyenti eng katta bo'lgan qurilma yarim o'tkazgichli quyosh batareyasi bo'lib hisoblaniladi. Yarim o'tkazgichli fotoelementlarni quyosh batareyasi sifatida ishlatishda quyoshdan kelayotgan radiatsiyaning spektral sostavini bilish masalasining asosiy tamoyillaridan biri bo'lib hisoblanadi. Shuning uchun quyosh batareyasini tayyorlashda quyosh spektrlarining qaysi qismlaridan foudalanish mumkinligini ko'rsatuvchi yarim o'tkazgichning optik xususiyatlarini va quyosh energiyasini elektr energiyaga

effektiv aylantirib bera olishligini xarakterlovchi elektr xususiyatlarini bilgan holda yarim o'tkazgich materialini tanlab olish zarurdir. Yarim o'tkazgichning bunday xususiyatlariga ta'sir qiluvchi parametrlaridan biri man qilingan zonaning kengligi E_g ga teng yoki undan katta bo'lgan foton yutilishi kerak. Ya'ni $h\nu \geq E_g$ bunda E_g dan kichik bo'lgan energiyali fotonlar valentlik zonasidan o'tkazuvchanlik zonasiga elektron chiqara olmaydi. Bu hodisaga qaraganda E_g kichik bo'lgan yarim o'tkazgich tanlab olish maqsadga muvofiq, emasdek ko'rinadi. E_g kichiklasha borsa fotoning ortiqcha energiyasi issiqlikka aylanishi natijasida effektivlik kamaya boradi.

Agar E_g katta bo'lgan o'tkazgich talab oladigan bo'lsak yutilayotgan fotonlarning aktivligi kamaya boradi va yana nurlanish sepektirinig bir qismi bekorga sarf qilinadi.

Quyosh batareyasi uchun qisqa ulanish tokini.

$$j_{\kappa,y} = e(1-r)(1-e^{-\alpha d})Qn_{\phi}(E_g), \quad (1.1.12)$$

ko'rinishida yozak bo'ladi. Bunda $n_{\phi}(E_g)$ energiyasi E_g dan katta va unga teng bo'lgan birlik vaqtda fotoelementning birlik yuzasiga tushayotgan fotonlar sonini ko'rsatadi. Nurning qaytish, yutilish va rekombinatsiya tufayli yo'qolishini hisobga olmasak.

$$j_{\kappa,y} = -en_{\phi}(E_g). \quad (1.1.13)$$

Bundan ko'rinadiki, qisqa ulanish toki energiyasi E_g ga teng va undan katta bo'lgan fotonlar soniga bevosita bog'liq bo'lar ekan. E_g ortishi bilan $n_{\phi}(E_g)$ kamaya boradi binobarin qisqa ulanish toki ham kamaya boradi.

Endi salt ishlatganda kuchlanish (fotoelementning elektr yurutuvchi kuchi)ning E_g ga qanday bog'langanligini ko'rib chiqaylik salt ishlash kuchlanishi V_o quydagi ko'rinish qabul qilinadi.

$$V_o = \frac{kT}{e} \ln\left(\frac{j_{\kappa,y}}{j_s} + 1\right). \quad (1.1.14)$$

Yoritilish juda kichik bo'lsa, $j_{\kappa,y} \gg 1$ deb olsak bo'ladi ya'ni,

$$V_{\phi} = \frac{kT}{e} \ln \frac{j_{\kappa,y}}{j_s} \quad (1.1.15)$$

Ma'lumki, to'yinish toki j_s ni $j_s = j_0 e^{-\frac{E_g}{kT}}$ ko'rinishida yozsak bo'ladi. (1.1.14) ni (1.1.15) ga qo'ysak V_{ϕ} uchun quydagicha formulani olamiz :

$$V_{\phi} = \frac{E_g}{e} + \frac{kT}{e} \ln \frac{j_{\kappa,y}}{j_0} \quad (1.1.16)$$

bu formuladan ko'rinadiki E_g ortishi natijasida tenglamaning o'ng tomonidagi birinchi hadning ortishi bilan V_{ϕ} ortib borsa ikkinchi hadning kamayishi hisobiga V_{ϕ} kamayib boradi. Demak, oldingi aytilgan mulohazalar va (1.1.16) ning analiziga asosan quyosh batareyasidan olingan quvvat ma'lum E_g maksimumga erishar ekan. Shuning uchun ham E_g fotoelementning foydali ish koeffitsiyentiga ta'sir qiluvchi parametrlardan biri bo'lib hisoblanadi.

Bu masala Loferiskiy tomonidan mukammal analiz qilinib alohida ko'rib chiqilgan. Bu ishda Quyosh energiyasi spektrining taqsimotidan foydalaniladi. Bundan tashqari, atmosferadagi yorug'likning yutilishi ham hisobga olinadi.

Yer sirtining birlik yuzasiga tushayotgan Quyosh radiatsiyasining aktivligi va spektral sostavi uning atmosferadagi chang, suv bug'lari, gaz molekulalari va hokazolarning yutilishiga bog'liq bo'ladi. Atmosfera asosan ultrabinafsha spektrni kamaytiradi. Atmosferadagi bu ta'sirni m va w lar orqali xarakterlash mumkin. Bunda m yorug'likning optik yo'lini xarakterlab $m = \frac{1}{\cos \theta}$ formula orqali aniqlanadi bu yerda θ -fotoelement bilan zenit va quyosh tutashtiruvchi to'g'ri chiziqlar orasidagi burchak θ atmosferadagi suv bug'larining miqdorini xarakterlaydi. Bu kattaliklarning aniq qiymatini bilgan holda quyosh radiatsiyasining chastotalar bo'yicha taqsimotini va shu bilan birga egirgiyasi E_g ga teng va undan katta bo'lgan fotonlarning to'liq sonini aniqlash mumkin.

$$n_{\phi}(E_g) = \sum_{\frac{E_g}{h}}^{\max} n_{\phi} \text{ bu } n_{\phi} \text{ berilgan chastotali fotonlar soni } \nu_{\max} - \text{ quyosh}$$

spektridagi maksimal chastota. Agar atmosferaning ta'siri juda kichik deb ko'rilsa, J_p , Ga As va Cd Te lar quyosh batareyasini tayorlash uchun eng yaxshi yarim o'tkazgichlar bo'la oladi. Lekin atmosferaning ta'sirini ortirish bilan bularga qaraganda Si afzalroq bo'lib qoladi, sobiq ittifoq olimlaridan D.N.Nasledov V.K.Subashivlarning nazariy va eksperimental ishlari eng yaxshi yarim o'tkazgichli materiallar quyosh batareyasini tayorlash uchun Si, Ga, As va Cd Te ekanligini isbot qilindi. (1.1.4) grafikda fotoelementning volt-amper xarakteristikasi berilgan (1.1.5) rasmda quyosh batareyasining ko'rinishi berilgan.

1.2.Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining tuzilishi va ish tamoyili.

Passiv isitish tizimida issiqlik tashuvchilarning harorati 70°C dan yuqori emas. Bunday isitish tizimida ishlatilayotgan issiqlik tashuvchi an'anaviy va noan'anaviy issiqlik man'balarining ishlatilishi bilan ajralib turadi. Bu turdagi issiqlik man'balariga quyosh nuri, ishlab chiqarish jarayonida chiqarib tashlanayotgan issiq suv, suv bug'i, gaz va ximiya kombinatlarida yonib turgan mash'ala va geotermal suvlarni misol keltirish mumkin. Passiv quyosh isitish tizimlarining ishlash prinsipi quyidagi jarayonlarga, ya'ni shaffof qoplama bilan himoyalangan va qoraytirilgan sirtlarga quyosh nurlanish energiyasini to'plashga va ularni qizdirishga, issiqlik o'tkazuvchanlik va erkin konveksiya orqali issiqlikni isitiladigan xonaga uzatishga asoslangan.

Passiv tizimlar binoning konstruksiya elementlaridan va issiqlik yo'qotishlarni kamaytirish chora-tadbirlaridan kompleks foydalanish asosida amalga oshiriladi. Passiv tizimlarda issiqlik tashuvchi sifatida havo xizmat qiladi[2-3] ,[27].

Isitiladigan xonaga issiqlikni uzatish usuliga qarab passiv isitish tizimlarini uch turga bo'lish mumkin: 1) to'g'ridan-to'g'ri; 2) bilvosita 3) izolyatsiyalangan (ajratilgan) usullar bilan issiqlikni qabul qilish va uzatish.

Passiv quyosh isitish tizimlarini keng qo'llash, ya'ni quyosh radiatsiyasi o'tishini rostlash va issiqlik yo'qotishlarni kamaytirish uchun binoning konstruksiya elementlaridan foydalanish, turli xil qaytargich, ekran, parda, jalyuz va xk. larni ishlatish "quyosh me'morchiligi"ning rivojlanishiga olib keldi.

O'zbekiston sharoitida passiv quyosh isitish tizimlaridan foydalanish tajribalari va tahlilidan quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin :

- 1) To'g'ridan-to'g'ri quyosh radiatsiyasi o'tishiga asoslangan tizimlarining samaradorligi past. Qish paytida qo'shimcha issiqlik manbai talab etiladi, yozgi vaqtda esa xonalar qizib ketadi.

- 2) Katta massali issiqlik akkumulyatorlariga ega bo'lgan bilvosita yoki izolyatsiyalangan (ajratilgan) isitish o'sullaridan foydalanish maqsadga muvofiq.
- 3) Qaytarish va ekranlash tizimlaridan foydalanilganda samaradorligi yanada oshadi, ya'ni ular yozda quyosh radiatsiyasini binoga o'tishini kamaytiradi, qish faslida kunduzgi vaqtda quyosh radiatsiyasi o'tishini ko'paytiradi, tunda esa - issiqlik yo'qotishlarini kamaytiradi.
- 4) O'zbekiston sharoitida passiv tizimlar isitish uchun kerakli issiqlik yuklamasining 30-60% ni quyosh energiyasi hisobidan ta'minlashi mumkin.

Isitish tizimida issiqlik manbai sifatida quyosh energiyasidan foydalanilsa, buni isitish tizimida quyosh nuridan foydalanish deyiladi (gelio qurilma).

Quyosh nurini qabul qiluvchi gelio qurilma quyosh radiatsiyasini o'ziga qabul qilib, uni issiqlik energiyasiga aylantirib beradi.

Bunday isitish tizimlari quyosh radiatsiyasini ishlatish uslubiga ko'ra past haroratli passiv va aktiv isitish tizimiga bo'linadi.

Yer sirtidagi biror yuzga tugri keladigan quyoshning nuriy energiyasining oz yoki kupligini belgilashda quyosh radiatsiyasining intensivligi tushunchasidan foydalaniladi. Quyosh nurlariga tik joylashgan 1 sm sirtga 1 min da tushuvchi quyoshning nuriy energiyasini tugri quyosh radiatsiyasining *intensivligi* deb aytiladi.

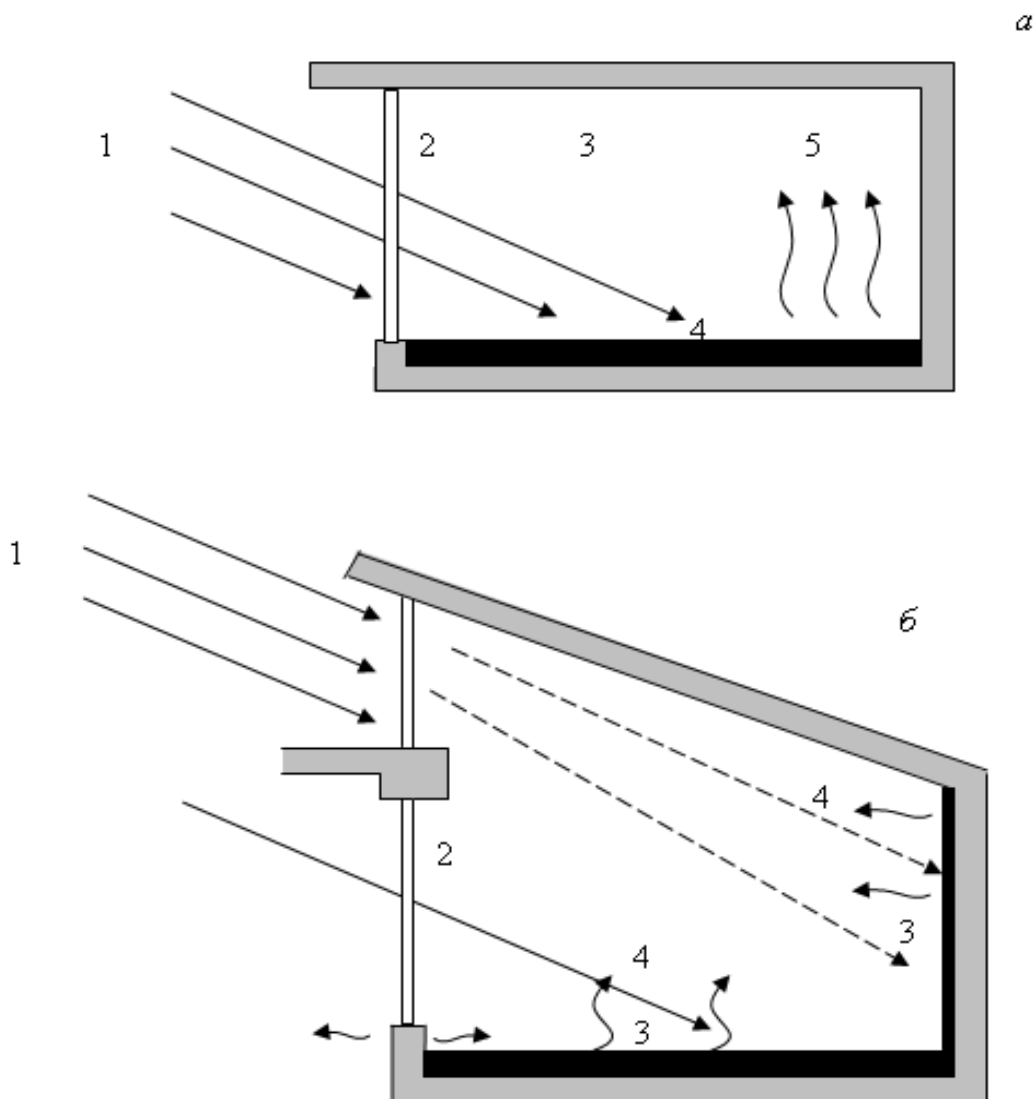
To'g'ri quyosh radiatsiyasining muayyan gorizontal yoki ogma sirtga tushishi *insolyasiya* deyiladi. Insolyasiyaning kattaligi muayyan sirtga tushuvchi nurlarning tushish burchagiga va tugri quyosh radiatsiyasining intensivligiga bogliq[37].

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 nosttsionar. Shunga qaramadan hozirgi paytda butun dunyoda, jumladan O'zbekistonda ham qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishga katta e'tibor berilmoqda. Osiyo taraqqiyot banki bilan hamkorlikda tashkil etilgan "International Solar Energy

Institute” (Xalqaro Quyosh Energiyasi) instituti qam fikrimizni tasdiqlaydi. Quyosh energiyasidan ikki xil maqsadda foydalanish mumkin: to’g’ridan-to’g’ri elektr energiyasiga aylantirish; 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 ancha qimmat hamdir. Passiv quyosh isitish tuzishlarini boshqarish oson va arzonligi sababli katta aqamiyatga ega. Passiv quyosh isitish tizimlari ish tamoyiliga ko'ra uch turga 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 tuzilarda quyosh nurlari qo'shimcha geliotexnik qurilmalarda issiqlikka aylantirib so'ng xonaga uzatiladi.Izolyatsiyalangan passiv tuzishlarda quyosh nurlari qo'shimcha geliotexnik qurilmalarda issiqlikka aylanib akkumulyator orqali xonaga uzatiladi. Passiv quyosh isitish tizimining pirntsipial sxemasi 1.1-chizmada

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.



1.2.1-chizma. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining prinsipial ko'rinishi: *a*- asosiy variant; *b*- "Yuqori yorug'lik" varianti. 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'siqlar. Akkumulyator va shaffof bo'lmagan to'siqlarning parametrlari adabiyotlarda juda ko'p o'rganilgan. Asosiy element bo'lgan shaffof tizim xossalari bo'yicha ilmiy tadqiqotlar hali davom etmoqda. Akkumulyatorning joylashish o'rne, tuzilishi va moddasining xossalari quyidagi adabiyotlarda batafsil o'rganilgan hamda foydalanish uchun tavsiya etilgan. Ayniqsa akkumulyatorlar sifatida evtektik muhitlardan foydalanish istiqbollari keng o'rganilmoqda. Akkumulyatordan isitiladigan joyga issiqlikni uzatish uchun XX asrda asosan suvdan foydalanilgan bo'lsa, hozirgi paytda nanosuyuqliklardan keng foydalanilmoqda. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarida o'rnatilgan shaffof bo'lmagan to'siqlarning xossalari jumladan effektiv qalinligi, issiqlik o'tkazuvchanlik ko'ffitsiyenti va issiqlik berish koefitsiyentlari uchun namunaviy ifodalar va umumiy tavsiyalar mavjud. Shaffof qoplamalarning moddalari bo'yicha juda ko'p tadqiqotlar olib borilgan. Jumladan hozirgi paytda ularning turli xossalarga ega bo'lgan xillari mavjud. Issiqlik yutuvchi, issiqlik qaytaruvchi kabilar bunga misoldir. Issiqlik yutuvchi oyna ma'lum miqdorda quyosh nurlarini yutuvchi metallardan iborat bo'ladi. Bunday turdagi oynaning nur o'tkazish koefitsiyenti uning tarkibidagi metal miqdoriga qarab 0.3 dan 0.75 gacha bo'lishi mumkin. Yuqori yutuvchanlik xossasiga mos holda issiqlik yutuvchi oynalar quyosh nurlarini yutib, temperaturallari 40-80°C gacha ko'tarilishi mumkin. Shaharsozlikda binolarning o'ta qizishini oldini olish uchun ko'p qatlamli shaffof tizimlardan foydalaniladi. Odatda bunday tizimlarning tashqi qavati qoraytirilgan bo'ladi. Hozirgi paytda issiqlik yutuvchi oynalarni ishlab chiqarish bilan dunyoning yetakchi firmalari «Pilkington» (Buyuk Britaniya), «Hlaverbel» (Belgiya), «PPG» (AQSh), «Gardian» (AQSh), «Saint Gobain» (Fransiya), Saratov shisha instituti va boshqalar shug'ullanadilar. Issiqlik qaytaruvchi oynalar ishlab chiqarish uchun oddiy oynaning tashqi sirti kobalt oksidi, temir, titan, xrom

hamda plastmassa bilan qoplanadi. Ko'pchilik davlatlarda uch qatlamli qaytaruvchi plenkalardan foydalaniladi. Har bir qatlam qalinligi $0.25\ \mu\text{m}$. Germaniyada issiqlik qaytaruvchi oyna yasash uchun $0.1-0.20.25\ \mu\text{m}$ qalinlikdagi oltin qatlamidan foydalaniladi. Bunday turdagi oynalar albatta juda qimmat bo'ladi.

1.3. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlar va Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlari sohasida olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar holati.

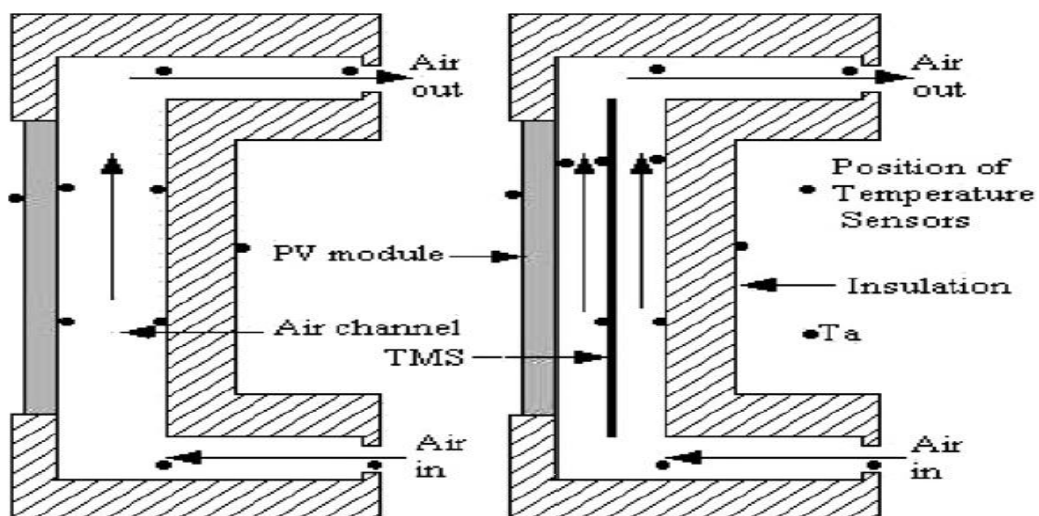
Quyosh energiyasini bitta qurilmaning o'zida issiqlik va elektr energiyasiga aylantirish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar yildan-yilga ortib bormoqda. Quyosh energiyasini elektr va issiqlik energiyasiga aylantirib beruvchi modullar quyidagi turlarga bo'linadi: tarmoqqa ulangan modullar; avtonom tizimlar va konsentratorli quyosh fotoelektr issiqlik qurilmalari[36].

Tarmoqqa ulangan modullar bo'yicha ilmiy-tadqiqotlar 1970 yillarning o'rtalaridan quyosh issiqlik kollektorlarining samaradorligini oshirish maqsadida boshlangan. Dastlab issiqlik tashuvchisi havoli va suyuqlikli quyosh kollektorlari ustida nazariy hamda tajribaviy tadqiqotlar o'tkazilgan. 1990 yillardan boshlab binolar fasadiga o'rnatiladigan katta quyosh fotoelektr issiqlik kollektorlari tadqiqotchilar diqqat markazida bo'ldi. Bunday turdagi qurilmalar yordamida binolarni isitish va sovutish uchun sarflanadigan energiyani ishlab chiqish orqali ana'naviy energiya manbalari hosil qilayotgan energiyani tejash mumkin. Avtonom tizimlar sifatida kichik quyosh havo isitish kollektorlar nur tushuvchi yuzasining bir qismiga quyosh fotoelementi joylashtirilgan variantlari ishlab chiqila boshlangan. Asosiy e'tibor issiqlik va elektr samaradorligini o'ttirishga qaratilib, keyinchalik suyuqlikli kollektorlardan foydalanishga o'tildi.

Aktiv sovutish tizimlarini qo'llagan holda konsentratorli quyosh fotoelektr issiqlik o'zgartirgichlar ustida ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Albatta konsentrator yordamida fotoelement yuzasiga tushayotgan quyosh issiqlik nurlanishi quvvatini o'ttirish bilan elektr samaradorlik keskin ortadi, o'z navbatida fotoelement temperaturasining ortishi uning samaradorligini tushishiga olib keladi. Bunday tizimlarda passiv sovitish tizimlaridan foydalanish ijobiy natija bermaydi.

Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichlar quyosh nurlanish energiyasini faqat elektr energiyasiga emas, balki issiqlik energiyasiga ham aylantirib beradi. Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichlar asosan quyidagi 3 turga bo'linadi[20]:

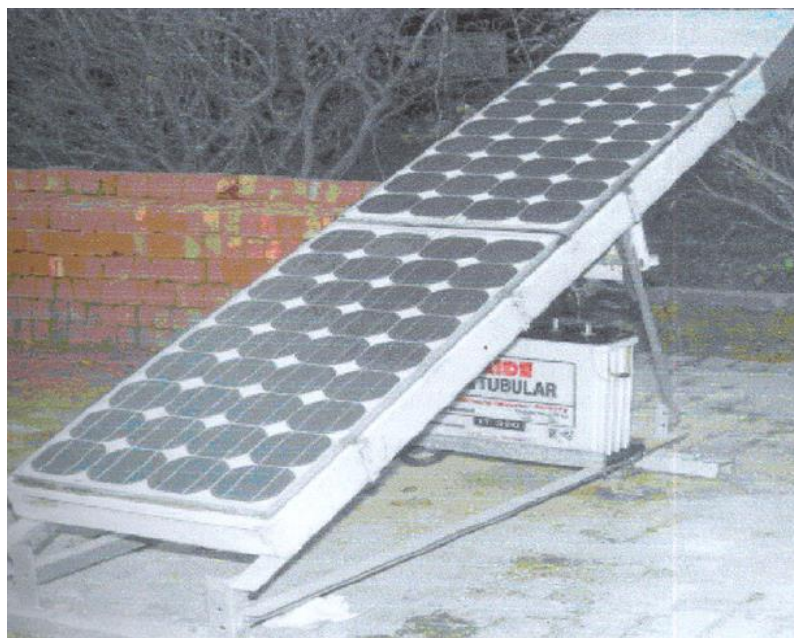
1.Birlashtirilgan” turdagi quyosh foto-issiqlik o’zgartirgichlar. Asosan gazli va suyuqlikli sovutish tizimiga ega bo’lib, 1970 yillardan tadqiqotlar o’tkazilib, amaliyotda qo’llanila boshlangan. 1990 yildan shisha fasadli binolarning arxitekturada keng foydalanilishi natijasida binolarni isitish uchun ham shu turdagi quyosh foto-issiqlik o’zgartirgichlardan keng foydalanildi.





1.3.1- chizma. "Birlashtirilgan" turdagi quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichlar

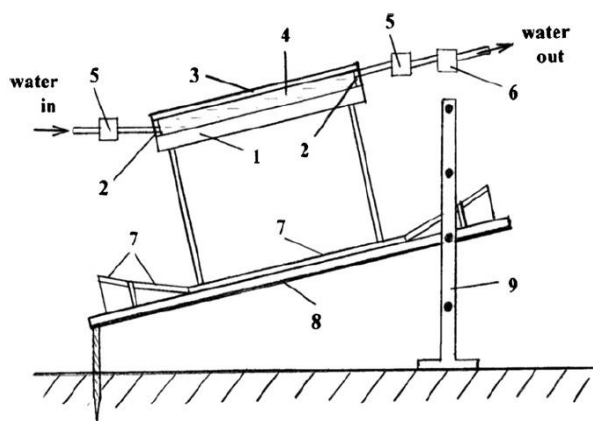
2. Avtonom tizimlar. Kichik gabaritli kollektorlar bo'lib, asosan kichik uylar ventilyatsiyasini va elektr energiyaga bo'lgan talabini qondirish uchun foydalanilgan. Issiqlik tashuvchi sifatida suyuqlikdan foydalaniladi.



1.3.2- chizma. Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichning umumiy ko'rinishi.

3. "To'plovchi quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichlar". Quyosh konsentratorlari orqali fotoelement yuzasiga nurlar to'planganda fotoelementning temperaturasi

keskin oshadi va samaradorlik kamayadi. Modulni suyuqlikli sovutishda katta samara lish mumkin.



1.3.3- chizma. Celaya texnologiya instituti (Mexiko[60]) olimlari tomonidan taklif etilayotgan konsentratorli quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichi.



1.3.4-chizma. Celaya texnologiya instituti (Mexiko) olimlari tomonidan taklif etilayotgan konsentratorli quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichi.

Hindistonning murakkab iqlim sharoiti uchun quyosh issiqligini yig'uvchi havo fotelektrik kollektorini ishlash tamoyili o'rganib chiqilgan. Issiqlik energiyasi - insonning hayotida katta ahamiyatga ega bo'lib, u odatda ishlatiladigan past haroratli yoki yuqori haroratli issiqlik shaklida bo'ladi. Jones va Underwoodlar[3] turg'unmas holatdagi fotoelektr modulidagi harorat diagrammasini o'rganib chiqqan edilar. Ular quyoshli kunda, issiqlik kollektorini tajribada sinab ko'rishgan va tajribada shuni kuzatishdiki havo

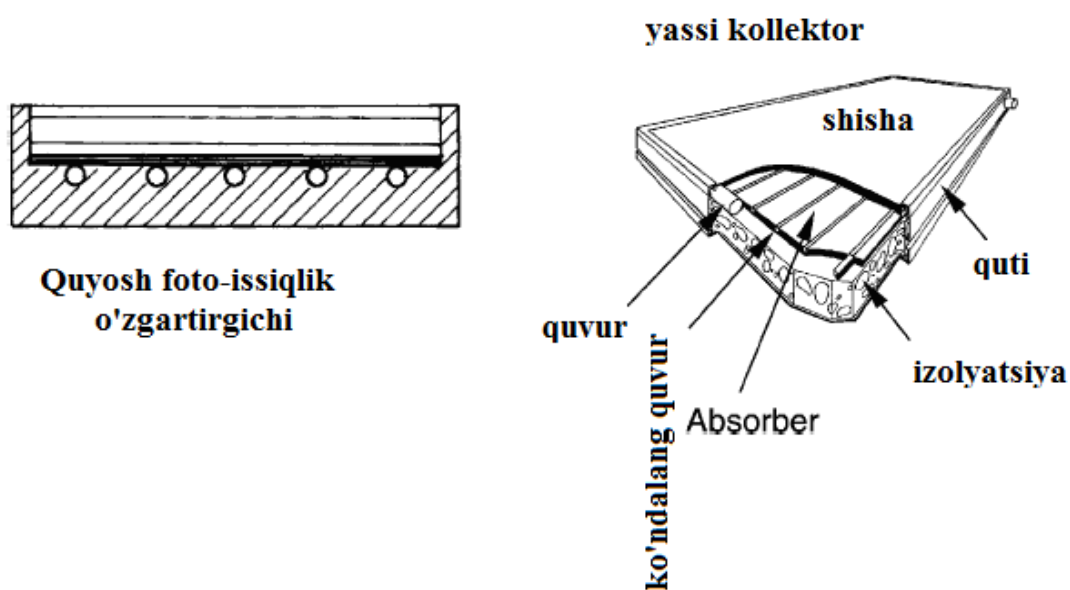
harorati 24.5°C atrofida bo'lganda, fotoelektr modul harorati o'zgarishlari 27°C va 52°C orasida bo'ladi. Agar issiqlik energiyasining tashuvchisi, havo yoki suv bo'lishi mumkin bo'lgan fotoelektr moduli bilan birlashtirilsa, bu sistema gibril fotoelektr issiqlik sistemasiga aylanadi. Gibril fotoelektr issiqlik sistemi issiqlik tashuvchisining turiga qarab quyidagicha turlarga bo'linadi: suv isitish sistemasini; havo isitish sistemasini.

Chow[19] fotoelektr issiqlik suv kollektorini bitta oyna bilan tajribadan o'tkazadi. Truba (quvur, kamera) ostiga tekis kollektor ulab ishlatiladi. Quyosh nurlarining ekvivalenti sifatida disk ($1000 \frac{W}{m^2 K}$) dan foydalanilgan. Qo'shimcha tarzda, fotoelektrik va quyosh issiqlik sistemasini oyna bilan qoplanmagan holdagi tajribada issiqlik effektiligi 60% li bo'lishi ham kuzatilganligi qayd etilgan. Ular kuzatishganida, fotoelekt va quyosh issiqlik sistemasining boshlang'ich energiya effektilivligi 0.60 ga oshdi, ya'ni kontsentratsion quyosh suv isitish tizimi yoki to'liq fotoelektr sistemasiga nisbatan yuqoriroq bo'ldi.



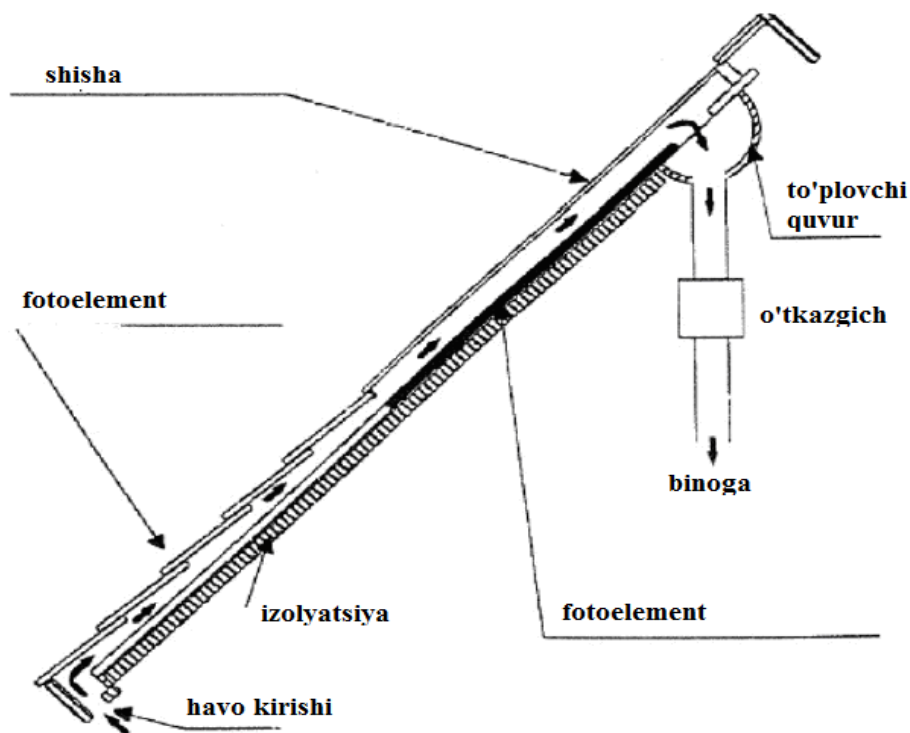
1.3.5-chizma. Chow tomonidan ishlab chiqilgan quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichi

Iqlim sharoiti uchun Kologirou [22] ishni guruhlangan usulda oyna bilan qoplangan gibrid fotolektr issiqlik sistemasining o'rganib chiqqan. U fotolektr quyosh sistemasing issiqlik effektivligi 49% bo'lishi bilan, bir yilik effektivlik 2.8% dan 7.7% ga oshishini kuzatgan edi.



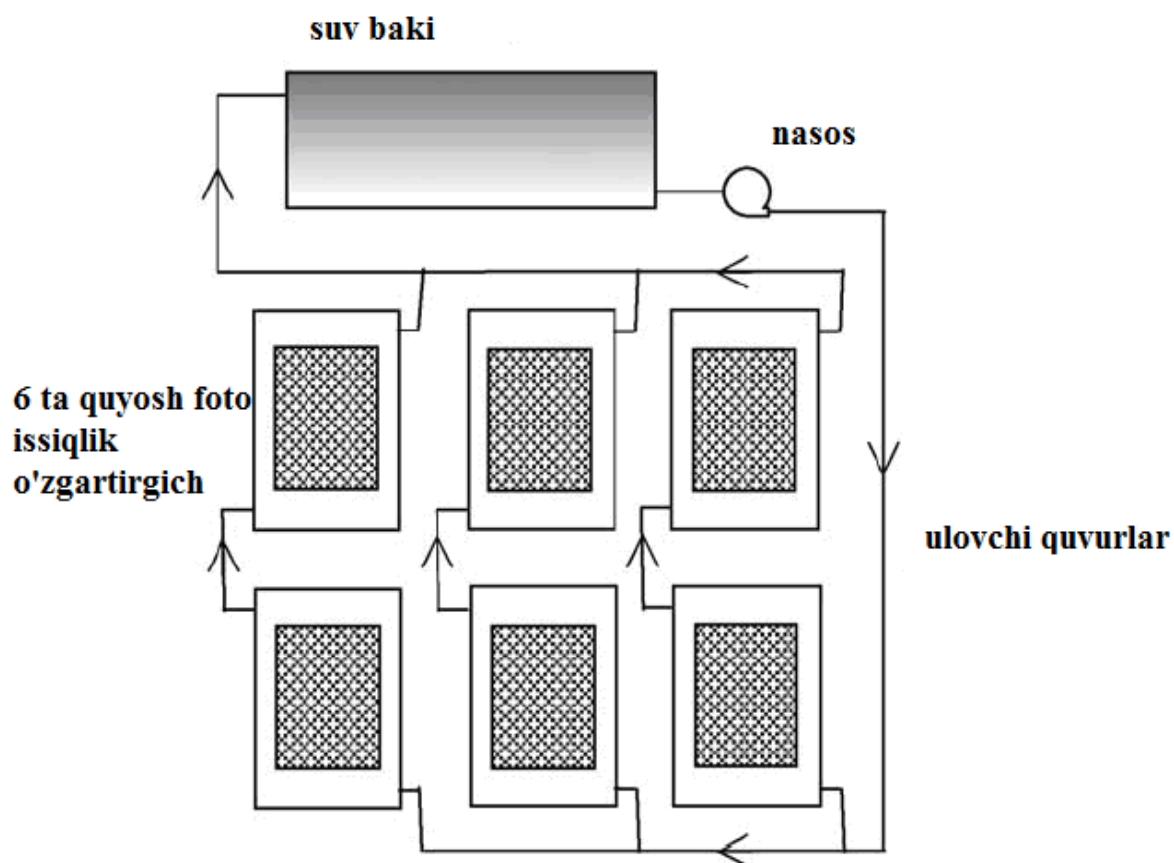
1.3.6- chizma. Kologirou tomonidan ishlab chiqilgan quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichi

Zondag [24] tomonidan ham, shunga o'xshagan tajribalar o'tkazilgan. Ular kombinirlashgan panelli gibrid quyosh-foto issiqlik kollektorida nafaqat elektr, shuningdek, quyosh issiqlik energiyasi effektivligi ham, mos ravishda 6.7% va 33% deb hisobot taqdim etgan.



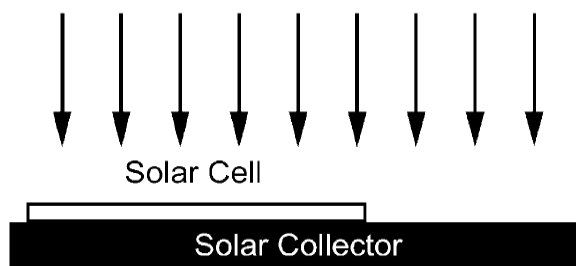
1.3.7- chizma. Zondag tomonidan ishlab chiqilgan quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichi

Birlashtirilgan fotoelektr issiqlik kollektorining issiqlikni tortuvchi qalin yakka kremniy kristali qavatlari orqali qurilgan sxemasini Sandnes va Reksted [25], o'rganib chiqishdi. Ular fotoelektr sistemasining elektr effektivligini oshishi, past haroratli issiqlik kelishi uchun ishlatilishi shart bo'lgan, birlashtirilgan fotoelktr issiqlik loyihasini tavsiya qilishgan edilar, misol uchun: binoning bo'sh joyini isitish.

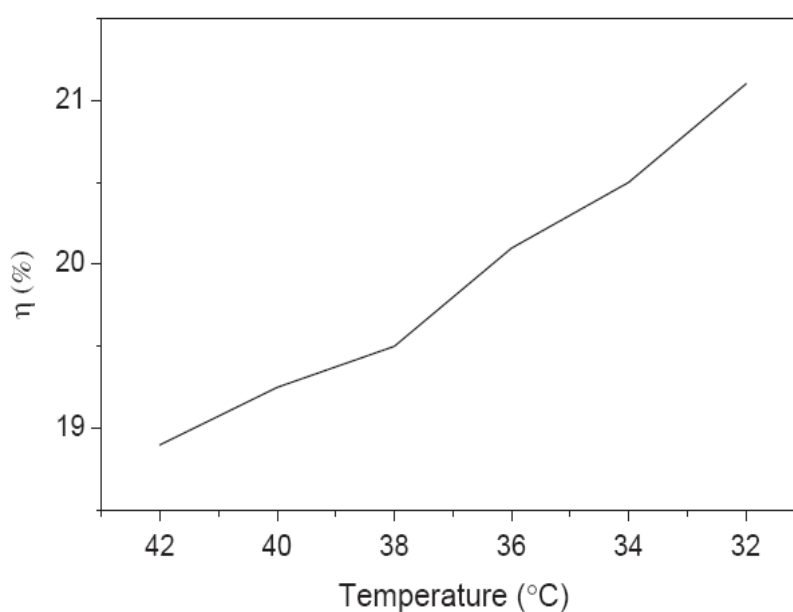


1.3.8- chizma. Sandnes va Reksted tomonidan ishlab chiqilgan quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichi

Panel va kollektor orasidagi mos issiqlik kontakti bilan, oynalangan gibridd fotoelktr issiqlik sistemasini ham Zakxarchenko[26] o'rganib chiqdi. Ular fotoelektr issiqlik sistemasidagi fotoelektr paneli va kollektorning yuzalari teng bo'lmaslik zarurligini isbotlashdi. Past haroratda, fotoelktr modulini boshqarish deb, fotoelktr moduli kollektorining past haroratini o'z ichiga olishiga aytiladi. Ya'ni oyna bilan qoplanmagan gibridd fotoelktr issiqlikni o'suvchi tarqoq qaytaruvchi bilan integratsiyalantirildi. Ular shaffof qaytargich bilan fotoelemnt issiqlik sistemasini yuqori darajali elektr va issiqlik ishlab chiqarishga imkon beradi.



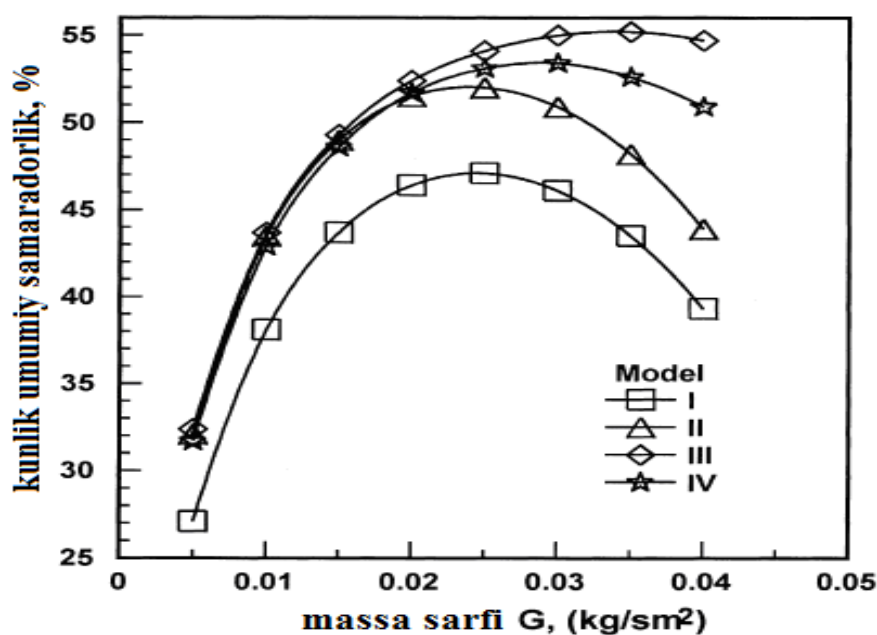
1.3.9- chizma. Zakxarchenko tomonidan ishlab chiqilgan quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichi



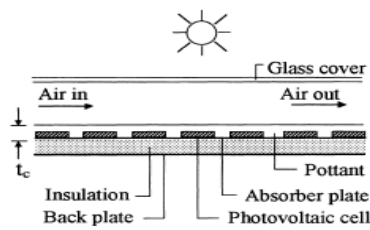
1.3.10- chizma. Zakxarchenko tomonidan olingan natijalar.

Shuningdek, suv va havo fotoelektrik sistemalarining xususiyati xarakteristikasini ham o'rganib chiqilgan. Sohada, ventilyatsiyalangan vertikal fotoelktr moduli va ikkitalik oynali deraza (fotoelektr fadsadlari ko'rinish) uchun umumiy issiqlik ajralish ko'ffisienti va issiqlik energiya ortishi faktori hosil qilindi. Barqaror holat tahlilida, fasadlarda qatnashgan turli xil issiqlik

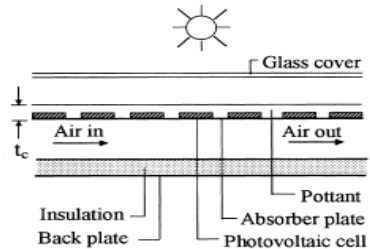
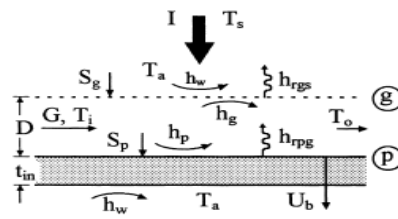
o'tkazish jarayoni va quyosh radiatsiyasi izolyatsiyani ta'minlashga alohida e'tibor berilgan. Fotoelektrning elektr effektivligi past harorat uchun umumiy holda 52°C dan pastda ventilyatsiyaning yaxshilanganligi kuzatiladi. Hegazy bo'sh joyni isitish va qurutish maqsadlari uchun, oynalangan fotoelektr issiqlik havo sistemasini 1 va 2 marta tajribadan o'tkazishgan edi. Ular shuningdek, har bir sistemaning issiqlik modulini ham takomillashtirishdi. Oynalangan fotoelektr issiqlik sistemi uchun issiqlik energiyasini yuqori temperaturasiga nisbatan pastroq elektr effektivligi bilan oshirildi. Qo'shimcha qilib, Kventsi fotoelektr-issiqlik quyosh kollektori konsentratsiyalanishining xarakteristikasini o'rganishga va umumiy issiqlik va fotoelektr issiqlik konsentratsiyalashning elektr effektivligini mos ravishda 58% va 11% deb xulosalandi. Bu sistemaning Dehlining murakkab iqlim sharoiti uchun oyna bilan qoplanmagan fotoelektr ssiqlik modulining amalga oshirishni o'rganildi.



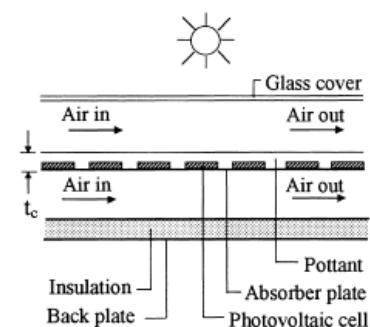
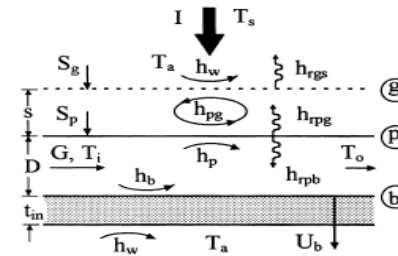
1.3.11-chizma. Hegazy tomonidan olingan natijalar.



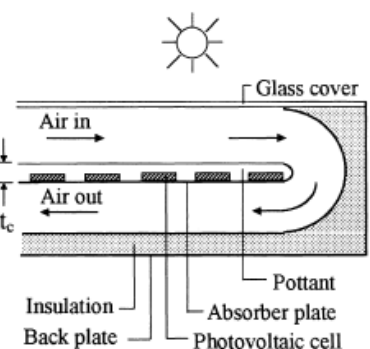
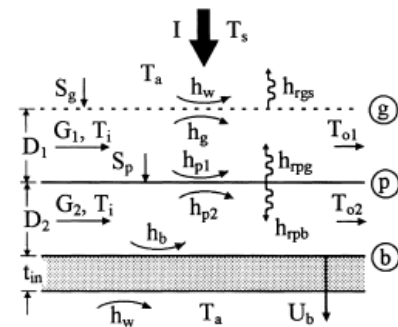
Model I



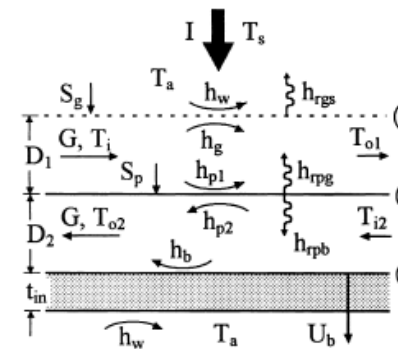
Model II



Model III



Model IV



1.3.12-chizma. Hegazy tomonidan o'rganilgan quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichi

Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlari sohasida olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar holati. Bu yo'nalishdagi dastlaki ilmiy tadqiqotlar bundan 80 yillar avval O'zbekistonda V.B. Veynberg tomonidan boshlangan. Uning loyihasi asosida Qoplonbek (avvalgi Chimkent viloyati Qozog'iston) da uncha katta bo'lmagan geliotexnika laboratoriyasi qurilgan. Bulutsiz kunda hech qanday qo'shimcha qurilmalarsiz laboratoriya faqat quyosh hisobiga isitilgan.

Sutkalik o'rtacha harorat 18-20°C ni tashkil etgan. Afsuski ushbu o'tkazilgan ilmiy-tadqiqot natijalaridan faqat bitta surat qolgan xolos[7]. Keyinchalik passiv quyosh isitish tizimlari yo'nalishidagi ilmiy tadqiqotlarni O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi "Fizika-Quyosh" Ilmiy Ishlab Chiqarish Birlashmasi Fizika-texnika instituti xodimlari akad.S.A.Azimov, akad.G'.Y.Umarov, akad.R.A.Zohidov, tex.fan.dok.R.Avezov hamda Buxoro, Qarshi va Farg'ona geliotexnika maktablari davom ettirganlar. Ular tomonidan sharnirli transformatsiyalanadigan issiqlik akkumulyatorli insolyatsion passiv quyosh isitish tizimi, geliostat yordamida issiqlik rejimi boshqariladigan isitish tizimi, qisman nur yutuvchi qatlamli ko'p qavatli murakkab shaffof to'siqlar tizimi kabilarning kashf etilishi bunga yaqqol misoldir[6-9].

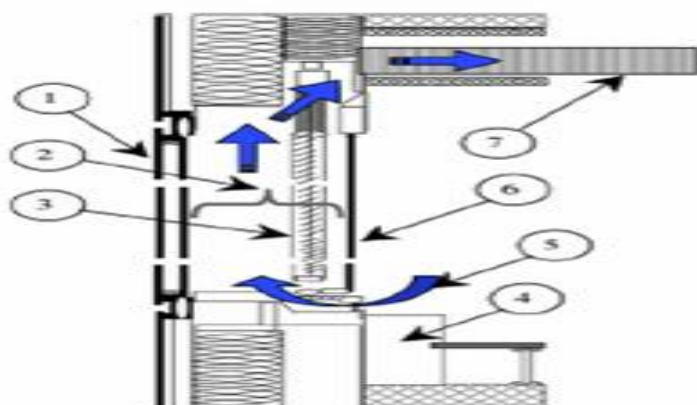
Amerikalik va Fransiyalik olimlarning birgalikda olib borgan izlanishlari natijasida geliotexnikaning mazkur yo'nalishida Tromb-Mishel tizimi vujudga keldi. Unda akkumulyatorlarga to'ldirilgan polietilen idishlar xonaning janubiy tomoniga o'rnatilgan bo'lib, kun davomida issiqlikni qabul qilib tunda issiqlikni xonaga uzatadi. Akkumulyator sifatida dastlabki tadqiqotlarda oddiy suvdan foydalanilgan bo'lsa, keyinchalik evtektik muhitlarda tajribalar rivojlantirilgan[29]. Tromb-Mishel tizimida ham bulutsiz kunda hech qanday issiqlik qurilmalariga ehtiyoj sezilmagan.

So'nggi paytlarda osmono'par binolarning qurilishi va ular aksariyatining fasad qismlari oynadan bo'lishi geliotexnika hamda arxitektura sohasida yangi yo'nalishlarning ochilishiga sabab bo'ldi. Oddiy oynaning termik qarshiligi kichik bo'lib oynavand binolarda qishda isitish, yozda sovutish uchun juda katta energiya istemol qilinishiga olib keldi. Muammoning yechimini topishda olimlar tomonidan bunday turdagi binolarda geliotexnik tizimlardan foydalanish samarali ekanligi aniqlangan[30].

[31] adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatdiki Indiana shtati (AQSh) iqlim sharoitlarida insolyatsion passiv quyosh isitish tizimi o'rnatilgan xonada atrof temperaturasi 0-1°C atrofida o'zgarganida, xona ichidagi havo temperaturasi 14-15°C atrofida bo'ladi. Tungi paytda xona ichidagi havo temperaturasi +2°C

gacha tushishi kuzatiladi. Kunduzgi paytda esa xona havosining maksimal temperaturasi $+27^{\circ}\text{C}$ gacha ko'tariladi. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimi bu binoda ikki qatlamli oynadan (6 mm) va bu oynalar orasidagi masofa 12 mm.

[14- 16] Ikki yil davomida Turin (Italiya) da o'tkazilgan tajriba natijalari ushbu tizim ish qobiliyatini baholash, qulay (komfort) holatini oshirish va bu nisbatan yangi texnologiyaning kamchiligini aniqlashdan iborat bo'lgan. Ishda temperaturani aniqlashning yangi usullari taklif etilgan.



1.3.13-chizma. Ventilyatsiyalanadigan fasad tuzilishi: 1-tashqi oyna; 2- havo qatlami; 3-jalyuzi; 4-alyumin rom; 5-ventilyatsiya oqimi chiziqlari; 6- ichki oyna; 7- isitish tizimiga ulangan ventilyatsion quvur.

Ko'p sonli tajribalarning ko'rsatishicha, bunday tizim yil davomida ofis va sanoat binolarida ishlashi mumkin.

Xulosa. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlarning turlari, tuzilishi va ishlash tamoyillari batafsil yoritildi. Ish jarayonida sodir bo'ladigan kamchiliklar aniqlandi. Bartaraf etish yo'llari tahlil etildi. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining turlari, tuzilishi va ish tamoyili yoritildi. Ushbu tizimlarda quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlarni o'rnatish imkoniyatlari baholandi. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlarni insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarida qo'llash orqali bir vaqtning o'zida elektr toki, issiqlik energiyalarini olish, shuningdek, xona ichida sodir bo'luvchi yorug'lik diskomfortini kamaytirish mumkin.

Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlar va insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlari sohasida olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar holati tahlil qilindi. Bunda, asosan, nufuzli, impakt faktori yuqori ilmiy jurnallardagi maqolalar o'rganildi.

II. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarida Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlardan foydalanish

2.1. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining ish tamoyilini nazariy tadqiq qilish

Respublikamizning xalq xo'jaligida hamda jahon miqyosida keng mashtabda quyosh energiyasidan foydalanib past potentsialli issiqlikka aylantirish va turar-joy komunal xo'jaliklarni issiqlikka bo'lgan ehtiyojini qondirish bugungi kunning asosiy masalalaridan hisoblanadi.

Quyosh issiqlik energiyasidan foydalanishining jahon tajribasidan ma'lumki, past temperaturali iste'molchilarning issiqlik ta'minoti tuzimining samarador tizimlardan biri, tuzilishi jihatdan oddiy bo'lgan passiv quyosh isitish tizimidir. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarini issiqlik rejimini hisobi bo'yicha bir qancha ilmiy tadqiqot ishlari olib borilgan. Ko'p sonli tadqiqotchilar bunday tizimdagi uylarni issiqlik rejimini hisoblashda qanday oriyentatsiya buyicha joylashganini hisobga olganlar xolos. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining asosiy kursatkichlaridan biri yorug'lik tushadigan devorning issiqlik samaradorligi hisoblanadi. Kun davomidagi yorug'lik qabul kiluvchi devorni issiqlik balansidan olingan issiqlik samaradorligini biror vaktdagi qiymatini aniqlash uchun quyidagi munosabatdan foydalaniladi,

$$\eta_{i.s} = \tau - \frac{K_{i.y, k-0}}{q_{tush,v}} (t_x - t_{a.m}) \quad (2.1.1)$$

Yorug'lik tushyotgan vertical devorning shffof yuzalaridan yig'indi quyosh radiatsiyasini o'tkazish koeffeksentini τ quyidagi munosabatdan aniqlanadi,

$$\tau = \frac{\tau_{to'g'} q_{tush,v} + \tau_{soch} (q_{tush,v}^{soch} + q_{tush,v}^{qay})}{q_{tush,v}^{to'g'} + q_{tush,v}^{soch} + q_{tush,v}^{qay}} \quad (2.1.2)$$

Bu yerda $\tau_{to'g'}$, τ_{soch} -qoralanayotgan shaffof tusiq, devorining to'g'ri va sochilgan quyosh radiatsiyasining o'tkazish koeffekseyentlari, $q_{tush,v}^{to'g'}$, $q_{tush,v}^{soch}$,

$q_{tush,v}^{qay}$ – nur qabul qilayotgan frontal shaffof devor yuzasiga tushyotgan to'g'ri sochilgan va qaytgan quyosh radiatsiyasining oqim zichliklari. (1.2.2) formuladagi $\tau_{to'g}$, binoning shaffof frontal yuzasiga to'g'ri quyosh radiatsiyasi nurining tushish burchagi (i) ga bog'liq. $\tau_{to'g}$ dan farqli ravishda τ_{soch} (i) kattalikga bog'liq bo'lmaydi.

Adabiyotlarda $q_{tush,v}^{to'g}$, $q_{tush,v}^{soch}$, $q_{tush,v}^{qay}$ – yuza birligiga normal boyicha quyosh nuri radiatsiyasi zichligini ($q_{\perp}$) va gorizontal yuzaga tushyotgan sochilgan quyosh radiatsiyasi ($q_{tush,g}^{soch}$) aktiomometrik o'lchashlarga asosan $\tau_{to'g}$, τ_{soch} kattaliklarni hisoblash usullari berilgan, $K_{i,y,k-0}$ - bino shaffof to'sig'ining issiqlik yuqotish koeffeksenti asosan bino shaffof yuzasi qatlamlar soniga, tashqi va ichki yuzalarning issiqlik almashish koeffeksiyayentiga va shaffof to'siqli shishalar oralig'idagi havo qatlamlarinnining issiqlik uzatish koeffekseyentiga bog'liq bo'ladi. Yuqorida keltirilgan parametrlarning qiymatlari yordamida shaffof to'sig'ining issiqlik yuqotish koeffekseyentini hisoblash ko'p qiyinchilik to'g'dirmaydi. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimida (2.2.1) munosabatdan kurinib turibdiki, $\eta_{i,s}$ qiymatini maksimal darajada yetkazish uchun $K_{i,y,k-0}$ qiymati minimal bo'lishi kerak ekan. Bu masalani to'g'ri hal etish uchun termik qarshilikni qiymatini maksimal taminlovchi ikki hil muhitni bir-biridan ajratib turgan shaffof yuzalar orasidagi havo qatlami $\delta_{h,q}$ kritik qiymatini o'rnatilish lozim. Ikki qavatli shaffof to'siqli oynali vertical joylashgan $\delta_{h,q}$ qiymatini aniqlsh uchun quyidagi munosabat taklif etilgan

$$\delta_{h,q} = 1,99 \gamma H^{0,25} \left(\frac{T_{o'r} a_{o'r} \nu_{o'r}}{t_x - t_{a,m}} \right)^{0,25} \quad (2.1.3)$$

Bu yerda H – binoning balandligi; t_x va $t_{a,m}$ – mos ravishda isitilayotgan xona va atrof muhitning haroratlari; $T_{o'r}$ – qaralayotgan qatlamdagi havoning abbsolyutn o'rtacha qiymati; $a_{o'r}$, $\nu_{o'r}$ -mos ravishda qatlamdagi havoning harorat o'tkazuvchanlik va kinimatik qovishqoqlik koeffeksentlari ; γ - shaffof

yuzalari binoning ichki va tashqi tomonlaridagi issiqlik almashinish koeffeksentiga bog'liq bo'lgan proporsionallik koeffeksenti.

Quyosh nuri tushadigan derazaga ma'lum darajada to'g'ri quyosh radiatsiyasining oqim zichligini oshirish maqsadida insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarida sharnurli harakatlanuvchan yassi nur qaytargichlardan foydalaniladi. Shunday derazalarni pastki qismida sharnurli mahkamlangan yassi nur qaytargichlar kunduz kunlar gorizontal holatda quyilgan. Nur qaytargichni bunday holatda quyilsa nima natijaga erishish haqida manbalarda hech qayday ma'lumot berilmagan.

Isitish mavsumining quyosh energiyasidan foydalanish samarasi eng kam bo'lgan 5 yanvardan 10 yanvargacha bo'lgan kunlari uchun hisoblash natijalariga mos bo'lgan tajriba o'lchov natijalari shuni ko'rsatadiki uyning janub tomonidan derazaga to'g'ri tushayotgan va nur qaytargichdan qaytib tushyotgan quyosh energiyasi samaradorligi kamayadi.

Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimida uyning derazasining pastki qismida sharnirli maxkamlangan harakatlanuvchan yassi nur qaytargichdan foydalanilgandagi issiqlik samaradorligi nur qaytargichdan uyning derazasiga qaytib tushayotgan quyosh nurining tushish burchagiga bogliq. Tushish burchagini adabiyotlardan foydalanib quydagicha aniqlaymiz,

$$i = \arccos bx \quad (2.1.4)$$

Bu yerda $bx - b$ vektorininig x-uqi buyicha tashkil etuvchisi hisoblanadi, yani

$$b = c - 2n(n \cdot c) \quad (2.1.5)$$

n va c -quyosh nurining nur qaytargich sirtiga normal bo'yicha tushish vektori. U holda (2.1.4) munosabatni quyidagi ro'rinishda yozishimiz mumkin

$$b_x = -\cos \delta \sin \varphi \cos w(\tau_o - \tau) - 2 \sin \alpha \cdot \cos i_{n,q} - \sin \delta \cos \varphi \quad (2.1.6)$$

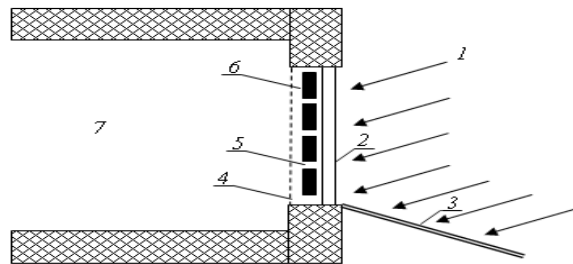
Bu yerda δ -quyoshning yil davomidagi og'ish burchagi; φ -joyning geografik kengligi; τ_o -ayni yarim kunning vaqt momenti ($\tau_o = 12^{00}$); τ - sutka davomidagi qaralayotgan vaqt momonti; w -erning o'z o'qi atrofida aylanishining burchakli tezligi, $w = 1,5 \frac{2\pi a \delta}{coam}$;

$$\cos i_{n,q} = \cos \delta \cos(\varphi - \alpha) \cos w(\tau_0 - \tau) + \sin \delta \sin(\varphi - \alpha) \quad (2.1.7)$$

-nur qaytargichni oynali yuzasiga to'g'ri quyosh nurining tushish burchagi; α - nur qaytargichning aylana yuzasining gorizontga nisbatan qiyalik burchagi.

Agar $\alpha = 0$ bo'lsa, yani nur qaytargich gorizont holatda bo'lsa (2.1.6) va (2.1.7) munosabatlar to'g'ri quyosh nurining mos ravishda vertikal va gorizont yuzalarga tushish burchagini hisoblashning umumiy formulalardan foydalanish mumkin.

Sharnirli harakatlanuvchan yassi nur qaytargichli insolyatsion passiv quyoshli isitish tizimlarining parametrlarini hisoblash. Insolyatsion passiv quyoshli isitish tizimlarida sharnirli harakatlanuvchan yassi nur qaytargichlarni qo'llashdan asosiy maqsad ularning shaffof to'siqlarining frontal sirtiga tushuvchi quyosh nurlanishi oqimining yuzaviy zichligini oshirishdan iborat. Mazkur tipdagi nur qaytargichlarning ufqqa nisbatan optimal qiyalik burchagini yilning joriy vaqtlariga yoki Quyoshning yillik og'ishiga bog'liq ravishda aniqlash amaliy ahamiyatga ega. Quyidagi rasmda harakatlanuvchan yassi nurlanish qaytargich va xonaning ichki isitish jihozlari bilan mujassamlashtirilgan qisqa muddatli issiqlik jamlagichli insolyatsion passiv quyoshli isitish tizimining prinsipial sxemasi ko'rsatilgan.



2.1.1-chizma.1-quyosh nurlari; 2-ikki qatlamli shaffof to'siq; 3-sharnirli harakatlanuvchan oynaviy nur qaytargich; 4-suriladigan shtor; 5-tirqish; 6-issiqlik jamlagich; 7- tajribaviy isitiladigan xona.

Optimal deb hisoblanadigan qiyalik burchagi shunday burchakki, bunda yarim kun paytida quyosh nur qaytargichidan qaytayotgan quyosh nuri

oqimining xammasi nur qaytargichni yuzasiga teng yuzali shaffof to'siqning frantal sirtiga kelib tushadi . Qaralayotgan masalani yechish qulay bo'lishi uchun janubga qaragan vertikal devorga o'rnatilgan shaffof to'siqli frantal sirtning pastgi qismiga sharnirli xarakatlanuvchan yassi nur qaytargich nolga teng bo'lgan chuqurlikda o'rnatilgan deb hisoblaymiz [28],[32].

2.1.2 -chizmadan foydalanib sharnirli xarakatlanuvchan yassi nur qaytargichning ufqqa nisbatan optimal qiyalik burchaklarini aniqlash uchun hisobiy ifodalarni keltiramiz.

$$2\beta + 90^\circ + \alpha_{\kappa,\delta}^{onm} = 180^\circ \quad (2.1.8)$$

Optikadan ma'lumki tushish burchagi qaytish burchagiga teng, ya'ni $i = i'$.

demak

$$\beta = 90^\circ - i, \quad (2.1.9)$$

u holda

$$2(90^\circ - i) + 90^\circ + \alpha_{\kappa,\delta}^{onm} = 180^\circ, \quad (2.1.10)$$

$$180^\circ - 2i + 90^\circ + \alpha_{\kappa,\delta}^{onm} = 180^\circ, \quad (2.1.11)$$

Bundan nur qaytargichning qiyalik burchagini aniqlasak

$$\alpha_{\kappa,\delta}^{onm} = 2i - 90^\circ \quad (2.1.12)$$

Gorizontga nisbatan $\alpha_{\kappa,\delta}^{onm}$ burchak ostida joylashgan va janubga qaratilgan yassi nur qaytargich yuzasiga tushadigan to'g'ri quyosh nurining tushish burchagi quyidagi munosabatdan aniqlanadi

$$\cos i_{H,\kappa} = \cos \delta \cos(\alpha_{\kappa,\delta}^{onm}) \cos \omega(\tau_o - \tau) + \sin \delta \sin(\alpha_{\kappa,\delta}^{onm}) \quad (2.1.13)$$

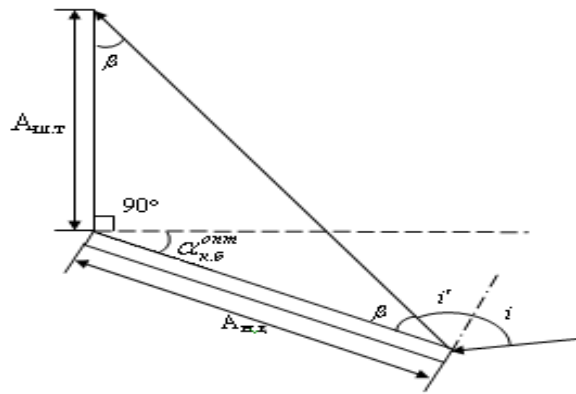
Yarim tush paytida $\tau = 12$ s teng bo'lganda $\omega(\tau_o - \tau) = 0$ bo'ladi va (6) munosabat quyidagi ko'rinishda yozilishi mumkin

$$\cos i_{H,\kappa} = \cos(\varphi - \alpha_{\kappa,\delta}^{onm} - \delta) \quad (2.1.14)$$

$$i = \arccos \cos(\varphi - \alpha_{\kappa,\delta}^{onm} - \delta) \quad (2.1.15)$$

Bundan i -tushish burchagini aniqlab oladigan bo'lsak

$$i = \varphi - \alpha_{\kappa,\delta}^{onm} - \delta \quad (2.1.16)$$



2.1.2-chizma. Gorizontga nisbatan xarakatlanadigan yassi nur qaytargichni optimal qiyalik burchagini aniqlash.

$A_{III,T}$ -shaffof to'siqning balandligi; $A_{H,K}$ -nur qaytirgich uzunligi; i va i' -mos ravishda nur qaytargich yuzasiga tushayotgan quyosh nurining tushish va qaytish burchaklari.

Hosil bo'lgan bu munosabatni (2.1.12) ga qo'yadigan bo'lsak

$$\alpha_{\kappa.\delta}^{onm} = 2(\varphi - \alpha_{\kappa.\delta}^{onm} - \delta) - 90$$

$$3\alpha_{\kappa.\delta}^{onm} = 2(\varphi - \delta) - 90$$

$$\alpha_{\kappa.\delta}^{onm} = \frac{2}{3}(\varphi - \delta) - 30 \quad (2.1.17)$$

$$\alpha_{\kappa.\delta}^{onm} = 0,6667(\varphi - \delta) - 30$$

Bu yerda φ joyning geografik kengligi. Masalan, Qarshi shahri uchun $\varphi = 39^\circ$ ga teng. δ - quyoshning og'ish burchagi bo'lib, u quyidagicha aniqlanadi

$$\delta = 23,45 \sin \left(\frac{284 + n}{365,26} \cdot 360 \right) \quad (2.1.18)$$

Bunda n - birinchi yanvardan boshlanadigan yilning tartibli raqamlari (1.2.18) tenglikdan foydalanib (1.2.17) ni quyidagi ko'rinishda ham yozishimiz mumkin.

$$\alpha_{\kappa.\delta}^{onm} = 0,6667(\varphi - 23,45 \sin(279,9179 + 0,9856 n)) - 30^\circ \quad (2.1.19)$$

Demak joyning geografik kengligi (φ) ma'lum bo'lsa, insolyatsion passiv quyoshli isitish tizimlaridagi shamirli xarakatlanuvchan yassi nur qaytargichlarni ufqqa nisbatan optimal qiyalik burchagini yilning joriy kunlarida yoki quyoshning yillik og'ishiga bog'liq ravishda aniqlash mumkin.

Quyidagi jadvalda isitish mavsumida sharnirli xarakatlanuvchan yassi nur qaytargichning ufqqa nisbatan optimal qiyalik burchaklarini aniqlashning hisobiy natijalarini keltiramiz.

2.1.1-jadval

№	Sana	n	δ	α
1	1.XI.2012	306	-15,5	6,3
2	11.XI.2012	316	-17,36	7,57
3	21.XI.2012	326	-20,55	9,7
4	1.XII.2012	336	-22,18	10,78
5	11.XII.2012	346	-23,15	11,43
6	21.XII.2012	356	-23,4	11,6
7	31.XII.2012	366	-23,07	11,3
8	10.I.2013	10	-22,0	10,7
9	20.I.2013	20	-19,5	9,0
10	30.I.2013	30	-16,9	7,3
11	9.II.2013	40	-15,2	6,1
12	19.II.2013	50	-12,0	4,0
13	1.III.2013	60	-8,38	1,58
14	11.III.2013	70	-4,5	-0,99
15	21.III.2013	80	-0,50	-3,66
16	31.III.2013	90	3,5	-6,3

Janub yo‘nalishida tik o‘rnatilgan va yassi nur qaytargich bilan jihozlangan shaffof to‘siqli insolyatsion passiv quyoshli isitish tizimlarida issiqlik energiyasi manbalari bo‘lib mazkur shaffof to‘siq orqali isitiladigan xonaga bevosita kiruvchi yig‘indi (to‘g‘ri va sochilgan) quyosh nurlanishi ($Q_{kir_v}^{\Sigma} = F_t q_{kir}^{\Sigma}$) va uning pastki asosi bilan sharnirli biriktirilgan yassi nur

qaytargich sirtidan qaytgan to'g'ri quyosh nurlanishi ($Q_{kir_{qay}}^{to'g'} = F_t q_{kir}^{to'g'}$) bo'lganligi sababli ishda mazkur tipdagi quyoshli isitish tizimlarining issiqlik samaradorligining shakllanishi qonuniyatlarini yuqorida ko'rsatib o'tilgan manbalarning har biri uchun alohida o'rganilgan [39].

Agar isitiladigan xonaning shaffof to'siq orqali issiqlik yo'qotishlarini uning umumiy issiqlik yo'qotishlarini qo'shib qarasak, u holda yig'indi quyosh nurlanishining isitiladigan xonaga bevosita kirishiga asoslangan insolyatsion passiv quyoshli isitish tizimining issiqlik samaradorligi $Q_{kir_v}^{\Sigma}$ ning qaralayotgan shaffof to'siqning frontal sirtiga tushuvchi yig'indi quyosh nurlanishi oqimi $Q_{tush_v}^{\Sigma}$ ga nisbati ko'rinishida ifodalanishi mumkin, ya'ni,

$$\eta_1 = \frac{Q_{kir_v}^{\Sigma}}{Q_{tush_v}^{\Sigma}} \quad . \quad (2.1.20)$$

Ikkinchi tomondan, $\frac{Q_{kir_v}^{\Sigma}}{Q_{tush_v}^{\Sigma}}$ nisbat yig'indi quyosh nurlanishining mazkur shaffof to'siq orqali isitilayotgan binoga kirish koeffitsiyenti τ_{kir}^{Σ} ni ifodalagani sababli, $\eta_1 = \tau_{kir_v}^{\Sigma}$ deb hisoblashga asos bo'ladi. $Q_{kir_v}^{\Sigma}$ va $Q_{tush_v}^{\Sigma}$ larning qiymatlarini mavjud bo'lgan hisoblash usullari asosida ishda qaralayotgan tipdagi insolyatsion passiv quyoshli isitish tizimlarining issiqlik samaradorligini aniqlash uchun

$$\eta_1 = \tau_{kir_v}^{\Sigma} = \frac{(\tau_{kir_v}^{to'g'} \cdot \cos i_v + 0,5 \cdot \tau_{kir_v}^r \rho \cos i_g) q_{\perp} + 0,5 \cdot \tau_{kir_v}^r (1 + \rho) q_{tush,g}^r}{(\cos i_v + 0,5 \rho \cos i_g) q_{\perp} + 0,5 (1 + \rho) q_{tush,g}^r} \quad (2.1.21)$$

hisobiy ifoda taklif qilindi. (1.2.21) ifodada $q_{\perp}$ - quyosh nurlariga nisbatan normal tekislikka tushuvchi to'g'ri quyosh nurlanishi oqimining yuzaviy zichligi; $q_{tush,g}^r$ - ufq tekisligiga tushuvchi sochilgan quyosh nurlanishi oqimining yuzaviy zichligi; $\tau_{kir_v}^{to'g'}$ va $\tau_{kir_v}^r$ - mos ravishda, janub yo'nalishida tik joylashtirilgan shaffof to'siq sirtiga tushayotgan to'g'ri va sochilgan quyosh nurlanishlarining mazkur to'siq orqali isitiladigan xonaga kirish koeffitsiyentlari; i_v va i_g - mos ravishda, janub yo'nalishida tik joylashgan va ufq tekisliklariga tushayotgan to'g'ri quyosh nurlanishining tushish burchaklari;

ρ - shaffof to'siq atrofidagi jismlarning yig'indi quyosh nurlanishini integral qaytarish koeffitsiyenti.

Janub yo'nalishida tik o'rnatilgan va qalinligi (δ) 0,004 m, nurlanishni susaytirish koeffitsiyenti (k) 0,18 1/m va sindirish koeffitsiyenti (n) 1,52 bo'lgan ikki qavatli deraza shishasidan iborat bo'lgan shaffof to'siq uchun bajarilgan hisoblash natijalariga ko'ra qaralayotgan tipdagi insolyatsion passiv quyoshli isitish tizimlarida η_1 ning qiymatlari yetarli katta (0,68) va kun davomida nisbatan barqaror. Tush paytida quyoshning balandligi oylar davomida o'zgarishi sababli η_1 ning o'rtacha kunlik qiymati isitish mavsumining noyabr va fevral oylarida 0,64÷0,66 va mart oyida 0,60÷0,62 ni tashkil qiladi (2.2.2-2.2.3-jadvallar).

2.2.2-jadval

sana	Kunning soatlari , τ					
	12	11,13	10,14	9,15	8,16	7,17
20.XI	0,680	0,680	0,680	0,661	0,611	0,518
30.XI	0,680	0,680	0,680	0,663	0,621	0,531
9.XII	0,680	0,680	0,680	0,666	0,630	0,540
21.XII	0,680	0,680	0,680	0,666	0,630	0,540
31.XII	0,680	0,680	0,680	0,666	0,630	0,540
10.I	0,680	0,680	0,680	0,663	0,621	0,54
20.I	0,680	0,680	0,680	0,6615	0,617	0,5175
30.I	0,680	0,680	0,673	0,657	0,594	0,504
9.II	0,680	0,680	0,666	0,648	0,585	0,470
19.II	0,680	0,670	0,666	0,630	0,55	0,440
1.III	0,666	0,677	0,650	0,620	0,500	0,370
11.III	0,666	0,657	0,630	0,576	0,470	0,315
21.III	0,640	0,640	0,610	0,540	0,440	0,220

2.2.3-jadval

sana	$\bar{\eta}_1$
20.XI	0,6665
30.XI	0,6657
9.XII	0,6664
21.XII	0,6667
31.XII	0,6664
10.I	0,6658
20.I	0,6635
30.I	0,6597
9.II	0,6551
19.II	0,6466
1.III	0,6438
11.III	0,6234
21.III	0,6088

Yig'indi quyosh nurlanishining isitiladigan xonaga bevosita kirishiga asoslangan insolyatsion passiv quyoshli isitish tizimlaridan farqli ravishda yassi nur qaytargichli insolyatsion passiv quyoshli isitish tizimlarining issiqlik samaradorligi (η_2) $Q_{kir_{qayt}}^{to'g'}$ ning nur qaytargichning oynaviy sirtiga tushuvchi to'g'ri quyosh nurlanishi oqimi $Q_{tush_r}^{to'g'}$ ga nisbati, ya'ni

$$\eta_2 = \frac{Q_{kir_{qayt}}^{to'g'}}{Q_{tush_r}^{to'g'}} \quad (2.1.22)$$

dan aniqlanadi.

O'z navbatida,

$$Q_{tush_r}^{to'g'} = q_{\perp} F_r \cos i_r \quad (2.1.23)$$

$$Q_{kir_{qayt}}^{to'g'} = q_{\perp} F_d^{yor} \tau_{kir_{qayt}}^{to'g'} R_r \cos i_r \quad (2.1.24)$$

va bu yerda F_r - nur qaytargichning oynaviy sirti maydoni; i_r - to'g'ri quyosh nurlanishining nur qaytargich oynaviy sirti tekisligiga tushish burchagi. F_d^{yor} - shaffof to'siq sirtining nur qaytargich sirtidan qaytgan to'g'ri nurlanishi bilan yoritilgan qismining maydoni; $\tau_{kir_{qayt}}^{to'g'}$ - nur qaytargich sirtidan qaytgan to'g'ri quyosh nurlanishining janub yo'nalishida tik joylashtirilgan shaffof to'siq orqali isitilayotgan xonaga kirish koeffitsiyenti.

(2.1.23) va (1.2.24) ifodalarni (2.1.22) nisbatga qo'yish asosida

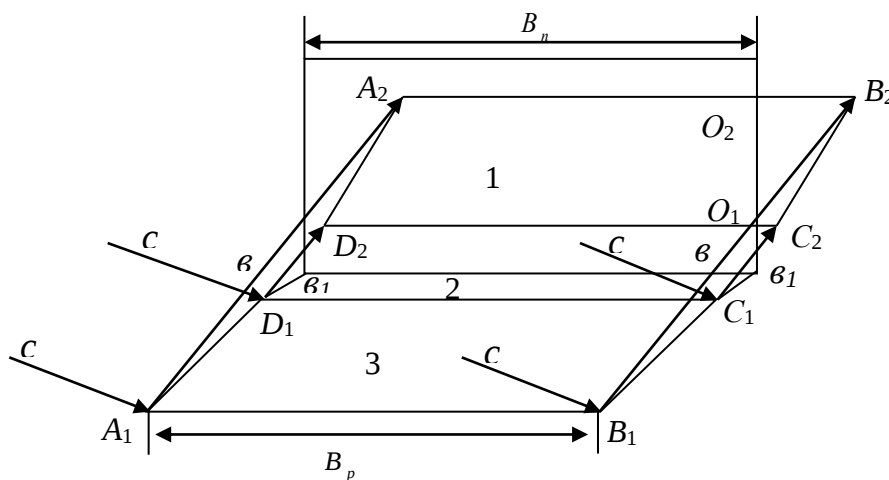
$$\eta_2 = R_r \tau_{kir_{qayt}}^{to'g'} f \quad (2.1.25)$$

ifodani hosil qilamiz va bu yerda

$$f = \frac{F_d^{yor}}{F_r} \quad (2.1.26)$$

(2.1.25) va (2.1.26) ifodalardan ko'rinib turiptiki, harakatlanuvchan yassi nur qaytargichli insolyatsion passiv quyoshli isitish tizimlarining o'ziga xosligi ularning issiqlik samaradorligi (η_2) ning quyoshning osmon gumbazi bo'yicha qaralayotgan shaffof to'siq sirti normaliga nisbatan azimutal harakati natijasida F_d^{yor} ning kun davomidagi o'zgarishini hisobga oluvchi parametr f ga bog'liqligidan iboratdir. Ishda F_d^{yor} va uning asosida f ni va ularning kun davomidagi o'zgarishlarini hisoblash uchun analitik usul taklif qilingan. F_d^{yor} ni hisoblash masalasini optikaviy-geometrik sxemasi keltirilgan. Qaralayotgan masalada yassi nur qaytargichning (A_r -uzunligi, V_r -kengligi, $F_r = A_r V_r$ - sirtining maydoni, α_r^{opt} - ufq tekisligiga nisbatan qiyalik burchagi) va shaffof to'siqning (A_r -balandligi, V_r -kengligi, $F_r = A_r V_r$ - sirtining maydoni va h - chuqurligi, ya'ni binoning tashqi tomoni deraza ostining kengligi) o'lchamlari, hamda nur qaytargich sirti chegarasidagi 4 asosiy nuqtalarining (ya'ni uchlarining) koordinatalari $A_1(x_1; y_1; z_1)$, $V_1(x_3; y_3; z_3)$, $S_1(x_5; y_5; z_5)$ va $D_1(x_7; y_7; z_7)$ ma'lum. Nur qaytargichning uzunligi va kengligi shaffof to'siqning balandligi va kengligiga mos ravishda teng bo'lganligi sababli, $F_r = F_d$.

Tadqiqot obyekti joylashgan joyning geografik kengligi (φ) berilgan joy uchun haqiqiy tush payti momenti (τ_o) va Quyoshning og'ishi (δ) ni aniqlash uchun yilning vaqti (n) ning qiymatlari oldindan berilgan, ya'ni ma'lum. Qaralayotgan masalani yechish yuzasidan taklif qilingan uslubning asosiy mohiyati quyidagidan iborat: joriy kunning berilgan vaqt momenti (τ) da nur qaytargich chegaralaridagi (ya'ni uchlaridagi) A_1 , V_1 , S_1 va D_1 xarakterli nuqtalardan qaytgan quyosh nurlari shaffof to'siq sirti tekisligi bilan tegishli $A_2(x_2; y_2; z_2)$, $V_2(x_4; y_4; z_4)$, $S_2(x_6; y_6; z_6)$ va $D_2(x_8; y_8; z_8)$ xarakterli nuqtalarda kesishadi;



2.1.2-chizma. Yassi nurlanish reflektorli insolyatsion passiv quyoshli isitish tizimining shaffof to'sig'i sirtidagi nuqtalar koordinatalarini hisoblashning prinsipial sxemasi.

1-shaffof to'siq; 2-vertikal shaffof to'siqning tik devor tashqi sirti tekisligiga nisbatan chuqurligi, 3-yassi nur qaytargich, s- nur qaytargich sirtiga tushuvchi quyosh nurlari; v-nur qaytargich sirtidan qaytgan quyosh nurlari.

mazkur nuqtalarning geometrik o'rinlari (ya'ni koordinatalari) orqali shaffof to'siq sirti tekisligida hosil qilingan nur qaytargich tasvirining maydoni hisoblanadi; o'z navbatida shaffof to'siq tekisligida yotgan A_2 , V_2 , S_2 va D_2 nuqtalarning koordinatali A_1 va A_2 , V_1 va V_2 , S_1 va S_2 , hamda D_1 va D_2 nuqtalarni o'zaro tutashtiruvchi fazodagi to'g'ri chiziqli tenglamalari

$$\left. \begin{aligned} \frac{x_2 - x_1}{e_x} &= \frac{y_2 - y_1}{e_y} = \frac{z_2 - z_1}{e_z} = \Delta_{A_1 A_2}; \\ \frac{x_4 - x_3}{e_x} &= \frac{y_4 - y_3}{e_y} = \frac{z_4 - z_3}{e_z} = \Delta_{B_1 B_2}; \\ \frac{x_6 - x_5}{e_x} &= \frac{y_6 - y_5}{e_y} = \frac{z_6 - z_5}{e_z} = \Delta_{C_1 C_2}; \\ \frac{x_8 - x_7}{e_x} &= \frac{y_8 - y_7}{e_y} = \frac{z_8 - z_7}{e_z} = \Delta_{D_1 D_2}; \end{aligned} \right\} \quad (2.1.27)$$

yordamida aniqlanadi.

Bu yerda e_x, e_y va e_z - mos ravishda oynaviy nur qaytarish tenglamasi, ya'ni

$$e = c - 2n(n \cdot c) \quad (2.1.28)$$

yordamida aniqlanuvchi birlik vektorning x, y va z o'qlari bo'yicha tashkil qiluvchilari; s - nur qaytargich sirtiga tushayotgan o'q quyosh nurining birlik vektori; p – shaffof to'siq sirti normalining birlik vektori; $\Delta_{A_1 A_2}, \Delta_{B_1 B_2}, \Delta_{C_1 C_2}$ va $\Delta_{D_1 D_2}$ -mos ravishda, A_1 va A_2, V_1 va V_2, S_1 va S_2 , hamda D_1 va D_2 nuqtalar orasidagi masofalar.

2.1.2-chizma va (2.1.27) tenglamalar tizimidan ko'rinib turiptiki xarakterli nuqtalarning koordinatalari nur qaytargich sirtida $A_1(h + A_p \cos \alpha_{p_h}^{onm}; 0; A_p \sin \alpha_{p_h}^{onm})$, $B_1(h + A_p \cos \alpha_{p_h}^{onm}; B_p; A_p \sin \alpha_{p_h}^{onm})$; $C_1(h; B_p; 0)$; $D_1(h; 0; 0)$; va shaffof to'siq tekisligi sirtida $A_2(0; \Delta_{A_1 A_2} e_y; A_p \sin \alpha_{p_h}^{onm} + \Delta_{A_1 A_2} e_z)$, $C_2(0; B_n \Delta_{B_1 B_2} e_y; \Delta_{C_1 C_2} e_z)$, $D_2(0; \Delta_{D_1 D_2} e_y; \Delta_{D_1 D_2} e_z)$ lardan iborat. $V_r = V_p$, ya'ni $A_1 V_1 = A_2 V_2 = D_1 C_1 = D_2 C_2$ va $A_p = A_n$, ya'ni $A_1 D_1 = V_1 C_1$ bo'lganda (3.27) tenglamalar tizimi va shaffof to'siq sirti tekisligidagi xarakterli nuqtalar koordinatalari, ya'ni $x_2 = x_4 = x_6 = x_8 = 0$ bo'lganligi sababli

$$\Delta_{A_1 A_2} = \Delta_{B_1 B_2} = - \frac{h + A_p \cos \alpha_{p_h}^{onm}}{e_x} \quad (2.1.29)$$

$$\Delta_{C_1 C_2} = \Delta_{D_1 D_2} = - \frac{h}{e_x} \quad (2.1.30)$$

(2.1.27) tenglamalar tizimidagi e_x, e_y va e_z larning qiymatlari birlik vektor (c) ning

$$\left. \begin{aligned} c_x &= \cos \delta \cdot \sin \varphi \cdot \cos \omega(\tau - \tau_o) - \sin \delta \cdot \cos \varphi & (a) \\ c_y &= -\cos \delta \cdot \sin \omega(\tau - \tau_o) & (b) \\ c_z &= \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega(\tau - \tau_o) + \sin \delta \cdot \sin \varphi & (c) \end{aligned} \right\} \quad (2.1.31)$$

qiymatlarini hisobga olgan holda mos ravishda

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_x &= \sin \delta \cos \phi - \cos \delta \sin \phi \cos \omega(\tau - \tau_o) - 2 \sin \alpha_r^{opt} \cos i_r & (a) \\ \epsilon_y &= -\cos \delta \sin \omega(\tau - \tau_o) & (b) \\ \epsilon_z &= -\cos \delta \cos \phi \cos \omega(\tau - \tau_o) - \sin \delta \sin \phi + 2 \cos \alpha_r^{opt} \cos i_r & (c) \end{aligned} \right\} \quad (2.1.32)$$

formulalar bo'yicha aniqlanadi, bu yerda $\omega = 15 \text{ grad / soat}$ -Yerning o'z o'qi atrofida aylanish burchak tezligi;

Qaralayotgan masalaning optikaviy-geometrik sxemasini tahlil qilish asosida F_d^{yor} va f ni hisoblashning uchta asosiy holatini ko'rsatish mumkin.

1. Kunning haqiqiy tush vaqti momenti, ya'ni $\tau = \tau_o$ uchun. Bu vaqt momentida shaffof to'siq sirti tekisligidagi nur qaytargich dog'ining tasviri to'g'ri to'rtburchak shakliga ega bo'lib uning uchlari shaffof to'siq chegaralaridan tashqariga chiqmaydi. Mazkur vaqt momentida to'rtburchak sirtining maydoni shaffof to'siq sirtining nur qaytargichdan qaytgan quyosh nurlanishi bilan yoritiladigan qismi maydoniga teng bo'lib

$$F_{d,\tau_o}^{yor} = B_d \left[A_r \sin \alpha_r^{opt} + \epsilon_{z,\tau_o} (\Delta_{A_1A_2,\tau_o} - \Delta_{C_1C_2,\tau_o}) \right] \quad (2.1.33)$$

formula bo'yicha aniqlanadi. Mazkur vaqt momentida A_r va A_d larning tengligini hisobga olgan holda f ni aniqlash uchun ifoda

$$f_{\tau_o} = \sin \alpha_r^{opt} + \frac{\epsilon_{z,\tau_o}}{A_d} (\Delta_{A_1A_2,\tau_o} - \Delta_{D_1D_2,\tau_o}) \quad (2.1.34)$$

shaklida taqdim qilinishi mumkin.

2. Kunning τ_o dan τ_1 gacha vaqt momentlari oralig'ida $\tau_1 > \tau_o$ bo'lganda, (ya'ni tush paytidan keyin) va τ_1 dan τ_o gacha vaqt momentlari oralig'ida $\tau_1 < \tau_o$ bo'lganda, (ya'ni tush paytidan oldin), shaffof to'siq sirti tekisligida nur qaytargich dog'i tasvirining V_2 va C_2 uchlari tush paytidan keyin, hamda A_2 va D_2 uchlari tush paytigacha shaffof to'siq sirtidan tashqarida bo'ladi (τ_1 - kunning $\tau_1 < \tau_o$ paytida shaffof to'siq sirti tekisligida nur qaytargich dog'ining tasviri

uchburchak shaklidan parallelogram shakliga va $\tau_1 > \tau_o$ paytida, uning teskarisi, ya'ni parallelogram shaklidan uchburchak shakliga o'tish vaqti momenti). Shaffof to'siq va nur qaytargich qat'iy tarzda janubga yo'naltirilgani sababli qaralayotgan masalaning yechimi tush vaqti momentiga nisbatan simmetrik bo'ladi. Bu vaqt oraliqlarida $F_{d,\tau}^{yor}$ va f_τ ning qiymatlari

$$F_{d,\tau}^{yor} = \left(B_d - 0,5 \Delta_{A_1 A_2, \tau} \left| \epsilon_{y,\tau} \right| \right) \left[A_r \sin \alpha_{p_h}^{onm} + \epsilon_{z,\tau} \left(\Delta_{A_1 A_2, \tau} - \Delta_{D_1 D_2, \tau} \right) \right] \quad (2.1.35)$$

va

$$f_\tau = \left(1 - 0,5 \cdot \Delta_{A_1 A_2, \tau} \frac{\left| \epsilon_{y,\tau} \right|}{B_d} \right) \left[\sin \alpha_r^{opt} + \frac{\epsilon_{z,\tau}}{A_r} \left(\Delta_{A_1 A_2, \tau} - \Delta_{D_1 D_2, \tau} \right) \right] \quad (2.1.36)$$

ifodalar orqali topiladi.

3. Kunning τ_1 dan τ_k gacha vaqt momentlari oralig'ida $\tau_k > \tau_1 > \tau_o$ bo'lganda (ya'ni tush paytidan keyin) va τ_h dan τ_1 gacha vaqt momentlari oralig'ida $\tau_h > \tau_1 > \tau_o$ bo'lganda (ya'ni tush paytigacha), shaffof to'siq sirti tekisligida nur qaytargich dog'i tasvirining A_2 , B_2 va C_2 uchlari tush paytidan keyin va A_2 , B_2 va D_2 uchlari tush paytigacha shaffof to'siq sirtidan tashqarida bo'ladi (τ_h va τ_k - mos ravishda, yassi nur qaytargich kun davomida ishlatilish vaqtining boshlanish va tugash momentlari).

Bu holda $F_{n,\tau}^{ocb}$ va f_τ larni hisoblash uchun tegishli ifodalar

$$F_{d,\tau}^{yor} = 0,5 \left(B_d - \Delta_{D_1 D_2, \tau} \left| \epsilon_{y,\tau} \right| \right) \left[A_r \sin \alpha_r^{opt} + \frac{\epsilon_{z,\tau}}{A_r} \left(\Delta_{A_1 A_2, \tau} - \Delta_{D_1 D_2, \tau} \right) \right] \quad (2.1.37)$$

$$F_{d,\tau}^{yor} = 0,5 \left(B_d - \Delta_{D_1 D_2, \tau} \left| \epsilon_{y,\tau} \right| \right) \left[A_r \sin \alpha_r^{opt} + \frac{\epsilon_{z,\tau}}{A_r} \left(\Delta_{A_1 A_2, \tau} - \Delta_{D_1 D_2, \tau} \right) \right] \quad (2.1.38)$$

ko'rinishga ega bo'ladi.

Bajarilgan hisoblash va tajriba natijalarini o'zaro taqqoslash asosida ular orasidagi xatolikning maksimal qiymati $\pm 5\%$ dan kamligini ko'rish mumkin, bu esa mazkur masala yuzasidan taklif qilingan usulning yetarlicha ishonchliligidan dalolat beradi

(2.1.38)- ifodadan ko‘rinib turiptiki, shaffof to‘sig‘i harakatlanuvchan yassi nur qaytargich bilan ta‘minlangan insolyatsion passiv quyoshli isitish tizimlarining issiqlik samaradorligini aniqlash uchun f ning qiymati bilan bir qatorda nur qaytargich sirtidan qaytgan to‘g‘ri quyosh nurlanishining janub yo‘nalishida tik joylashtirilgan shaffof to‘siq orqali isitilayotgan xonaga kirish koeffitsiyenti ($\tau_{kir,qayt}^{to'g'}$) ning qiymati ham talab qilinadi. O‘z navbatida $\tau_{kir,qayt}^{to'g',qay}$ ning qiymati teng sharoitlarda nur qaytargich sirtidan qaytgan to‘g‘ri quyosh nurlanishining 2.1.32 a) formula orqali aniqlanadigan shaffof to‘siq sirti tekisligiga tushish burchagi ($i_d^{qayt} = \arccos b_x$) ning funksiyasidir. Isitish mavsumining ayrim sanalari uchun η_2 va ($\tau_{kir,qayt}^{to'g',qay}$) ning kunlik o‘zgarishlarini aniqlash bo‘yicha hisoblash natijalariga ko‘ra $\tau_{kir,qayt}^{to'g',qay}$ qiymati $0,47 \div 0,59$ dan (ertalab va kechqurun) $0,66$ gacha (tush paytida), η_2 -niki esa $0,66 \div 0,77$ dan (ertalab va kechqurun) $0,50$ gacha (tush paytida) o‘zgaradi (2.1.4-2.1.5-jadvallar).

2.1.4-jadval

sana	Kunning soatlari, τ				
	12	11,13	10,14	9,15	8,16
20.XI	$\frac{0,4846}{0,6562}$	$\frac{0,3832}{0,6522}$	$\frac{0,2686}{0,6394}$	$\frac{0,1503}{0,6144}$	$\frac{0,0662}{0,5720}$
30.XI	$\frac{0,4818}{0,6535}$	$\frac{0,3851}{0,6500}$	$\frac{0,2689}{0,6363}$	$\frac{0,1521}{0,6163}$	$\frac{0,0661}{0,5803}$
9.XII	$\frac{0,4804}{0,6517}$	$\frac{0,3838}{0,6484}$	$\frac{0,2694}{0,6392}$	$\frac{0,1522}{0,6176}$	$\frac{0,06602}{0,5853}$
21.XII	$\frac{0,4799}{0,6510}$	$\frac{0,3833}{0,6478}$	$\frac{0,2684}{0,6374}$	$\frac{0,1527}{0,6181}$	$\frac{0,0660}{0,5872}$
31.XII	$\frac{0,4804}{0,6517}$	$\frac{0,3838}{0,6483}$	$\frac{0,2694}{0,6376}$	$\frac{0,1522}{0,6176}$	$\frac{0,0660}{0,5865}$
10.I	0,4818	0,3849	0,2696	0,1521	0,0661

	<u>0,6553</u>	<u>0,6497</u>	<u>0,6383</u>	<u>0,6165</u>	<u>0,5810</u>
20.I	<u>0,4837</u> 0,6558	<u>0,3867</u> 0,6519	<u>0,2712</u> 0,6393	<u>0,1522</u> 0,6146	<u>0,0667</u> 0,5732
30.I	<u>0,4864</u> 0,6501	<u>0,3896</u> 0,6548	<u>0,2738</u> 0,6405	<u>0,1527</u> 0,6119	<u>0,0667</u> 0,5619
9.II	<u>0,4894</u> 0,6629	<u>0,3931</u> 0,6582	<u>0,2774</u> 0,6420	<u>0,1539</u> 0,6084	<u>0,0678</u> 0,5495
19.II	<u>0,4931</u> 0,6675	<u>0,3974</u> 0,6619	<u>0,2824</u> 0,6439	<u>0,1563</u> 0,6046	<u>0,0688</u> 0,5294
1.III	<u>0,4961</u> 0,6711	<u>0,4024</u> 0,6656	<u>0,2896</u> 0,6459	<u>0,1612</u> 0,6006	<u>0,0707</u> 0,5096
11.III	<u>0,4991</u> 0,6748	<u>0,4081</u> 0,6692	<u>0,2979</u> 0,6522	<u>0,1672</u> 0,5985	<u>0,0738</u> 0,4903
21.III	<u>0,5021</u> 0,6786	<u>0,4139</u> 0,6728	<u>0,3063</u> 0,6586	<u>0,1733</u> 0,5995	<u>0,0770</u> 0,4711

Suratda - η_2 , maxrajda - $\tau_{kir,qayt}^{to'g',qay}$

2.1.5-jadval

sana	$\bar{\eta}_2$
20.XI	0,3091
30.XI	0,3117
9.XII	0,3125
21.XII	0,3133
31.XII	0,3135
10.I	0,3138
20.I	0,3111
30.I	0,3109
9.II	0,3113
19.II	0,3090
1.III	0,3114

11.III	0,3133
21.III	0,3132

Isitish mavsumi davomida η_2 ning kunlik o'rtacha qiymati nisbatan barqaror bo'lib 0,31 ni tashkil qiladi. Isitiladigan xonani qo'shimcha yoritishga mo'ljallangan harakatlanuvchi yassi nur qaytargich bilan jihozlangan insolyatsion passiv quyoshli isitish tizimlarida issiqlik manbalarining umumiy foydali quvvati $\eta_1 Q_{tush_d}^{\Sigma}$ va $\eta_2 Q_{tush_r}^{to'g'}$ larning qiymatlaridan tashkil topganligi bois, ya'ni

$$Q_{foy} = \eta_1 Q_{tush_d}^{\Sigma} + \eta_2 Q_{tush_r}^{to'g'} \quad (2.1.39)$$

qaralayotgan tipdagi insolyatsion passiv quyoshli isitish tizimining ko'rsatilgan ikkala manba uchun o'rtacha qiymatining kunlik o'zgarishi

$$\eta_{o'r} = \frac{Q_{foy}}{Q_{tush}} = \frac{\eta_1 Q_{tush_d}^{\Sigma} + \eta_2 Q_{tush_r}^{to'g'}}{Q_{tush_d}^{\Sigma} + Q_{tush_r}^{to'g'}} \quad (2.1.40)$$

nisbat orqali aniqlanadi.

2.1.6-jadval

Sana	Q_{tush} , kDj/(m ² ·kun)			Q_{foy} , kDj/(m ² ·kun)			$\overline{\eta}_{o'r}^{kun}$
	Jami	Shundan		Jami	Shundan		
		Q_{tush_1}	Q_{tush_2}		Q_{foy_1}	Q_{foy_2}	
20.XI	30652,4	19204,2	11448,1	16359,26	12771,18	3588,08	0,533
30.XI	29756,8	18787,97	10968	15954,62	12535,38	3419,24	0,536
9.XII	28903,3	18336,13	10567,152	15386,76	12173,9	3212,856	0,532
21.XII	28355,5	18019,15	10336,32	15251,32	12013,34	3237,98	0,538
31.XII	28423,6	18007,38	10416,24	15271,34	12005,42	3265,92	0,537
10.I	28834,8	18134,35	10700,496	15423,59	12066,12	3357,468	0,535
20.I	30331,08	18906,95	11424,132	16099,06	12544,74	3554,316	0,531
30.I	30953,38	18975,35	11978,028	16241,87	12518,14	3723,732	0,525
9.II	31382,53	18767,3	12615,228	16222,86	12295,44	3927,42	0,517

19.II	31939,74	18564,37	13375,368	16136,1	12003,3	4132,8	0,505
1.III	32886,29	18545,36	14340,924	16164,54	11700	4464,54	0,491
11.III	32869,91	17724,71	15145,2	15453,36	10708,02	4745,34	0,470
21.III	33093,83	16730,17	16363,656	14945,004	9819,756	5125,248	0,452

2.1.6-jadvalda ochiq ob-havo sharoitida isitish mavsumining ayrim sanalari uchun Q_{tush} va Q_{foy} larning kunlik yig'indisini hisoblash va ular asosida $\bar{\eta}_{o'r}^{kun}$ ning kunlik o'rtacha qiymatlari hisoblash natijalari keltirilgan. 3.2-jadvalda keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra muallif tomonidan ishlab chiqilgan va tadqiq qilingan tajriba obyekti misolida isitish mavsumi davomida $\bar{\eta}_{o'r}^{kun}$ ning qiymati $0,49 \div 0,54$ dan mavsum oxiriga borib quyoshning ufqqa nisbatan balandligining oshib borishi natijasida 0,45 gacha kamayadi. Bu ko'rsatgich an'anaviy issiq havo yordamida ishlovchi aktiv va passiv quyoshli tizimlarining issiqlik samaradorligiga nisbatan 1,5 baravar yuqoridir.

2.2. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlar ish tamoyilini nazariy tadqiq qilish.

Shu paytgacha biz faqat nisbatan kichik quyosh uskunalarini ko'rib chiqdik. Biroq ularning har biri alohida olinganda, quvvatli uskuna yaratish uchun prototip sifatida ko'rib chiqa olmaymiz. Energetik nuqtai nazardan va ming kilovatt quvvatli yirik uskunalar yaratish imkoniyati qiziqish uyg'otadi. Bu masalaning echilishi jiddiy qiyinchiliklarga uchraydi. Quyosh nuri energiyasining sezilarli kamchiliklari, uning fazodagi sochilganligi, jamlanmaganligi. SHunday qilib, yirik quyosh energetik uskunalarini yaratish yirik aks ettiruvchi yuzalar qurilmasi bilan bevosita bog'liq. Birinchi ko'rinishda, birlamchi uskuna o'lchamlarini oddiy oshirish yo'lidan borish ma'qul edi. Biroq bunday yo'l iqtisodiy tarafdin ma'qul emas ekan. Chunki aks ettiruvchi yuzaga olib kelingan uskuna narhi uskuna o'lchamlarini oshirish bilan oshadi. Bunda yirik uskunalar mexanizmining alohida elementlarida ta'sir etuvchi katta kuchlar va elementlarning yaxshi natijalari bilan bog'liq katta konstruktiv qiyinchiliklar yuzaga keladi.

Energiya uzatish va bir joyga to'plashning eng maqsadga muvofiq usuli - uni turli nuqtalardan bir punktka nurli energiya ko'rinishida uzatish. Havo qatlami orqali o'tganda yutilish va sochilish bilan bog'liq bunday uzatishdagi energiya yo'qotilishi juda kichik.

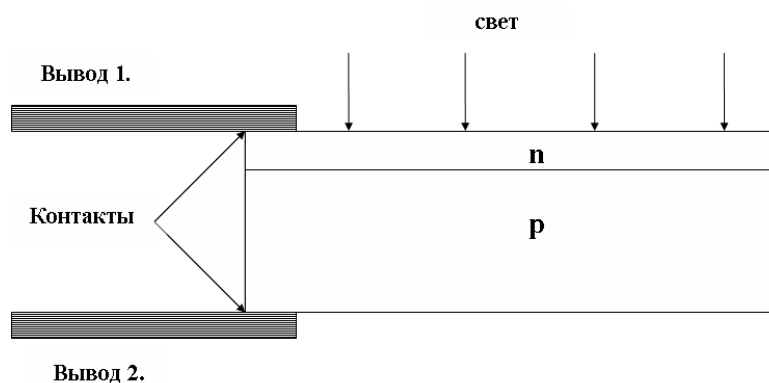
Hozirgi vaqtda quyoshli issiqlik elektrstansiyalarining minora turi eng istiqboli hisoblanadi. Minorali elektr stansiyada quyosh nurini qabul qilgich (qozon), geliostatlar deb nomlanadigan avtomatik boshqariladigan ko'zguli aks ettiruvchilar dalasi bilan o'ralgan baland minorada joylashib, ularni yordamida quyosh nuri, bu qozonni 300⁰Sdan yuqori haroratgacha qizdirib issiqlik qabul qiluvchi yuzada fokuslanadi. Undan bug' turbinaga kelib tushadi va kondensator orqali o'tib, suv ko'rinishida yana qozonga uzatiladi. Turbina bilan bir valda elektr energiya ishlab chiqaruvchi generator rotori joylashadi. Tizim FIKi 10-15% ni tashkil etadi. 5 MVt gacha quvvatli bunday elektr stansiyalardan biri Qrimda qurilgan. Quyosh qozoni 70 m balandlikdagi minorada joylashadi.

Undagi qizdirish balandligi 154 m^2 bo'lib, u soatiga 4,0 MPa bosim va 250°S haroratli to'yingan bug'dan 28 t ishlab chiqarishga imkon beradi.

Quyosh qozonini qizdirish 1600 yassi ko'zguli geliostatlar yordamida amalga oshirilib, ularning har biri 5.5m o'lchamli. Hisobiy ish vaqti yiliga 1920 soat.

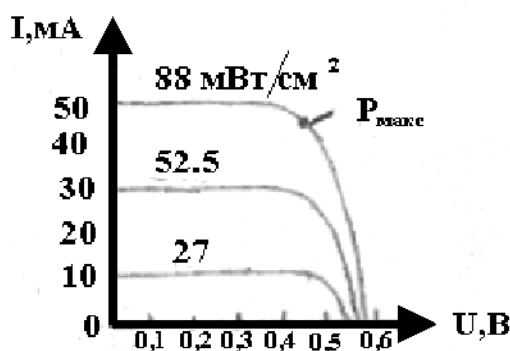
Issiqlik quyosh elektr stansiyalaridan foydalanishi bo'yicha katta ishlar AQSH, Fransiya, Yaponiya, Xindiston, Kanada, Avstraliyada olib borishmoqda. Turli baholashlar bo'yicha umumimy energetik balansdagi foydalanilyotgan quyosh energiyasi ulushi dunyoning turli tumanlari uchun 2-7% ni tashkil etadi. Avstraliyada 10-15% ga etadi. Yaponiyada 1000MVt quvvatli eng baquvvat quyosh elektr stansiyasi qurilmoqda. Fotoelektrik element yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga to'g'ridan-to'g'ri o'zgartirib berishga mo'ljallanib fotoelektrik (effekt fotovoltanik, fotogalvanik) hodisasiga aylanadi.

Fotoelektrik effektda «p-n» o'tishlar yoki yarimo'tkazgichlar yupqa qatlami elektron (n-soha) yoki musbat zaryadlar – teshiklar (R-soha)dan iborat bo'lib, elektr o'tkazuvchanlikni ta'minlab beradi. Quyosh elementiga yorug'lik berilganda yupqa tekislik qatlamiga yutilgan fotolar yarimo'tkazgich atomlarini qo'zg'altiradi va «elektron-tennis» juftligini generatsiyalaydi. Uyg'ongan tashuvchilar diffundiruyut r-n o'tishga va uning elektr maydoni bilan ularning zaryad belgisiga qarab ajratiladi. n-sohada ortiqcha «teshiklar» yig'iladi. Natijada ikkala soha ham zaryadlanadi: n-soha manfiy, R-soha esa musbat. Bu kontakt potentsiali farqiga va kontaktlarda «p-n» sohalar elektr yurituvchi kuchlari hosil bo'lishini ta'minlaydi. 2.2.1-chizmada quyosh fotoelektrik elementi tarkibiy sxemasi berilgan.



2.2.1-chizma. Quyosh foto elektr o'zgartirgichning tuzilishi

Agar elementlar chiqish qismiga yuklanish yuklamasi ulansa unda kuchlanish uning chiqishida foto EYUK (V skalt ishlash kuchlanishi) qisqa yopiq fotoelementda «p-n» o'tish orqali maksimal fototok I_k (qisqa tutashuv toki) oqadi, foto EYUK $V=0$ ga teng bo'ladi. Foto elementga tashqi yuklama ulansa (noldan farqli), undan tok oqadi I_k dan kichik, yuklama kuchlanish ham V_k dan kichik bo'ladi.



2.2.2-chizma Kremniyli fotoelement volt-amper xarakteristikasi (VAX) nurlanishning turli quvvat zichligi

2.2.2-chizmada kremniyli fotoelement volt-amper xarakteristikasi (VAX) nurlanishning turli quvvat zichligi uchun ko'rsatilgan. Oqim zichligi o'zgarishi bilan koordinata boshi uzoqda egri chiziq joylashadi. YUKlanish dinamikasini bilgan holda VAX yordamida eng optimal rejimni tanlash va yuklanishning

maksimal quvvatiga P maks. Erishish mumkin. Kremniyli fotoelement uchun qisqa tutashuv toki zichligi 200-250 A/M2 yuklamada kuchlanish $V_t=0,35...0,45$ V bo'lib salt ishlash kuchlanish $V_x=1,5...0,55$ V ga teng bo'ladi.

Fototok generatsiyasi samaradorligini «R-n» o'tish yaqinligiga va yoritilgan yarim o'tkazgich yuzasiga bog'liq zaryad tashuvchilarning diffundirovat qilishga ulgurishini generatsiya joyidan o'tishgacha ta'minlashga zarur. Oxirgi yillari ishlab chiqilgan fotovoltanik samaradorlik nazariyasi «R-n» o'tishli yarim o'tkazgichlarda fotoo'zgartgichlarni xarakteristikasini tasavvur qilishning, amalda olinadigan f.k.k. uning kattaligini tushuntirishini va uning kattaligini oshirish yo'llarini ko'rsatishga yordam berdi. Fotoo'zgartirgichlarda quvvat yo'qolishi fizikaning fundamental qonunlariga bog'liq holda «CHegaraviy nazariy FIK» tushunchasiga olib keldi. Bu esa eng istiqbolli yarim o'tkazgichni tanlash va fotoelektrik usulda energiyani boshqasiga aylantirish imkoniyatini aniqlaydi. FIKning asosiy fizikaviy cheklanganligi yarim o'tkazgichdan ruxsat berilmagan zonaning mavjudligidir. E_0 va shunga muvofiq ravishda fotoeffektning «qizil» chegarasidir. Quyosh nurlarini Er sathi yaqinida elektr energiyasiga aylantirish maksimal imkoniyatdagi FIK 28% va arsenadgalliy ($E_0=1,4$ EV) ruxsat berilmagan zona kengligiga to'g'ri keladi; kremniy uchun ($E_0=1,1$ EV) chegaraviy nazariy FIK 26%ga teng. Lekin imkoniyati texnologiyasini yaratish, narxining tarkibiy pastligi, tabiatda kenga tarqalganligi bo'yicha yarim o'tkazgichlar orasida unga teng keladigan yo'q, FIK $\approx 2\%$ ga kamligi ham bunday imtiyozlari hisobiga uni yuqori darajaga ko'taradi. Shuning uchun keng masshtabda quyosh energiyasini o'zgartirgichlar orqali amalga oshirish kremniyli foto o'zgartirgichlarni qo'llashga qaratilgan. Hozirda foydalanilayotgan foto o'zgartirgichlarning klassik modeli «p-n» o'tish bo'yicha ushbu volt-amper xarakteristikani beradi (kuchlanish va tok bog'lanish, A/sm²):

$$V = \frac{AKT}{q} \times \ln \left[\frac{(I_\phi - I)}{I_0} + 1 \right] - IR \quad (2.2.1)$$

bu erda K-Bolsman doimiysi; T, K-fotoo'zgartirgichning ishchi temperaturasi; q-elektron zaryadi; I_ϕ , A/sm²-fototok (fotoo'zgartirgichni

yuzasiga tushadigan quyosh nurlari tezlashishiga proporsional bo‘ladi); I_0 -to‘yinish teskari toki bo‘lib, u dastlabki yarim o‘tkazgich xossalari va fotoo‘zgartirgichni tayyorlash texnologiyasiga bog‘liq ravishda aniqlanadi; R-ichki elektr qarshilik hisoblanib fotouzatgich tarkibida tok oqimiga va tok uzatuvchi (kontakt) tutashtirgichlarga qarshilik ko‘rsatadi. Volt-amper xarakteristika egrilanish o‘lchamsiz parametri – A «R-n» o‘tish xossalari orqali aniqlanib, odatda uning kattaligi 1dan (ideal o‘tish) 2gacha bo‘ladi.

Ideal fotoo‘zgartirgich uchun maksimal quvvat

$$P = v_{\kappa\kappa} \cdot I_{\phi} \cdot \zeta \quad (2.2.2)$$

bunda $v_{\kappa\kappa}$ - _____ ishlash kuchlanish;

$$v_{\kappa\kappa} = \frac{A \cdot K \cdot T}{q} \cdot \ln \left[\frac{I_{\phi}}{I} + 1 \right] \quad (2.2.3)$$

ζ -voltamper xarakteristikani to‘ldirish koeffitsenti, odatda ζ kattaligi 1ga yaqin va $v_{\kappa\kappa}$ sezilarsiz bog‘liq bo‘ladi. Fotoo‘zgartirgich FIK maksimal quvvat (birlik yuzadan) intensiv tushayotgan quyosh nurlariga nisbatiga teng.

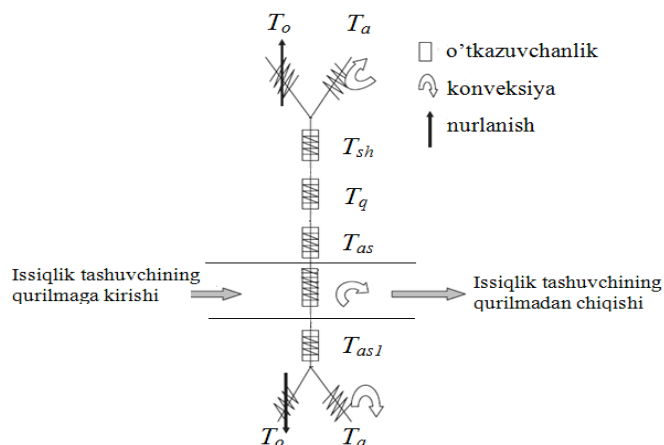
$$\eta = \frac{P}{I} \approx \frac{v_{\kappa\kappa} I_{\phi}}{I} \approx \frac{A \cdot K \cdot T}{q} \cdot \frac{I_{\phi}}{I} \ln \left(\frac{I_{\phi}}{I_0} \right) \quad (2.2.4)$$

Bundan ko‘rinadiki, FIK murakkab funksiya bo‘lib, quyosh nurlari intensivligiga va uning spektral tarkibi va ishchi temperaturasiga ham bog‘liq bo‘ladi. Shuningdek, fotoo‘tkazgichlar samaradorligini baholashni unifikatsiyalash maqsadida FIK standart sharoitda yoritilganlik $I=1000 \text{ Vt/m}^2$, $T_1=250 \text{ S}$ ishchi temperaturasida olib boriladi. Kremniyli fotoo‘tkazgichli xarakterli kattaliklari xuddi shunday sharoitlarda $v_{\kappa\kappa}=550\text{mV}$, $I_f=35\text{mA/sm}^2$, $\zeta =0,7$, $P=13,5\text{mVt/sm}^2$ ga teng hamda FIK bu sharoitda $\eta=13,5\%$ bo‘ladi.

Zamonaviy tajriba konstruksiyalarida fotouzatkichlar FIK $22\div 23,5\%$ Er sathi nurlari uchun, ishlab chiqarishda esa $12\div 15\%$. Hozirgi davrda fotoelektrning modullar ishlash muddati 20 yil, istiqbolda 30 yilgacha mo‘ljallangan va ular ishlab beradigan energiya bahosi pasayishi kuzatilmoqda.

Fotoelektr o'zgartirgich quyosh energiyasi foydalanishning eng qulay va tez rivojlanayotgan sohasidir. Hozirda quyosh fotoelektr tizimlari umumiy quvvati 938 mVt dan ortiq hisoblanadi.

2.3. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichli Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining ish rejimini matematik modellash



2.3.1-chizma. Quyosh fotoelektr issiqlik o'zgartirgichning issiqlik sxemasi: T_a - atrof temperaturasi; T_o - at-rofning nurlanish temperaturasi; T_{sh} - shishaning temperaturasi; T_q - fotoelementning temperaturasi; T_{as} - fotoelement asosining temperaturasi; T_{as1} - qurilma asosining temperaturasi. Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgich sirtiga quyosh nurlari tushadi va yarimo'tkazgichli fotoelementda elektr energiyasi hosil bo'ladi. Quyosh nurlarining fotoelementda qisman yutilishi hisobiga uning temperaturasi ortadi. Temperaturaning ortishi fotoelement foydali ish ko'effitsiyent (F.I.K.) ining tushishiga olib keladi. F.I.K. ning tushishini oldini olish maqsadida fotoelement orqa qismidan issiqlik tashuvchi yordamida issiqlik miqdori muntazam olinadi. Issiqlik tashuvchi sifatida foydalanish joyiga qarab suyuqlik yoki gaz olinadi. Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichlardagi issiqlik jarayonlarini modellashda, jarayon borishiga salbiy ta'sir etmaydigan quyidagi soddalashtirishlarni kiritamiz.

- shisha, fotoelement va asoslarning qalinliklari bo'yicha temperatura gradiyenti e'tiborga olinmaydi;
- tizimda sodir bo'layotgan barcha jarayonlar statsionar;
- issiqlik berish ko'effitsiyentlari kun davomida o'zgarmas;

- qurilmaning yon tomonlaridan bo'ladigan issiqlik yo'qolishlarining qiymati juda kichik va ular hisoblashlarda e'tiborga olinmaydi.

Issiqlik jarayonlarini modellashtirishda uning har bir elementi uchun issiqlik balansi tenglamari yoziladi:

$$\tau_{sh} [\alpha_c I(t) \beta_c + (1 - \beta_c) \alpha_T I(t)] = U_t (T_q - T_a) + U_T (T_q - T_{as1}) + \eta_c I(t) \beta_c, \quad (2.3.1)$$

bunda, τ_{sh} - shishaning nur o'tkazish ko'effitsiyenti; α_c - fotoelementning nur yutish ko'effitsiyenti; α_T - fotoelement o'rnatilgan asosning nur yutish ko'effitsiyenti; β_c - fotoelementning nur qaytarish ko'effitsiyenti; $I(t)$ - tushuvchi yig'indi quyosh nurlanishi; U_t - fotoelementdan atrofga yuqoridan bo'ladigan issiqlik uzatish ko'effitsiyenti; U_T - fotoelementdan atrofga asosdan bo'ladigan issiqlik uzatish ko'effitsiyenti; T_a - atrof temperaturasi; T_q - fotoelement temperaturasi; T_{as1} - fotoelement asosi tashqi sirtining temperaturasi; η_c - qurilmaning elektr samaradorlik ko'effitsiyenti.

$$U_t = \left(\frac{L_T}{K_T} + \frac{1}{h_o} \right)^{-1} \quad (2.3.2.)$$

bunda, L_T - fotoelement yuqorisida o'rnatilgan shishaning qalinligi; K_T - fotoelement yuqorisida o'rnatilgan shishaning issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti; h_o - fotoelement yuqorisida joylashtirilgan shishadan atrofga issiqlik berish ko'effitsiyenti.

$$U_T (T_q - T_{as1}) = h_T (T_{as1} - T_h) \quad (2.3.3)$$

bunda, h_T - fotoelement o'rnatilgan asosdan issiqlik tashuvchiga issiqlik berish ko'effitsiyenti; T_h - issiqlik tashuvchining o'rtacha temperaturasi.

$$U_T = \frac{K_T}{L_T}, \quad (2.3.4)$$

$$h_T (T_{as1} - T_h) = \frac{\dot{m}_a c_a}{W} \frac{dT_h}{dx} + U_b (T_h - T_a), \quad (2.3.5)$$

bunda, $\dot{m}_a$ - issiqlik tashuvchining massa sarfi; c_a - issiqlik tashuvchining solishtirma issiqlik sig'imi; U_b - issiqlik tashuvchidan atrofga umumiy issiqlik uzatish ko'effitsiyenti; W - qurilmaning uzunligi; dx - elementar qalinlik. (2.3.1)

va (2.3.3) tenglamalar yordamida (2.3.5) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin

$$\frac{U_T}{U_t + U_T} \frac{h_T}{h_T + U_{tT}} (\tau \alpha) I(t) = \frac{\dot{m}_a c_a}{b} \frac{dT_h}{dx} + U_L (T_h - T_a) \quad (2.3.5')$$

$$U_b = \left(\frac{1}{h_T} + \frac{L_i}{K_i} + \frac{1}{h_i} \right)^{-1}, \quad (2.3.6)$$

bunda, h_i - qurilma asosidan atrofga issiqlik berish koeffitsiyenti; K_i - qurilma asosining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti; L_i - qurilma asosining qalinligi.

Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgich elektr samaradorligining temperaturaga bog'liqlik ifodasi quyidagicha.

$$\eta_c = \eta_o [1 - 0.0045 (T_q - T_o)] \quad (2.3.7)$$

bunda, η_o - fotoelement elektr samaradorligining $T_o=25^\circ C$ dagi qiymati ($\eta_o=0.12$).

Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichdan olinadigan foydali issiqlik

$$\dot{q}_f = \dot{m}_a c_a (T_{hk} - T_{h.ch}) \quad (2.3.8)$$

ifoda bilan aniqlanadi. T_{hk} , $T_{h.ch}$ - mos ravishda qurilmaga kiruvchi va qurilmadan chiquvchi issiqlik tashuvchining temperaturalari.

Qurilmaning tashqi elementlaridan atrofga nurlanish yo'li bilan bo'ladigan issiqlik yo'qolishlarining issiqlik berish koeffitsiyenti orqali ifodalanadi:

$$h_{io} = \frac{\varepsilon_i \sigma (T_i^4 + T_{an}^4)}{T_i - T_a} \quad (2.3.9)$$

bunda, ε - elementning qoralik darazasi; σ - Stefan-Boltsman doimiysi; T_{an} - anrofning radiatsion temperaturasi; T_i - qurilma elementi tashqi sirtining temperaturasi.

Issiqlik tashuvchi va qurilma elementi orasidagi issiqlik almashinuv koeffitsiyenti[5]:

$$h_T = \frac{Nu \cdot k_e}{D}, \quad (2.3.10)$$

bunda,

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

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

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

k_v - issiqlik tashuvchining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti; Nu - Nusselt soni; Re - Reynolds soni; D -aniqllovchi o'lcham; Pr - Prantdl soni;

Issiqlik tashuvchi qurilma ichida erkin harakatlanayotgan bo'lsa, massa sarfi

$$\dot{m} = \rho \frac{F_k}{F_{ch}} \sqrt{\frac{2gW(T_{hk} - \bar{T})}{\bar{T} \left(\xi_{hk} + \xi_{h.ch} + f \frac{W}{D} \right)}}, \quad (2.3.11)$$

bunda, ξ_{hk} - issiqlik tashuvchining qurilmaga kirishdagi aerodinamik qarshiligi(1.5); $\xi_{h.ch}$ - issiqlik tashuvchining qurilmadan chiqishdagi aerodinamik qarshiligi (1); f - issiqlik tashuvchining qurilma ichida harakatlanishidagi aerodinamik qarshiligi (0.052)[6]; F_k , F_{ch} - mos ravishda, issiqlik tashuvchining qurilmaga kirishdagi va chiqishdagi yuza.

(2.3.1), (2.3.3) va (2.3.5') tenglamalarni birgalikda yechish orqali qurilmadan chiquvchi issiqlik tashuvchining temperaturasi nisbatan quyidagi tenglamani keltirib chiqarish mumkin

$$T_{hch} = \left[\frac{U_T}{U_t + U_T} \frac{h_T}{h_T + U_{tr}} \frac{1}{U_L} (\tau\alpha) + 1 \right] \cdot \left[1 - \exp \left(- \frac{bU_L}{\dot{m}_a c_a L} \right) \right] I(t) + T_{hk} \exp \left(- \frac{bU_L}{\dot{m}_a c_a L} \right) \quad (2.3.12)$$

(2.3.12) tenglamadan foydalanib, quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichdan chiqayotgan issiqlik tashuvchining temperaturasi aniqlanadi.

Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgich ichida harakatlanayotgan issiqlik tashuvchining o'rtacha temperaturasi (2.3.12) ifodani uzunlik bo'yicha integrallash natijasida hosil qilinadi

$$\begin{aligned} \bar{T}_h = \frac{1}{L} \int_0^L T_h dx = & \left[\frac{h_{p1} h_{p2} (\alpha\tau)_{\text{eff}} I(t)}{U_L} + I(t) \right] \left(1 - \frac{1 - e^{-bU_L/\dot{m}_a c_a L}}{bU_L/\dot{m}_a c_a} \right) \\ & + T_{hk} \frac{1 - e^{-bU_L/\dot{m}_a c_a L}}{bU_L/\dot{m}_a c_a}. \end{aligned} \quad (2.3.13)$$

Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichning samaradorligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$\eta_O = \eta_E + \frac{\sum_{i=1}^T \dot{q}_u}{\sum_{i=1}^T I(t) b L} = \eta_E + \frac{\dot{m}_a c_a}{U_L b L} \left[h_{p1} h_{p2} (\alpha\tau)_{\text{eff}} - U_L \frac{(T_{\text{airin}} - T_a)}{\bar{I}} \right]. \quad (2.3.14)$$

Yuqoridagi tenglamalardan foydalanib, quyosh foto-issiqlik o'zgartirgich barcha elementlari temperaturalarini aniqlash mumkin:

- fotoelement asosining temperaturasi

$$T_{as2} = \frac{h_{p1} (\alpha\tau)_{\text{eff}} I(t) + U_{tT} T_a + h_T T_h}{U_{tT} + h_T}, \quad (2.3.15)$$

- fotoelement yuqorisining temperaturasi (shisha)

$$T_{sh} = \frac{[\alpha_c \beta_c + \alpha_T (1 - \beta_c)] I(t) - \eta_c I(t) \beta_c + U_t T_a + U_T T_{as2}}{U_t + U_T}. \quad (2.3.16)$$

(2.3.12)-(2.3.16) natijaviy tenglamalarni ketma-ket yaqinlashish (iteratsiya) usulidan foydalanib yechiladi. Bunda jarayon to'xtalishi nisbiy xatolik 0.0001 bo'lganda amalgam oshiriladi.

Issiqlik almashinish ko'effitsiyentlarini tanlash. Issiqlik almashinish ko'effitsiyentlarini jarayonga mos qiymatlarini tanlash muhim ahamiyatga ega. Ko'effitsiyentlar noto'g'ri qiymatlarining ifodalarda foydalanilishi qurilmada sodir bo'luvchi issiqlik jarayonlarini nazariy tadqiq qilishda xatolikka olib keladi.

Qurilmaning tashqi elementlaridan atrofga nurlanish yo'li bilan bo'ladigan issiqlik yo'qolishlari quyidagi issiqlik berish ko'effitsiyenti orqali ifodalanadi:

$$h_{io} = \frac{\varepsilon_i \sigma (T_i^4 + T_a^4)}{T_i - T_a}, \quad (2.3.17)$$

bunda, ε_i - elementning qoralik darajasi; σ - Stefan-Boltsman doimiysi; T_{an} - atrofning radiatsion temperaturasi; T_i - qurilma elementi tashqi sirtining temperaturasi.

Issiqlik tashuvchi va qurilma elementi orasidagi issiqlik almashinuv koeffitsiyenti o'rtacha temperaturani aniqlash orqali hisoblanadi:

$$T_f = 0.5 \cdot (T_k + T_{ch}), \quad (2.3.18)$$

bunda, T_k , T_{ch} - mos ravishda, issiqlik tashuvchining qurilmaga kirishdagi va chiqishdagi temperaturalari.

Tabiiy konveksiyada issiqlik almashinish koeffitsiyenti

$$h_T = \frac{k}{s} \left\{ 1 + 1.44 \left(1 - \frac{1708}{Ra_s \cos \beta_q} \right)^* \left[1 - \frac{1708}{Ra_s \cos \beta_q} (\sin 1.8 \beta_q)^{1.6} \right] + \left(0.66416 \left(\frac{1708}{Ra_s \cos \beta_q} \right)^{-1/3} - 1 \right)^* \right\} \quad (2.3.19)$$

kabi aniqlanadi. k - issiqlik tashuvchi (havo) ning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, s - issiqlik tashuvchi harakatlanuvchi quvurning balandligi, β_q - qurilma bilan gorizont orasidagi burchak.

Majburiy konveksiyada turbulent oqim bilan qurilma asosi va fotoelement asosi o'rtasida issiqlik almashinish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi

$$h_T = \frac{k}{D_h} \{ 0.0158 Re^{0.8} + (0.00181 Re + 2.92) \exp(-0.03795 x / D_h) \} \quad (2.3.20)$$

bunda, x - havo kiruvchi tirqishdan qaralayotgan nuqtagacha bo'lgan masofa; Re - havo quvuri orqali bo'ladigan massa sarfi ($\dot{m}$), quvur chuqurligi (D), eni (W), gidravlik diametr $D_h = 4 \cdot WD / p$ (p - perimetr) lar orqali aniqlanuvchi Reynolds soni.

Qurilmaning tashqi elementlaridan atrofga nurlanish yo'li bilan bo'ladigan issiqlik yo'qolishlarining issiqlik berish koeffitsiyenti orqali ifodalanadi:

$$h_{io} = \frac{\varepsilon_i \sigma (T_i^4 + T_{an}^4)}{T_i - T_a} \quad (2.3.21)$$

bunda, ε - elementning qoralik darazasi; σ - Stefan-Boltsman doimiysi; T_{an} - anrofning radiatsion temperaturasi; T_i - qurilma elementi tashqi sirtining temperaturasi.

Issiqlik tashuvchi va qurilma elementi orasidagi issiqlik almashinuv koeffitsiyenti[6]:

$$h_T = \frac{Nu \cdot k_e}{D} \quad (2.3.22)$$

bunda,

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

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

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

k_v - issiqlik tashuvchining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti; Nu - Nusselt soni; Re - Reynolds soni; D -aniqllovchi o'lcham; Pr - Prantdl soni;

Issiqlik tashuvchi qurilma ichida erkin harakatlanayotgan bo'lsa, massa sarfi

$$\dot{m} = \rho \frac{F_k}{F_{ch}} \sqrt{\frac{2gW(T_{hk} - \bar{T})}{\bar{T} \left(\xi_{hk} + \xi_{h.ch} + f \frac{W}{D} \right)}}, \quad (2.3.23)$$

bunda, ξ_{hk} - issiqlik tashuvchining qurilmaga kirishdagi aerodinamik qarshiligi(1.5); $\xi_{h.ch}$ - issiqlik tashuvchining qurilmadan chiqishdagi aerodinamik qarshiligi (1); f - issiqlik tashuvchining qurilma ichida harakatlanishidagi aerodinamik qarshiligi (0.052)[6]; F_k , F_{ch} - mos ravishda, issiqlik tashuvchining qurilmaga kirishdagi va chiqishdagi yuza.

Qurilmadan chiquvchi issiqlik tashuvchining temperaturasi nisbatan quyidagitenglamasi quyidagicha

$$T_{hch} = \left[\frac{U_T}{U_t + U_T} \frac{h_T}{h_T + U_{tT}} \frac{1}{U_L} (\tau\alpha) + 1 \right] \cdot \left[1 - \exp \left(- \frac{bU_L}{\dot{m}_a c_a L} \right) \right] I(t) + T_{hk} \exp \left(- \frac{bU_L}{\dot{m}_a c_a L} \right) \quad (2.3.24)$$

(2.3.24) tenglamadan foydalanib, quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichdan chiqayotgan issiqlik tashuvchining temperaturasi aniqlanadi.

Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgich ichida harakatlanayotgan issiqlik tashuvchining o'rtacha temperaturasi (2.1.12) ifodani uzunlik bo'yicha integrallash natijasida hosil qilinadi

$$\bar{T}_h = \frac{1}{L} \int_0^L T_h dx = \left[\frac{h_{p1} h_{p2} (\alpha\tau)_{\text{eff}} I(t)}{U_L} + I(t) \right] \left(1 - \frac{1 - e^{-bU_L/\dot{m}_a c_a L}}{bU_L/\dot{m}_a c_a} \right) + T_{hk} \frac{1 - e^{-bU_L/\dot{m}_a c_a L}}{bU_L/\dot{m}_a c_a}. \quad (2.3.25)$$

Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichning samaradorligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$\eta_O = \eta_E + \frac{\sum_{i=1}^T \dot{q}_u}{\sum_{i=1}^T I(t) b L} = \eta_E + \frac{\dot{m}_a c_a}{U_L b L} \left[h_{p1} h_{p2} (\alpha\tau)_{\text{eff}} - U_L \frac{(T_{\text{airin}} - T_a)}{\bar{I}} \right]. \quad (2.3.26)$$

Yuqoridagi tenglamalardan foydalanib, quyosh foto-issiqlik o'zgartirgich barcha elementlari temperaturalarini aniqlash mumkin:

- fotoelement asosining temperaturasi

$$T_{as2} = \frac{h_{p1} (\alpha\tau)_{\text{eff}} I(t) + U_{tT} T_a + h_T T_h}{U_{tT} + h_T}, \quad (2.3.27)$$

- fotoelement yuqorisining temperaturasi (shisha)

$$T_{sh} = \frac{[\alpha_c \beta_c + \alpha_T (1 - \beta_c)] I(t) - \eta_c I(t) \beta_c + U_t T_a + U_T T_{as2}}{U_t + U_T}. \quad (2.3.8)$$

(2.3.24)-(2.3.28) natijaviy tenglamalarni ketma-ket yaqinlashish (iteratsiya) usulidan foydalanib yechiladi. Bunda jarayon to'xtalishi nisbiy xatolik 0.0001 bo'lganda amalgam oshiriladi.

Xulosa. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining ish tamoyilini nazariy tadqiq qilindi. Tizimda sodir bo'luvchi issiqlik jarayonlarini avvaldan baholash imkonini beruvchi modellashtirish usullari o'rganildi. Matematik modellashtirishda elektr analogiya usulidan foydalanish chegaralari tahlil etildi. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlar ish tamoyilini nazariy tadqiq qilishda taklif etilgan matematik modellarning ilmiy tadqiqotlarda foydalanish imkoniyati baholandi. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichli insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining ish rejimini matematik modellashtirishda mavjud

taklif etilgan modellar o'rganib chiqildi. Nostatsionar issiqlik rejimini tavsiflovchi matematik model tuzildi. Bunda chekli hajmli usul asosida modifikatsiyalangan elektr analogiya usulidan foydalanildi.

III. Tadqiqot natijalarini umumlashtirish.

3.1. Tuzilgan matematik model uchun hisoblash algoritmini yaratish

Algoritm va dasturiy ta'minot. (2.3.14)-(2.3.17) tenglamalar chiziqli bo'lmagan algebraik tenglamalar sistemasini hosil qilganligi sababli ularni sonli usullardan foydalanib yechamiz. Tenglamalarni yechish algoritmini quyidagicha keltirish mumkin[36]:

- a.** Qurilma elementlari temperaturalari (T_q , T_{as1} , T_h) ning qabul qilishi mumkin bo'lgan qiymatlari aniqlanadi;
- b.** Aniqlangan temperaturalar asosida koeffitsiyentlar (U_b , U_T , h_T , h_i) hisoblanadi, natijada o'zgarmas koeffitsiyentli algebraik tenglamalar sistemasini hosil qiladi;
- c.** Tenglamalarni yechish orqali temperaturalarning yangi qiymatlarini aniqlaymiz;
- d.** Temperaturalarning aniqlangan qiymatlaridan foydalanib (**b**) banddan qayta hisoblashlarni o'tkazamiz.
- e.** Kuzatish vaqtining barcha sohasi uchun hisoblashlar o'tkazilganidan so'ng natijalar nashrga yuboriladi.

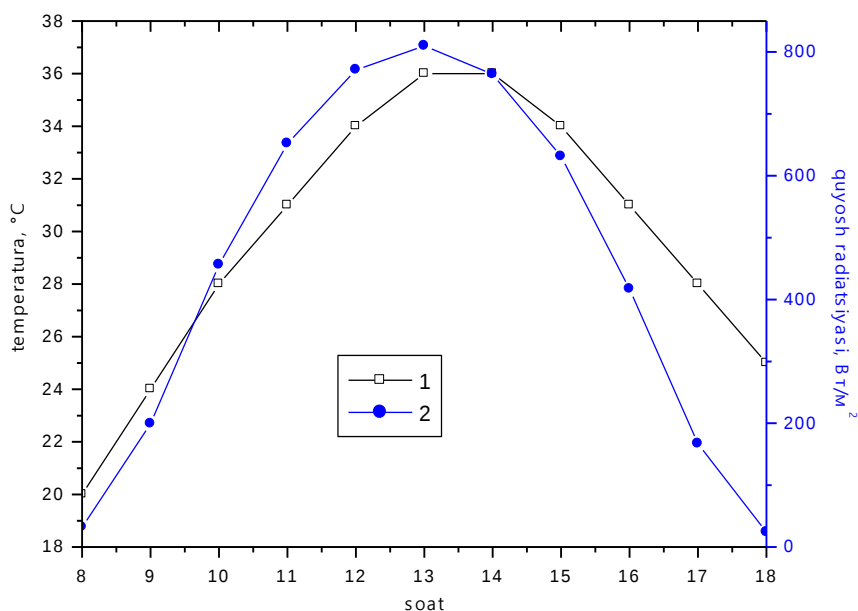
Yuqoridagi algoritm asosida *Mathcad 2001i Professional* paketida dasturiy ta'minot ishlab chiqildi. Dasturda atrof temperaturasi va yig'indi quyosh nurlanish quvvatining soatlik qiymatlari interpolyatsiya usulidan foydalanib hisoblandi.

Tenglamalar yechilishi *Mathcad 2001i Professional* dasturiy paketida amalga oshirilgan bo'lib, hisoblash **algoritmi** quyidagichadir.

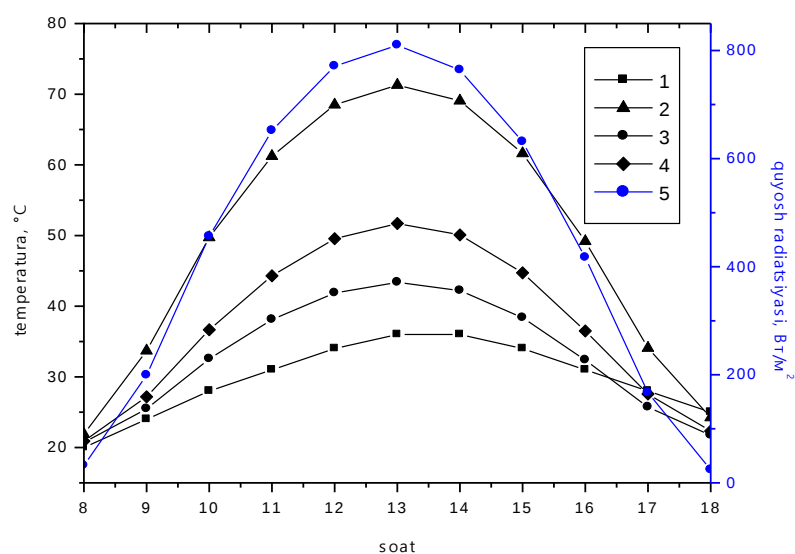
1. Dasturning boshlanishi.
2. issiqlik almashinish koeffitsiyentlarining son qiymatlari aniqlanadi.
3. Nisibiy xatolik uchun 0.0001 shart bajarilsa, vaqtning keyingi momenti uchun 2-punktga o'tiladi, agar bajarilmasa joriy vaqt momenti uchun 2-punktga o'tiladi.
4. Barcha vaqt momentlari uchun hisoblash amalga oshirilgandan so'ng hisoblash to'xtatiladi va natijalar nashr etiladi.

3.2. Hisoblash natijalarining tahlili.

Nazariy hisoblashlarni o'tkazishda qurilma sirtiga tushuvchi yig'indi quyosh nurlanishi quvvati va atrof temperaturasi uchun 3.2.1-chizmada ko'rsatilgan qiymatlar foydalanildi. Hisoblashlar natijasida aniqlangan qurilma elementlari temperaturalarining kunlik o'zgarishi 3.2.2-chizmada keltirilgan.

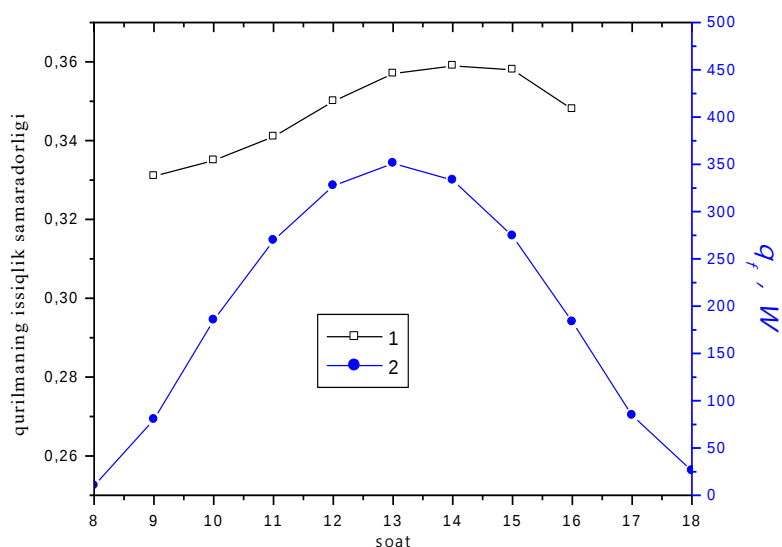


3.2.1-chizma. Hisoblashlar o'tkazish uchun yig'indi quyosh nurlanishi quvvati (2) va atrof temperatura (1) sining kunlik o'zgarishi.

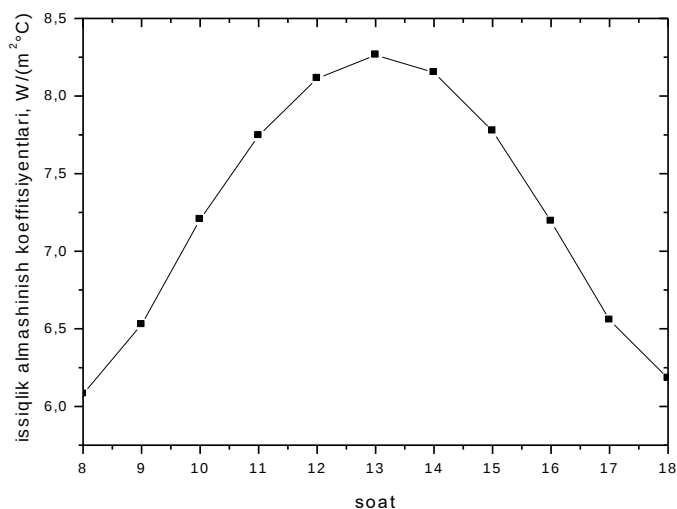


3.2.2-chizma. Atrof temperaturasi (1), qurilma asosining temperaturasi (2),

fotoelement temperaturasi (3), qurilmadan chiquvchi havo temperaturasi (4) va yig'indi quyosh nurlanishi quvvati (5) ning kunlik o'zgarishi.

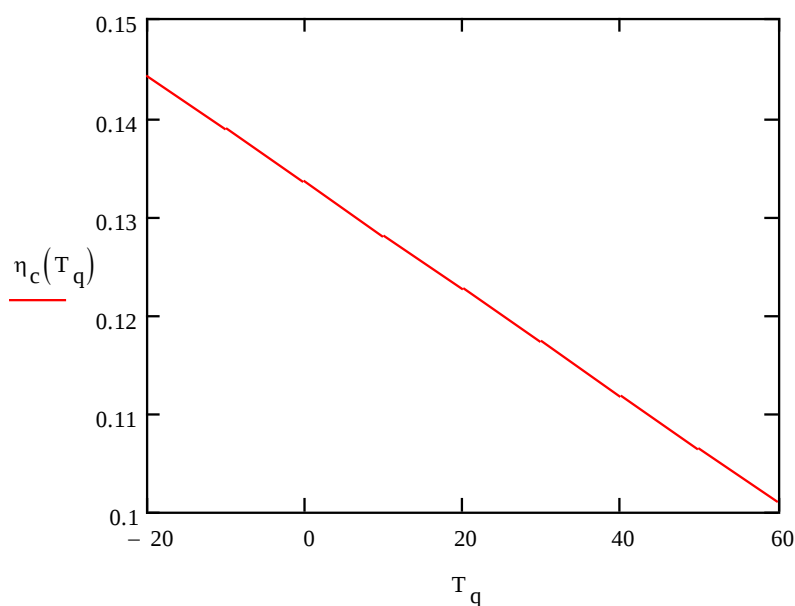


3.2.3-chizma. Qurilmaning issiqlik samaradorligi (1) va qurilmadan chiquvchi issiqlik miqdorining kunlik o'zgarishi (2).



3.2.4-chizma. Qurilma ichida harakatlanuvchi havo va qurilma asosi orasida issiqlik almashinish koeffitsiyentining kunlik o'zgarishi.

(2.1.8) tenglama orqali quyosh foto-issiqlik o'zgartirgich samaradorligining atrof temperaturasi bog'liqligi 3.2.5-chizmada ko'rsatilgan.



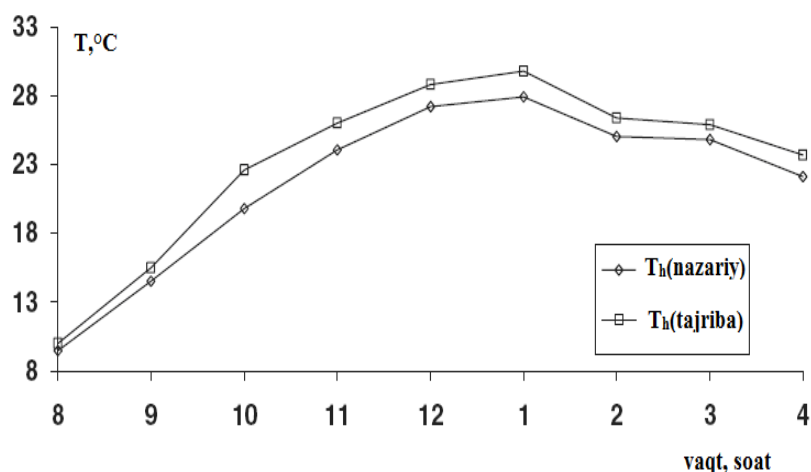
3.2.5-chizmada. Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgich elektr samaradorligining temperaturaga bog'liqligi.

3.2.5-chizmadan ko'rinib turibdiki, fotoelement temperaturasi -20°C dan 60°C gacha o'zgarganda uning elektr F.I.K. 0.144 dan 0.10 gacha pasayadi. Yoki samaradorlik 4% gacha kamayadi.

Albatta, atrof temperaturasining ortishiga bevosita quyosh radiatsiyasining to'g'ridan-to'g'ri tushishi ham sabab bo'lishi mumkin. 3.2.5-chizmada quyosh radiatsiyasining to'g'ridan-to'g'ri tushishi ham inobatga olingan.

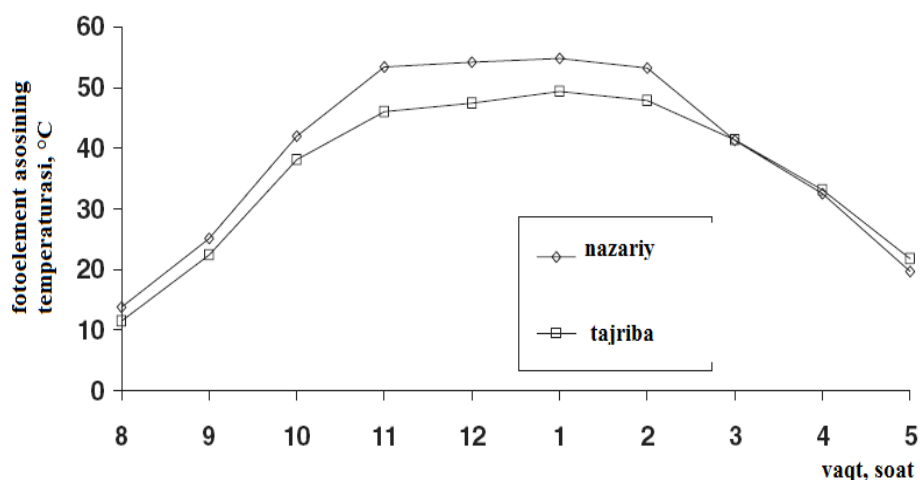
(2.1.12) tenglama bo'yicha olingan natijalarning tajriba ma'lumotlari bilan taqqoslangan holati 3.2.5-chizmada ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki, issiqlik tashuvchi sifatida havo foydalanilganida uning temperaturasi va bunga mos olib chiqilayotgan issiqlik miqdori yetarli darajada katta emas.

Demak, quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichlarda issiqlik tashuvchi sifatida suyuqliklardan foydalanish afzalroqdir, chunki gazsimon moddalarda issiqlik almashinuv koeffitsiyentining kichikdir.

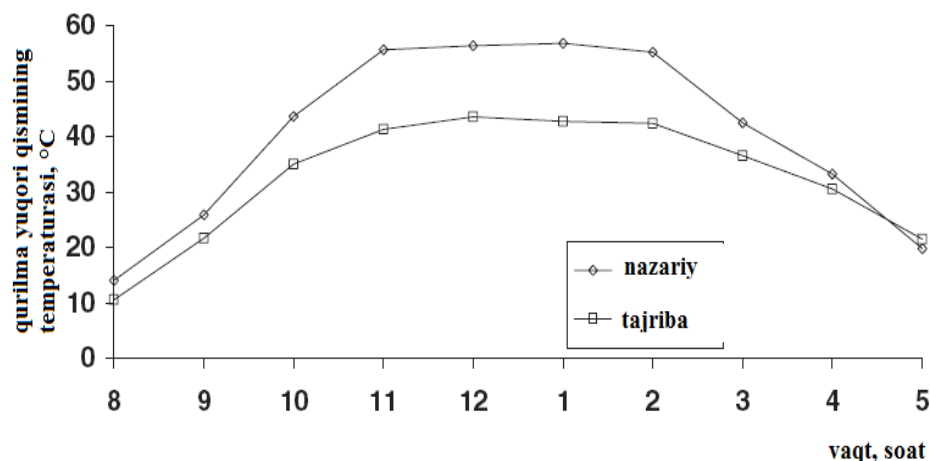


3.2.5-chizma Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgichdan chiqayotgan issiqlik tashuvchining temperaturasi.

3.2.6-chizmada qurilma asosida shakllanuvchi temperatura maydoni ko'rsatilgan. Rasmdan ko'rish mumkinki, odatdagi sharoitlarda qurilma asosining temperaturasi 60°C gacha yetadi.

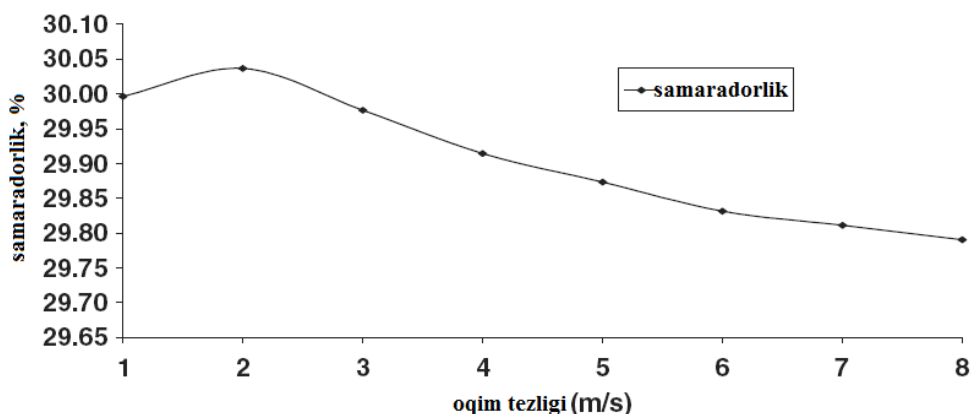


3.2.6-chizmada Qurilma asosida shakllanuvchi temperatura maydoni. Nazariy va tajriba natijalaridagi farq 3-5°C ni tashkil etadi.



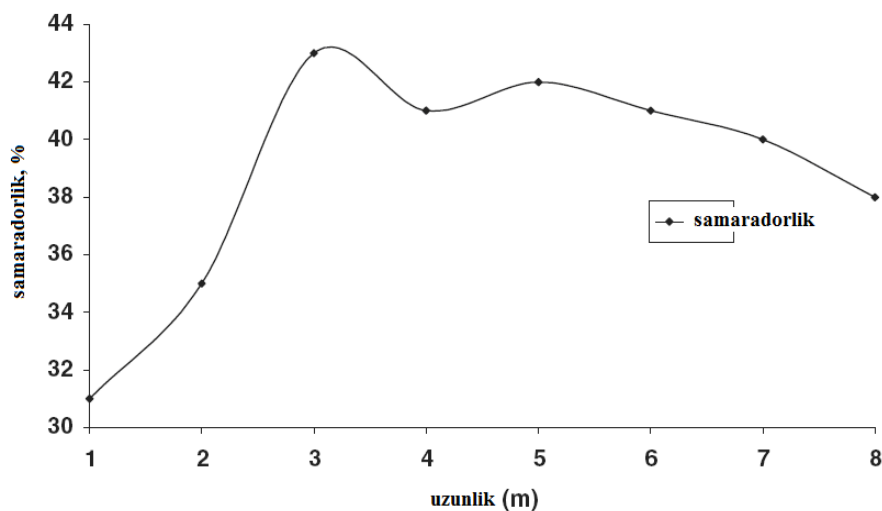
3.2.7-chizma. Qurilma yuqori qismi temperaturasi kunlik o'zgarishi.

Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgich umumiy (issiqlik va elektr) samaradorligining issiqlik tashuvchi tezligiga bog'liqlik grafigi 3.2.7-chizmada ko'rsatilgan. Tezlikning ortishi albatta, umumiy samaradorlikning kamayishiga olib keladi. Issiqlik tashuvchining qandaydir tezlikda majburiy harakatlanishini ta'minlash uchun ham energiya talab etilishini yodda tutish lozim.



3.2.7-chizma Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgich umumiy (issiqlik va elektr) samaradorligining issiqlik tashuvchi tezligiga bog'liqlik grafigi.

Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgich umumiy (issiqlik va elektr) samaradorligining qurilma uzunligiga bog'liqligi 3.2.8-chizmada ko'rsatilgan. Samaradorlikning eng yuqori qiymati uzunlik 3 m ga teng bo'lganida erishiladi. Uzunlikning keyingi oshirishilida umumiy samaradorlikning tushishini kuzatish mumkin.



3.2.8-chizma Quyosh foto-issiqlik o'zgartirgich umumiy (issiqlik va elektr) samaradorligining qurilma uzunligiga bog'liqligi.

Ma'lumki, quyosh foto-issiqlik o'zgartiruvchi quvurida harakatlanayotgan havoning temperaturasi bog'liq holda uning issiqlik-texnikaviy xossalari ham o'zgaradi.

Xulosa. Tuzilgan matematik model uchun hisoblash algoritmi ishlab chiqildi. Bunda tenglamalar chiziqli bo'lmaganligini inobatga olib ketma-ket yaqinlashish usulidan foydalanish inobatga olindi. O'tkazilgan nazariy hisoblashlar natijalari grafiklar tarzida taqdim etildi. Bunda ORIGIN chizma chizuvchi dasturidan foydalanildi. Oraliq natijalar dastur imkoniyatidan foydalanib splayn asosida birlashtirildi. MathCAD va ORIGIN dasturlari maxsus buyruqlar asosida parallel ravishda ishlatilmadi.

Xulosa

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlarning turlari, tuzilishi va ishlash tamoyillari batafsil yoritildi. Ish jarayonida sodir bo'ladigan kamchiliklar aniqlandi. Bartaraf etish yo'llari tahlil etildi.

2. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining turlari, tuzilishi va ish tamoyili yoritildi. Ushbu tizimlarda quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlarni o'rnatish imkoniyatlari baholandi. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlarni insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarida qo'llash orqali bir vaqtning o'zida elektr toki, issiqlik energiyalarini olish, shuningdek, xona ichida sodir bo'luvchi yorug'lik diskomfortini kamaytirish mumkin.

3. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlar va insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlari sohasida olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar holati tahlil qilindi. Bunda, asosan, nufuzli, impakt faktori yuqori ilmiy jurnallardagi maqolalar o'rganildi.

4. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining ish tamoyilini nazariy tadqiq qilindi. Tizimda sodir bo'luvchi issiqlik jarayonlarini avvaldan baholash imkonini beruvchi modellashtirish usullari o'rganildi. Matematik modellashtirishda elektr analogiya usulidan foydalanish chegaralari tahlil etildi.

5. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichlar ish tamoyilini nazariy tadqiq qilishda taklif etilgan matematik modellarning ilmiy tadqiqotlarda foydalanish imkoniyati baholandi.

6. Quyosh foto issiqlik o'zgartirgichli insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarining ish rejimini matematik modellashtirishda mavjud taklif etilgan modellar o'rganib chiqildi. Nostatsionar issiqlik rejimini tavsiflovchi matematik model tuzildi. Bunda chekli hajmli usul asosida modifikatsiyalangan elektr analogiya usulidan foydalanildi.

7. Tuzilgan matematik model uchun hisoblash algoritmi ishlab chiqildi. Bunda tenglamalar chiziqli bo'lmaganligini inobatga olib ketma-ket yaqinlashish usulidan foydalanish inobatga olindi.

8.O'tkazilgan nazariy hisoblashlar natijalari grafiklar tarzida taqdim etildi. Bunda ORIGIN chizma chizuvchi dasturidan foydalanildi. Oraliq natijalar dastur imkoniyatidan foydalanib splayn asosida birlashtirildi. Yig'indi quyosh nurlanishi quvvati va atrof temperaturasi kunning o'zgarishi (chegaraviy shartlar) asosida hisoblashlar o'tkazildi. 3.2.3-chizmadan ko'rinishicha qurilmaning issiqlik samaradorligi kunning o'rtacha (hisoblash o'tkazilgan chegaraviy shartlarda) 35% ni tashkil etadi. Fotoelement temperaturasi maksimal qiymati 50°C gacha yetadi.

Bundan tashqari dissertatsiyani bajarish davomida o'zining dissertatsiya mavzusi o'g'ir ko'plab adabiyotlar, ilmiy-texnik jurnallar, internet ma'lumotlari va maqolalar bilan tanishib chiqdim. Ushbu ma'lumotlardan kelib chiqib, o'z dissertatsiyamni amalga oshirdim. Shu asosda qo'yilgan masalani yechish uchun MathCAD va ORIGIN dastur tuzib, kerakli natijalarni olishga muvaffaq bo'ldim. Men ushbu magistrlik dissertatsiyasini bajarish davomida differentsial tenglamalar, ularni yechish uchun qo'llaniladigan usul va algoritmlar yuzasidan o'z bilganlarimni mustahkamlash bilan birga, kelgusida kerak bo'ladigan bir qator ma'lumot va bilimlarga ega bo'ldim va o'rgandim.

Xulosa qilib shuni aytmoqchiman, o'z magistrlik dissertatsiyamni bajarishda o'rgangan, tanishgan barcha nazariy va amaliy ma'lumotlarim asosida kelajakda etuk mutaxassis bo'lib etishish bilan bir qatorda, bu ishlarni davom ettirib kelgusida ilmiy tadqiqot ishlarni olib bormoqchiman.

Tadqiqotlar natijasida quyidagi **tavsiyalar** beriladi:

1. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimlarida hosil bo'luvchi yorug'lik va issiqlik diskomfortini yo'qotish uchun uning janubiy devoriga joylashtirilgan shaffof to'siqlarning optik xossalarni o'zgartirish kerak. Buning uchun albatta, shaffof to'siqlarning nur o'tkazish koeffitsiyentini kamaytirish (0.75 gacha) va unda quyosh nurlari tushishi hisobidan hosil bo'luvchi issiqlikni yo'naltirish imkoniyatini (shaffof to'siqlarga teskari klapanlarni qo'yish orqali) hosil qilish zarur.

2. Insolyatsion passiv quyosh isitish tizimining janubiy devoriga foto issiqlik o'zgartirgichni joylashtirish xonadagi issiqlik rejimini boshqarish imkonini beradi. Shuning bilan bir qatorda talab etiladiga quvvatga qarab elektr energiyasi bilan ta'minlanish imkoniyati ham paydo bo'ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

1. "O'zbekiston Respubikasi Konstitutsiyasi" T-2015 y
2. Авезов Р.Р., Орлов А.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. -Ташкент.: Фан, 1988. -288с.
3. Авезов Р.Р. Повышение эффективности использования низкопотенциальных солнечных нагревателей в системах теплоснабжения. Дис. ... докт.техн.наук. –Ташкент: 1990. - 447с.
4. Мхитарян М.М. Энергосберегающие технологии в жилищном и гражданском строительстве. -Киев: Наукова Думка, 2000. -417с.
5. Мхитарян Н.М. Гелиоэнергетика: системы, технологии и применение.-Киев: Наукова Думка, 2002.-318с.
6. Дусяров А.С., Авезов Р.Р. Температурный режим помещения с рефлекторной пассивной системой солнечного отопления и аккумулятором тепла // Гелиотехника, 2000. –№4. –С.50-54.
7. Дусяров А.С., Авезов Р.Р. Влияние дополнительной подсветки на температурный режим емкостного коллектора, совмещенного с краткосрочным аккумулятором тепла в инсоляционных пассивных системах солнечного отопления. // Гелиотехника, 2002. –№3. –С.39-44.
8. Дусяров А.С., Авезова Н.Р. Коэффициент замещения топлива инсоляционных пассивных систем солнечного отопления. // Гелиотехника, 2005. –№1. –С.53-55.
9. Дусяров А.С. Эффективность инсоляционных пассивных систем солнечного отопления с трансформируемым плоским рефлектором излучения и аккумулятором тепла.: Автореф. дис. ... канд.техн.наук. – Ташкент.: ФТИ. 2009. -28с.
10. Raman P., Sanjay M., Kishore V.V.N. A passive solar system for thermal comfort conditioning of buildings in composite climates // Solar Energy. 2001. V-70(4). –P.319-329.

11. Baker P.H., McEVOY M. Test cell analysis of the use of supply air window as a passive solar component // Solar Energy. 2000. V-69(2). –P.113-130.
12. Страшко В.В. Температурное поле энергоактивной ограждающей конструкции // Промышленная теплотехника. 2007. №3. -С.76-80.
13. Manz H. Total solar energy transmittance of glass double façades with free convection // Energy and Building. 2004. V-36. -P.127-136.
14. Manz H. Numerical simulation of heat transfer by natural convection in cavities of façade elements // Energy and Buildings. 2003. V-35. -P.305-311.
15. Manz H. On minimizing heat transport in architectural glazing // Renewable Energy. 2008. V-33. -P.119-128.
16. Manz H., Brunner S., Wulschleder L. Triple vacuum glazing: Heat transfer and basic mechanical design constraints // Solar Energy. 2006.V-80. - P.1632-1642.
17. Manz H., Egolf P.W., Suter P., Goetzberger A. TIM-PCM external wall system for solar space heating and daylighting //Solar Energy.1997.V-61.-P.369-379.
18. Самиев К.А. Тепловая эффективность сложного светопрозрачного ограждения с частично лучепоглощающим слоем и продухом в инсоляционных пассивных системах солнечного отопления // Гелиотехника. –Ташкент, 2008. -№4. -С.75-80.
19. Самиев К.А. Дневной ход тепловой эффективности сложных светопрозрачных ограждений инсоляционных пассивных систем солнечного отопления с частично лучепоглощающим слоем // «Фундаментальные и прикладные вопросы физики» Материалы третьей международной конференции посвященной 15-летию независимости Узбекистана. Ташкент-2006г. С.120-122.
20. Zondag H.A. Flat-plate PV-Thermal collectors and systems: A review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2008. V-12. –P. 891–959.

21. Tiwari A., Sodha M.S. Parametric study of various configurations of hybrid PV/thermal air collector: Experimental validation of theoretical model // Solar Energy Materials & Solar Cells. 2007. V-91. – P.17–28.
22. Eiker U. Solar technologies for buildings. England: Wiley & Sons Ltd., 2003.
24. Duffie J., Beckman W. Solar engineering of thermal processes. New York. Wiley, 1991. -919p.
25. Ong K.S., Chow C.C. Performance of a solar chimney // Solar Energy. 2003. № 74(1). -P.1-17.
26. Coventry JS. Performance of a concentrating photovoltaic/thermal collector. Sol Energy 2005;78:211–22.
27. Avezov R.R., Orlov A.Y. Solnechniye sistemi otopleniya i goryachego vodosnabzheniya.- Tashkent: Fan, 1988.-288s.
28. Dusyarov A.S., Egamberdiyev M. (magistr) Karshi DU. Sharnirli harakatlanuvchan yassi nur kaytargichli insolyatsion passiv kuyoshli isitish tizimlarining parametrlarini hisoblash va optimallashtirish QarDU Nanotexnologiya va kayta tiklanadigan energiya manbalari-muammolari va yechimlari. Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari 27-28 aprel 2012-yil.
29. Сабади П.Р. Солнечный дом. -М.: Стройиздат, 1985. -113с.
30. Мхитарян М.М. Энергосберегающие технологии в жилищном и гражданском строительстве. -Киев: Наукова Думка, 2000. -417с.
31. Аvezов Р.Р., Орлов А.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. -Ташкент.: Фан, 1988. -288с.
32. Дусяров А.С., Аvezов Р.Р. Температурный режим помещения с рефлекторной пассивной системой солнечного отопления и аккумулятором тепла // Гелиотехника, 2000. –№4. –С.50-54.
33. Manz H. Total solar energy transmittance of glass double façades with free convection // Energy and Building. 2004. V-36. -P.127-136.
34. Manz H. Numerical simulation of heat transfer by natural convection in cavities of façade elements // Energy and Buildings. 2003. V-35. -P.305-311.

35.Toyirova U “Quyosh foto-issiqlik o’zgartirgichdagi issiqlik jarayonlarini modellashtirish” Magistrlarning ilmiy maqolalar to’plami 5-2016y 68-71b

36.U .I.Toyirova BuxDU Fizika kafedrası magistri K.H.Qobilov BuxDU Axborot texnologiyalari kafedrası magistri t.f.n. K.A.Samiyev BuxDU Fizika kafedrası dotsenti” Quyosh fotoelektr-issiqlik o’zgartirgichdagi issiqlik jarayonlarini nazariy tadqiq qilish” Fan va texnologiyalar taraqqiyoti 1-2017y.16-22 b

37.Медведев С. А ,Введение в технологию полупроводниковых материалов., Мир, 1970 год

38.Infield D., Li M., Ursula E. Thermal performance estimation for ventilated PV facades // Solar Energy. 2004. V-76. –P.93–98.

39.Dj. A. Daffi, Bekman U.A. T eploviye protsessi s ispolzovaniyem solnechnoy energii. -M.: Mir. 1977. -420s.

40.Manz H., Schaelin A., Simmler H. Airflow patterns and thermal behavior of mechanically ventilated glass double façades // Building and Environment. 2004. V-39. -P.1023-1033.

41.Zhai X.Q., Dai Y.J., Wang R.Z. Comparison of heating and natural ventilation in a solar house induced by two roof solar collectors // Applied Thermal Engineering. 2005. V-25. pp.741-757.

42.Awbi H.B. Calculation of convective heat transfer coefficients of room surfaces for natural convection // Energy and buildings. 1998. V-28. pp.219-227.

43.Awbi H.B., Hatton A. Natural convection from heated surfaces // Energy and buildings. 1999. V-30. pp.233-244.

44.Chen Z.D., Bandopadhyaya P., Halldorssonb J., Byrjalsenb C., Heiselbergb P., Li Y. An experimental investigation of a solar chimney model with uniform wall heat flux // Building and Environment. 2003. V-38. pp.893-906.

45.Ong K.S., Chow C.C. Performance of a solar chimney // Solar Energy. 2003. № 74(1). -P.1-17.

Internet ma'lumotlari

1. www.Ziyo.net.
2. [http://dhes.ime.mrsu.ru./studies/tot/tot lit.htm](http://dhes.ime.mrsu.ru./studies/tot/tot%20lit.htm);
3. [http://rbip.bookchamber.ru./description.aspx? product no=854](http://rbip.bookchamber.ru./description.aspx?productno=854);
4. [http://energy-mgn.nm./progr36 htm](http://energy-mgn.nm./progr36.htm).
5. <http://www.rosteplo.ru>:
6. <http://www.abok.ru>
7. [http://www.03 - ts.ru](http://www.03-ts.ru)