

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA  
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI  
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

## **MUQOBIL ENERGIYA MANBALARI**

**fanidan laboratoriya ishlarini bajarishga oid**

**USLUBIY KO‘RSATMALAR**



**Toshkent-2019**

“Muqobil energiya manbalari” fanidan laboratoriya ishlarini bajarishga oid uslubiy ko‘rsatmalar. Yuldoshev I.A., Shog‘o‘chqorov S.Q., Juryeva Z.I., Jamolov T.R. -Toshkent: ToshDTU, 2019. 60 b.

Uslubiy ko‘rsatmalar o‘quv rejasidagi “Muqobil energiya manbalari” fani bo‘yicha ToshDTU ning 5310100-Energetika (Issiqlik energetikasi) ixtisosliklari bo‘yicha kunduzgi bo‘lim bakalavrlariga laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish uchun mo‘ljallangan.

Bu ko‘rsatmalarda “Muqobil energiya manbalari” fani bo‘yicha asosiy qonunlar, har bir mavzu bo‘yicha nazariy qisqacha ma’lumot, zamonaviy laboratoriya jihozlarida amaliy mashg‘ulotlar o‘tkazish uchun eng zarur tajribaviy ma’lumotlar hamda ularni tajribada sinash batafsil yoritilgan.

*Toshkent davlat texnika universiteti Ilmiy uslubiy kengashining qaroriga binoan nashr qilindi.*

### ***Taqrizchilar:***

A.A. Nosirov      Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston milliy universiteti, Fizika fakulteti, “Yarimo‘tkazgichlar va polimerlar fizikasi” kafedrasini mudiri, f.-m. f.n, dotsent

Q.S.Ayupov      Toshkent davlat texnika universitetining “Raqamli elektronika va mikroelektronika” kafedrasini dotsenti, f.-m.f.d.

© **Toshkent davlat texnika universiteti, 2019**

## Kirish

So‘nggi yillarda respublikamizning iqtisodiyot tarmoqlarida va ijtimoiy sohasida energiya samaradorligini yuksaltirish va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirish bo‘yicha keng ko‘lamli ishlar amalga oshirildi. Jumladan, O‘zbekiston Respublikasi birinchi Prezidentining 2013 yil 1 martdagi “Muqobil energiya manbalarini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Farmoni va 2015 yil 5 maydagi 2015 — 2019 yillarda iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohada energiya sarfi hajmini qisqartirish, energiyani tejaydigan texnologiyalarni joriy etish chora-tadbirlari dasturi to‘g‘risidagi qarori ijrosini ta‘minlash yuzasidan:

Energiya samaradorligi va energiyaning qayta tiklanuvchi manbalarini rivojlantirish masalalari bo‘yicha Respublika komissiyasi tashkil etildi, O‘zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot vazirligi tarkibida Respublika komissiyasining ishchi organi sifatida energiya samaradorligini oshirish bo‘limi tashkil qilindi;

Osiyo taraqqiyot banki ko‘magida O‘zbekistonda quyosh energetikasini rivojlantirishning “**yo‘l xaritasi**” ishlab chiqildi;

Namangan viloyatining Pop tumanida Koreya Respublikasining Savdo, sanoat va energetika vazirligi ko‘magida 2014 yilning dekabr oyida quvvati 130 kVt bo‘lgan quyosh fotoelektrik stansiyasi qurildi va ishga tushirildi, ushbu stansiya yagona elektr energetikasi tarmog‘iga ulangan va yiliga 234,3 ming kVt.soat elektr energiyasi ishlab chiqarish quvvatiga ega;

Surxondaryo, Namangan va Navoiy viloyatlarida yirik quyosh fotoelektrik stansiyalarini qurish bo‘yicha loyihalar tayyorlanmoqda;

Jahon banki ishtirokida O‘zbekiston Respublikasining shamollar atlasini ishlab chiqildi, Toshkent viloyatining Bo‘stonliq tumanida quvvati 750 kVt bo‘lgan tajribaviy shamol energoqurilmasi qurildi.

2016 yil yakunlari bo‘yicha iqtisodiyot tarmoqlarida 2016/2017 yil kuz-qish mavsumida energoresurslarni tejash bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlarni hisobga olgan holda, 1210,3 million kVt.soat elektr energiyasi va 991,2 million kub metr ta‘biiy gazni iqtisod qilishga erishildi, bu esa tarmoqlarning 2016 yildagi iste‘molining mos ravishda 5,1 va 3,6 foizini tashkil etadi. Amalga oshirilgan ishlar natijasida 2015 yilda yalpi ichki mahsulotning energiya sig‘imi 10,8 foiz, 2016 yilda 7,2 foiz va 2017 yilning birinchi choragida 12,7 foiz qisqarishiga erishildi. Shu bilan birga, hozirgi kunda muqobil energiya manbalaridan foydalanishni jadal

rivojlantirishga to‘sqinlik qilayotgan bir qator o‘z yechimini kutayotgan masalalar mavjud.

Ushbu muhim vazifalarni inobatga olib, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori 2017 - 2021 yillarda yalpi ichki mahsulotning energiya sig‘imini yanada qisqartirish, mahsulot tannarxini kamaytirish va qayta tiklanuvchi manbalar energiyasidan foydalanishni kengaytirishga yo‘naltirilgan.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan jadal foydalanish bo‘yicha kompleks chora-tadbirlarni amalga oshirish issiqlik va elektr energiyasi kabi energiyaning sanoat turlarini olishni ta‘minlashga yo‘naltirilgan bo‘lib, bu uglevodorodlarning o‘rnini bosishga va ularni yuqori likvidli mahsulotlar, jumladan, polimerlar, yoqilg‘ining sintetik turlarini ishlab chiqarishga yo‘naltirish imkonini beradi.

Oxirgi yillarda mamlakatimizda oliy ta‘lim tizimini tubdan isloh qilish bo‘yicha keng mashtabli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Respublikamizni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishda ustuvor vazifalardan biri kadrlar tayyorlash tizimiga jiddiy e‘tibor berish, xalqaro standartlar darajasida oliy ma‘lumotli mutaxassislar tayyorlashda zarur shart-sharoitlar yaratish muhim vazifalardan sanaladi.

O‘quv-ilmiy laboratoriya bazalarini zamonaviy o‘quv laboratoriya jihozlari bilan ta‘minlash oliy ta‘lim muassasalarida ilm-fanni rivojlantirish, nazariya va amaliyot uyg‘unligini ta‘minlash uchun muhim omillardan hisoblanadi.

Energetika sohasida maxsus mutahassislik fanlarini o‘qitishning ko‘p yillik tajribasi shuni ko‘rsatadiki, murakkab ilmiy-texnik masalalarni yechish kafedrada shu mutahassislik bo‘yicha energetik qurilmalar mavjudligida soddalashadi. Masalan, muqobil va qayta tiklanuvchi energetika sohasida tahsil olayotgan talabalar laboratoriya ishlarini bajarish vaqtida hayotga nisbatan ularning ilmiy qarashlari shakllanadi, abstrakt fikrlar rivojlanadi.

Bu uslubiy ko‘rsatmada “Muqobil energiya manbalari” fani bo‘yicha vakuum trubkali kollektor, quyosh batareyalarini ketma-ket va parallel ulash, vismut-tellur asosidagi termoelektrik batareyalar, raqamli RS 180-7133(LX-101) lyuksmetri, masofaviy DT-8862 va DT-8863 infraqizil termometr va quyosh kollektorining issiqlik unumdorligini aniqlash, quyosh elementi va batareyasining volt-amper va volt-vatt xarakteristikasini tajriba yo‘li bilan aniqlash va grafiklarni qurish aks etgan.

# 1-LABORATORIYA ISHI

## QUYOSH ELEMENTINING VOLT-AMPER VA VOLT-VATT XARAKTERISTIKASINI O'RGANISH

### Ishdan maqsad

1. Tajribada quyosh elementining elektrofizik xususiyatlarini o'rganish uchun uning asosiy xarakteristikasi bo'lgan VAX, VVX o'rganish va grafigini yasash.

2. Tajribada stendida joylashgan quyosh elementining elektrofizik xususiyatlarini o'rganish uchun uning asosiy xarakteristikasi bo'lgan VVX o'rganish va grafigini yasash.

### Qisqacha nazariy ma'lumot

Ushbu laboratoriya stendi oliy o'quv yurtlarida, o'rta maxsus kasb-hunar kollejlari, akademik litseylarda tahsil olayotgan talabalar uchun fizika fanidan quyosh elementlarining (fotoelement) elektrofizik xususiyatlarini o'rganishga imkon beruvchi vosita hisoblanadi.

Eksperimental qurilma laboratoriya stolidagi joylashgan bo'lib quyidagi qismlardan tashkil topgan: quyosh spektrlarini qisman tavsiflovchi 150 Vt quvvatdagi o'zgaruvchan tok 220 V, 50 Gs chastotaga mo'ljallangan galogen lampa (yorug'lik manbai), lampani ma'lum balandlikda tutib turuvchi shtativ, quyosh fotoelektrik batareyasi (QFB), ampermetr, voltmetr va o'zgaruvchan yuklanish qarshiliklaridan  $R_n$  tashkil topgan (1-rasm).

Tajriba ishida 2 ta har xil quvvatdagi QFB dan foydalaniladi. QFB ning fototok chiqish yo'nalishida klemma mavjud bo'lib qarama-qarshi qutblari belgilab qo'yilgan.

Lampadan tarqalayotgan yorug'lik nurlari bevosita quyosh fotoelektrik moduliga perpendikulyar burchak ostida tushadi. Shtativda galogen lampani uch xil holatda modulga yo'naltirish mumkin. Bu QFM dan 15 sm, 25 sm, 35 sm balandlikda amalga oshiriladi. O'zgaruvchan yuklanishlar qarshiligi  $1 \div 180$  Om intervalda ishlaydi.

Quyosh elementlarining asosiy xarakteristikasi hisoblangan volt-amper xarakteristika (VAX), volt-vatt xarakteristika (VVX) va spektral sezgirlik yarimo'tkazgich materiallarning optik va elektrofizik xususiyatlariga bog'liqdir. Quyosh elementlarining VAX, VVX xarakteristikasini o'lchash uchun quyidagi sxemalardan foydalanildi (2-rasm).

Quyosh elementlarining VAX r-n o'tishli yarimo'tkazgichli diodning VAX dan yangi  $I_f$  hadning paydo bo'lishi bilan farq qiladi.  $I_f$  – optik nurlanish ta'sirida quyosh elementida generatsiya bo'lgan tokdir. Agar  $I_d$  – diod orqali oqayotgan tok va  $I$  – tashqi yuklanma orqali oqayotgan tok bo'lsa, u holda,

$$I_f = I_d + I \quad (1)$$

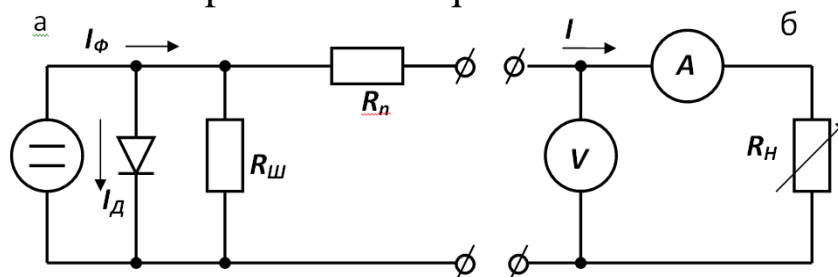
$$I_d = I_0 + \left( \exp\left(\frac{qU}{kT}\right) - 1 \right) \quad (2)$$

diodning qorong'ilikdagi xarakteristikasi,  $I_0$  – r-n o'tishning teskari yo'nalishdagi to'yinish toki,  $q$  – elektron zaryadi,  $T$  – absolyut harorat,  $k$  – Bolsman doimiyligi,  $U$  – kuchlanish.

QE ning asosiy xarakteristikalarini o'lchashning tartibi quyidagicha amalga oshirildi. Dastlab QE ning parametrlari laboratoriya sharoitida galogen lampa yordamida, so'ngra tabiiy sharoitda quyosh nurlariga perpendikulyar holatda joylashtirish orqali amalga oshirildi.



1-rasm. QE ning voltamper xarakteristikasini o'rganish uchun eksperimental qurilma



2- rasm. Quyosh elementlarining ekvivalent (a) va o'lchash (b) sxemalari

## Tajribani o'tkazish tartibi.

### Laboratoriya sharoitida o'lchash.

1. Galogen lampa shtativda laboratoriya stolidan maksimal balandlikka 35 sm o'rnatiladi, lyuksmetr yordamida lampaning yoritilganligi QE sathi paralleligida o'lchab olinadi.

2. O'zgaruvchan yuklanish qarshiligini o'zgartirish orqali birinchi QE tok va kuchlanish qiymatlari 1-jadvalga yozib olinadi. Laboratoriya sharoitida QE ning lampaning 35 sm balandlikda holatida eksperiment natijasida olingan VAX, VVX grafiklari quriladi.

1-jadval

Lampaning yoritilganligi (lyuks)	Lampadan QE bo'lgan masofa (sm)	QE toki (A)	QE kuchlanishi (V)	QE ning nominal quvvati	QE ning salt yurish kuchlanishi (V)	QE ning qisqa tutashuv toki (A)	QE ning FIK (%)
	35						
	35						
	35						
	35						
	35						
	35						
	35						
	35						
	35						

3. Galogen lampa shtativda laboratoriya stolidan maksimal balandlikka 25 sm o'rnatiladi, lyuksmetr yordamida lampaning yoritilganligi QE sathi paralleligida o'lchab olinadi.

4. O'zgaruvchan yuklanish qarshiligini o'zgartirish orqali birinchi QE tok va kuchlanish qiymatlari 1-jadvalga yozib olinadi. Laboratoriya sharoitida QE ning lampaning 25 sm balandlikda holatida eksperiment natijasida olingan VAX, VVX grafiklari quriladi.

2-jadval

Lampaning yoritilganligi (lyuks)	Lampadan QE bo'lgan masofa (sm)	QE toki (A)	QE kuchlanishi (V)	QE ning nominal quvvati	QE ning salt yurish kuchlanishi (V)	QE ning qisqa tutashuv toki (A)	QE ning FIK (%)
	25						
	25						
	25						
	25						
	25						
	25						
	25						
	25						
	25						
	25						

5. Galogen lampa shtativda laboratoriya stolidan maksimal balandlikka 15 sm o'rnatiladi, lyuksmetr yordamida lampaning yoritilganligi QE sathi paralleligida o'lchab olinadi.

6. O'zgaruvchan yuklanish qarshiligini o'zgartirish orqali birinchi QE tok va kuchlanish qiymatlari 1 jadvalga yozib olinadi. Laboratoriya sharoitida QE ning lampaning 15 sm balandlikda holatida eksperiment natijasida olingan VAX, VVX grafiklari quriladi (3-jadval).

3-jadval

Lampaning yoritilganligi (lyuks)	Lampadan QE bo'lgan masofa (sm)	QE toki (A)	QE kuchlanishi (V)	QE ning nominal quvvati	QE ning salt yurish kuchlanishi $U_{xx}$ (V)	QE ning qisqa tutashuv toki $I_{k.z.}$ (A)	QE ning FIK (%)



## Tajriba natijalarini hisoblash

QE ning nominal quvvati  $R_n$  quyidagicha hisoblanadi.

$$P_n = U_{x.x} \times I_{k.z} \times \xi$$

bu yerda  $\xi$  – volt-amper xarakteristikasini to‘ldirish koeffitsiyenti. Kremniy asosidagi zamonaviy quyosh elementlari uchun  $\xi$  -0,7-0,8 ni tashkil etadi.

$$\xi = \frac{R_n}{R_p}$$

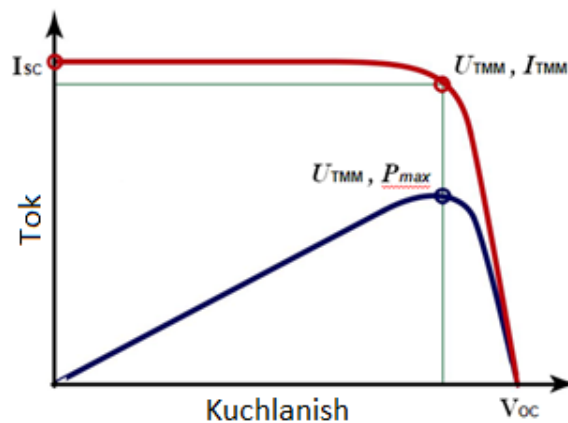
$$R_p = U_{x.x} \times I_{k.z} \times \xi - \text{QE ning pik (ideal) quvvati}$$

1. QE ning foydali ish koeffitsiyenti quyidagicha hisoblanadi.

$$\eta = \frac{U_{x.x} \times I_{k.z} \times \xi}{E_0 \times S_{pv}} \times 100\%$$

bu yerda  $E_0$ - Lampaning yoritilganligi (lk)  $\frac{vt}{m^2}$  ga almashtiriladi.  $S_{pv}$  – QE ning umumiy yuzasi ( $m^2$ ).

2. QE ning volt-amper va volt-vatt xarakteristikalari quyidagi rasmda ko‘rsatilganidek quriladi.



2-rasm. Quyosh elementining yoki FEBning volt-amper va volt-vatt xarakteristikalari

## **Hisobotlarni tayyorlash**

1. Berilgan laboratoriya ishiga zarur bo‘lgan ma’lumotlarni ko‘rib chiqish.
2. Ishning nomi va uning maqsadi.
3. Quyosh elementining volt-amper va volt-vatt xarakteristikasi va uning to‘liq ish jarayonining yoritib bering.
4. Tajriba natijalari bo‘yicha 1-3 jadvallarni to‘ldiring.
5. Xulosa yozish.

## **Nazorat savollari**

1. Quyosh elementi haqida nimalarni bilasiz?
2. Quyosh elementlarining ekvivalent va o‘lchash sxemalarini bilasizmi?
3. Quyosh elementining konstruktiv tuzilishini aytib bering?
4. Quyosh elementining asosiy parametrlari va xarakteristikalarini ayting?
5. Quyosh elementining yoki FEBning volt-amper va volt-vatt xarakteristikalarini qanday olish mumkin?

## **2 -LABORATORIYA ISHI FOTOELEKTRIK BATAREYANING VOLT-AMPER VA VOLT-VATT XARAKTERISTIKASINI O‘RGANISH**

### **Ishdan maqsad**

1. Quyosh fotoelektrik batareyasining volt-amper xarakteristikasini olishni tajribada o‘rganish.
2. Quyosh fotoelektrik batareyasining volt-vatt xarakteristikasini olishni tajribada o‘rganish.

### **Qisqacha nazariy malumot**

Fotoelektrik tizimlarda asosiy element sifatida quyosh elementlari xizmat qiladi.

Quyosh elementlari p-n turli yarimo‘tkazgichli materiallardan tashkil topgan. Quyosh nurlanishi yarimo‘tkazgichli material strukturasi yutilib elektron-kovaklar juftligini hosil qiladi, so‘ngra p-n o‘tish orqali ajratilib element old va orqa yuzasidagi metall kontaktlarda yig‘iladi. Quyosh

elementlaridan fotoelektrik modullar (quyosh panellari), modullardan esa quyosh batareyalari yigʻiladi.

Quyosh elementlarini ommaviy ravishda ishlab chiqarish uchun asosiy material sifatida hanuzgacha kristall kremniy hisoblanadi. Hamma quyosh elementlarining 80% dan ortigʻi u asosida tayyorlangan tagliklardan iborat boʻladi. Quyosh nurlanishini yaxshi yutish qobiliyatiga ega boʻlmasada u boshqa yarimoʻtkazgich materiallarga qaraganda qator afzalliklarga ega:

1). Kremniy yer yuzasida kremniy oksidi shaklida keng tarqalgan.

2). Kremniy zararli va faol element boʻlmagani uchun atrof muhitga zarar keltirmaydi.

3). Mikroelektronika sanoatida kremniy texnologiyasi yaxshi oʻrganilgan.

Kremniyli quyosh elementlarining amaliyotdagi samaradorligi 10-19% atrofidadir. Uning yupqa plenkalari kaskad quyosh elementlarini tayyorlashda ham ishlatiladi. Bu materiallarning kamchiligi vaqt oʻtishi, harorat ortishi, yuzasining changlanishi bilan xarakteristikalarining yomonlashishidir, shuningdek yuqori texnologiyaligi, ishlab chiqarishdagi chiqimlilik ham hisoblanadi.

Quyosh panellari (fotoelektrik batareya) odatda ketma-ket va parallel ulangan quyosh elementlaridan tashkil topadi.

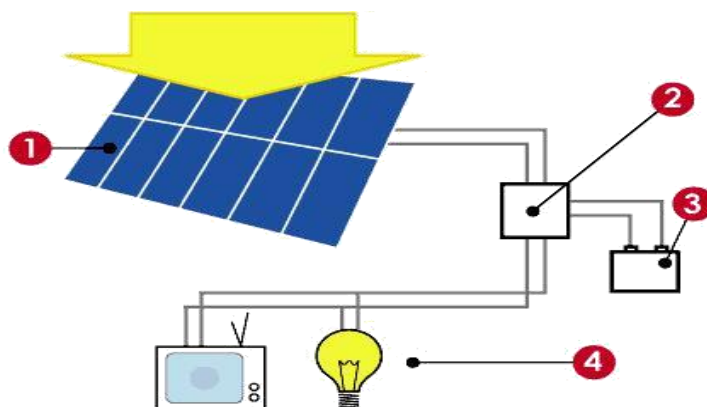
Quyosh panellari ishonchli elektr energiyasi manbasi boʻlishi uchun u tizimda qoʻshimcha elementlar bilan taʼminlanishi zarur: kabellar, tizimning turiga (tarmoq bilan bogʻlangan FES, avtonom, rezerv) bogʻliq ravishda struktura, elektron inverter, akkumulyator batareyalari toʻplami va zaryad-razryad kontrolleri. Bunday tizim butunligicha quyosh fotoelektrik sistema yoki quyosh stansiyasi deb nomlanadi.

Fotoelektrik sistemalarning 3 ta asosiy turi mavjuddir:

- Odatiy holda alohida uylarning elektr taʼminoti uchun qoʻllaniladigan avtonom FES
- Tarmoq bilan bogʻlangan FES
- Rezerv FES

**Avtonom fotoelektrik tizimlar:** Avtonom fotoelektrik tizimlardan markazlashtirilgan elektr taʼminoti mavjud boʻlmagan joylarda foydalaniladi. Sutkaning tungi vaqtlarida energiya taʼminoti va quyosh yaxshi nur sochmagan vaqtlar uchun akkumulyator batareyasi (AB) zarur. Avtonom fotoelektrik tizimlar alohida uylarning elektr taʼminoti uchun tez-tez qoʻllaniladi. Kichik tizimlar asosiy yuklamani taʼminlashi mumkin

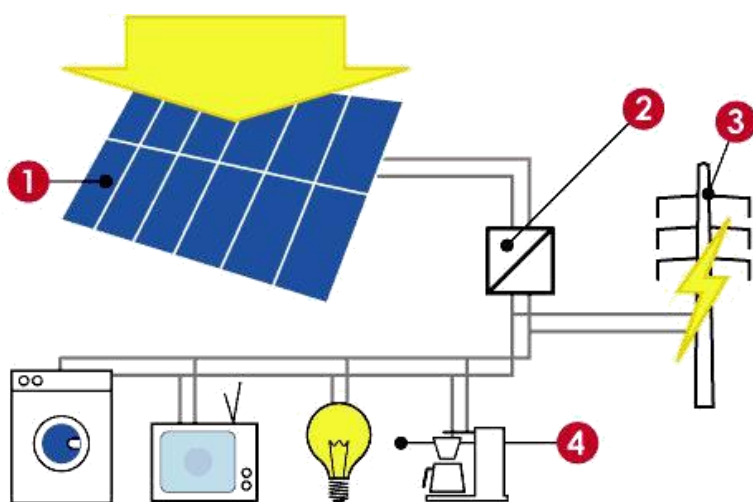
(yoritish manbai, baʼzan televizor yoki radio), oʻta quvvatli tizimlar suv nasosi, radiostansiya, muzlatgich, elektrojihozlar va boshqalar. Bunday tizim quyidagilardan tashkil topgan (1-rasm).



1 – rasm. Avtonom fotoelektrik tizim  
 1 – quyosh paneli; 2 – kontroller; 3 – AB; 4 – yuklama

**Tarmoq bilan ulangan quyosh fotoelektrik tizimlari:**

Markazlashtirilgan elektr taʼminot manbalari mavjud boʻlsa ham, gohida toza elektr energiya manbaidan foydalanishga hoxish boʻladi, bunda quyosh panellari tarmoq bilan ulangan boʻladi. Etarli miqdordagi quyosh panellari bir biri bilan ulanganda yuklamaning bir qismi uyda quyosh elektr energiyasidan taʼminlanishi mumkin. Tarmoq bilan ulangan fotoelektrik tizimlar odatda bir yoki bir nechta panellardan va invertor, kabellar, qoʻllab quvvatlovchi tizim va elektrik yuklamadan iborat boʻladi.(2-rasm)



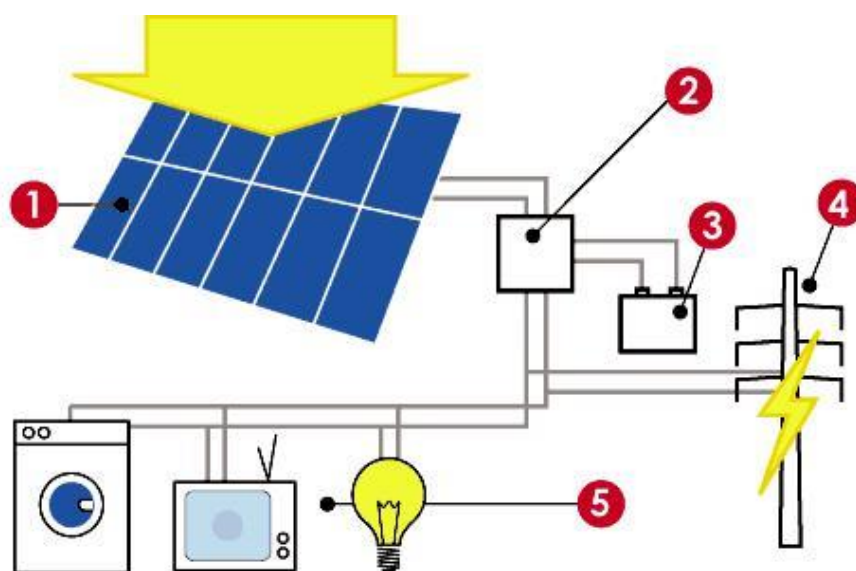
2-rasm. Tarmoq bilan bogʻlangan quyosh fotoelektrik tizim  
 1 – quyosh paneli; 2 – tarmoq invertori; 3 – lokal elektr tarmoq;  
 4 – yuklama

Invertor quyosh panellarini tarmoq bilan bog‘lash uchun xizmat qiladi. Shuningdek AS-panellar ham mavjud bo‘lib ularning orqa tomoniga invertor o‘rnatilgan bo‘ladi.

Ortiqcha elektr energiyasi elektr tarmog‘iga uzatilishi mumkin. Agar quyosh elektr ta‘minoti uchun maxsus kuchaytirilgan tariflar foydalanilsa unda 2 ta elektr hisoblagichi, biri generatsiya uchun, keyingisi iste‘mol uchun o‘rnatiladi.

Bunda quyosh panellari tomonidan ishlab chiqilgan elektr energiyasi tarmoqqa yuqori tarif bo‘yicha sotiladi, uying elektr energiyasiga bo‘lgan ehtiyoji tarmoqdan odatiy narx bo‘yicha olinadi. Shunday qilib nafaqat elektr energiyaga bo‘lgan yil davomidagi nul chiqimlarni, balki yil ichida nul iste‘molni ham (yozda ortiqcha energiya tarmoqqa jo‘natiladi, qish oyida esa kun bulut vaqtlarida uy asosan tarmoq orqali oziqlanadi.)

**Rezerv tizimlar:** Markazlashtirilgan elektr ta‘minot tarmoq bilan bog‘langan bo‘lsada, lekin ishonchli bo‘lmasa bunday holatlarda rezerv quyosh tizimlaridan foydalaniladi. Tarmoqda kuchlanish bo‘lmagan vaqtlarda ham mavsumiy vaqtlarda elektr ta‘minot uchun rezerv tizimlar qo‘llaniladi. Kichik rezerv quyosh tizimlari aloqa vositalari, kompyuterlar (telefon, radio, faks va hokazo) elektr ta‘minoti uchun foydalaniladi. Yirik quyosh rezerv tizimlari tarmoqda uzulishlar bo‘lgan vaqtlarda muzlatgichlarni ham energiya bilan ta‘minlash mumkin. Yuklanmani zaruriy oziqlantirish uchun, ayniqsa tez-tez tarmoqda uzulishlar bo‘lgan vaqtda fotoelektrik tizim katta quvvatga ega bo‘lishi zarur.



3-rasm. Rezerv fotoelektrik tizimlar

*1 – quyosh paneli; 2 – inverter; 3 – AB; 4 – elektr tarmoq; 5 – yuklama*

Agar tarmoq mavjud bo'lsa, tizim odatdagidek u bilan bog'langan holda ishlaydi.

Tizim quyosh paneli, kontroller, akkumulyator batareyasi, kabellar, inverter, yuklama va tayanch strukturadan iborat (3-rasm).

**Zaryad-razryad kontrollerlari:** Avtonom fotoelektrik tizimlarda zaryad-razryad kontrollerlari ortiqcha energiya sarfi bo'lganda akkumulyator batareyasini (AB) chuqur razryaddan himoya qilish va AB to'liq zaryad holatida quyosh paneli elektr energiya generatsiya vaqtida AB ni qaytadan zaryadlanish holatidan asraydi. (4-rasm). Zaryad-razryad kontrolleridan foydalanishda afzalliklaridan biri shuki, AB razryad holatida yuklamani darhol uzadi.



4-rasm. Zaryad-razryad kontrolleri

Odatda fotoelektrik tizimlar zaryad-razryad kontrollerlari bilan ta'minlanadi. Shuning uchun yuklama hech qachon to'g'ridan to'g'ri AB ga ulanmaydi, bunda AB ishdan chiqishi mumkin.

**Keng –impulsi modulyatsiyali zaryad tokiga ega kontrollerlar:** Oddiy kontrollerlar AB kuchlanish 14,4 V ga etganida energiya manbai (quyosh batareyasi) ni uzadi (AB nominal kuchlanish 12 V). AB da kuchlanish  $\approx 12,5-13$  V ga kamayganida quyosh paneli qaytadan ulanadi va zaryad AB da tiklanadi. Shuning uchun AB maksimal razryadlanish darajasi 60–70% ni tashkil etadi. Muntazam ravishda to'liq zaryadlanish bajarilmasa, AB ning yaroqlilik muddati kamayadi.

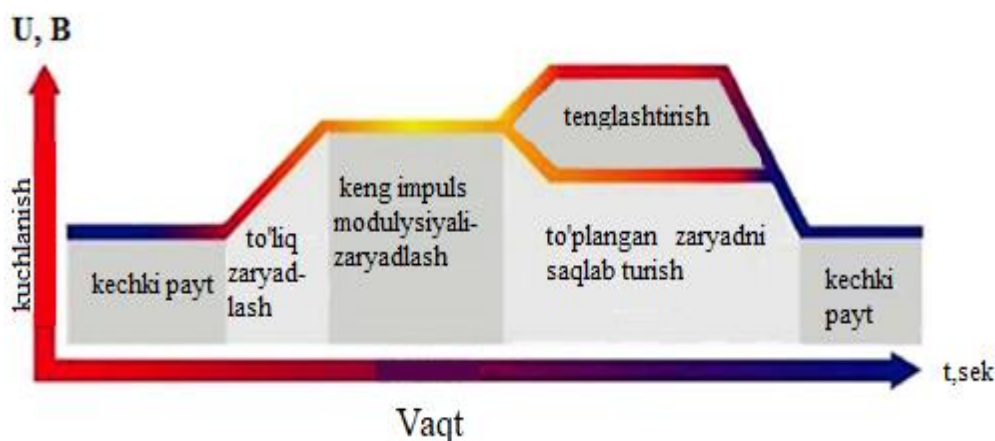
Zamonaviy kontrollerlar zaryadning tugash bosqichida keng impuls modulyatsiyali zaryad toki (KIMZT) deb nomlanadigan jarayondan foydalaniladi. Bunda AB zaryadi 100% gacha zaryadlanadi. 5-rasmda quyosh paneli yordamida AB zaryadlashning 4 ta bosqichi ko'rsatilgan.

1). Maksimal tok bilan zaryadlash. Bu bosqichda AB quyosh panelidan kelayotgan hamma tokdan foydalanadi.

2). KIMZT dan foydalanish. AB da kuchlanish aniq sathga chiqqanida kontroller doimiy kuchlanish bilan KIMZT hisobiga ta'minlay boshlaydi. Bu AB da gaz ajralib chiqishi va o'ta qizishni oldini oladi. AB zaryadlanish sathiga qarab tok kamayib boradi.

3). Tenglashish. Ko'pgina suyuq elektrolitga ega AB gaz hosil bo'lishigacha davriy zaryadlanish davomida ish jarayoni yaxshilanadi, elektrolit aralashib plastinalar tozalanadi, AB har xil bankalarida kuchlanish tenglashadi.

4). Tayanch zaryad. AB to'liq zaryad holatida bo'lsa ham, zaryad kuchlanishi batareyada gaz ajralib chiqqanda yoki uning qizishi vaqtida kamayadi, bu vaqtda AB zaryad holatida ushlab turiladi.



5-rasm. Quyosh panelidan akkumulyatorni zaryadlashdagi bosqichlar.

**Maksimal quvvat nuqtasini kuzatishga mo'ljallangan kontrollerlar:** Quyosh batareyalari ishlab chiqarayotgan energiya miqdorini oshirish kerak bo'lsa, qo'shimcha quyosh panellari qo'shmasdan ham oddiy kontrollerni maxsus «Maximum Power Point Tracker» (MPPT) deb nomlanadigan quyosh batareyasida maksimal quvvatni (TMM) kuzatishga mo'ljallangan kontroller bilan almashtirish kerak.

MRRT-kontroller quyosh batareyasidagi kuchlanish va tokni doimo kuzatib boradi, uning qiymatlarini ko'paytirib, quyosh batareyasi quvvati maksimal bo'lgandagi tok kuchlanish juftligini aniqlaydi. O'rnatilgan protsessor AB ning zaryad bosqichini kuzatadi (to'lishi, o'ta to'yinishi, tenglashish, tayanch) va shu asosida unga qanday miqdordagi tok



berilishini aniqlaydi. Protsessor bir vaqtda tablodagi parametrlar indikatsiyasiga ham komanda beradi (ma'lumotlarni saqlash va boshq.)

Maksimal quvvat nuqtasi har xil usullar bilan ham hisoblanishi mumkin. TMM ni qidiruv usullari ham har xildir.

1) Odatda «Perturb and Observe» usulidan foydalaniladi. ya'ni quyosh batareyasining volt-amper xarakteristikasini TMM bilan davriy ravishda to'liq skanerlash (2 soatda 1 marta) olib boriladi. Navbatdagi skanerlash jarayonigacha kontroller qidirishda davom etib, quyosh batareyasining quvvat tebranishini hisoblaydi va agar unda quvvat katta bo'lsa yangi ishchi nuqtaga, yangi kuchlanishga siljitadi. Amaliy jihatdan hamma kontrollerlarda ushbu usul qo'llaniladi.

Uning kamchiligi shundan iboratki, doimo o'lchash ishlarini olib borish va bu vaqtda paneldan kelayotgan energiyaning uzilishi hisoblanadi. Har xil ishlab chiqaruvchilar quyosh batareyasi maksimal quvvat nuqtasini optimal kuzatish uchun Quyoshdan kelayotgan optimal miqdordagi energiyaning chastota iteratsiyalari, to'liq skanerlash davriyligi va qidiruv chuqurligi parametrlarini tanlashadi.

2) Ikkinchi usul. – «Scan and Hold». Birinchi skanerlash jarayonidan so'ng topilgan nuqta darajasida kuchlanish aniqlanadi va navbatdagi to'liq skanerlash holatigacha ushlab turiladi. Bunday usul quyosh panelida soya va bulutlar paydo bo'lmaganda yaxshi hisoblanadi. Afzalliklari – ishning yuqori tezligi, o'lchash jarayonida generatsiya vaqtida uzilishlar bo'lmaydi.

3) Uchinchi usul – «Percentage of open circuit voltage». Salt yurish kuchlanishi va ( $U_{xx} \cdot k$ ) darajasidagi ishchi nuqta o'lchanadi. Bu yerda  $k$  - 0 dan 1 gacha bo'lishi mumkin ( $k=0.8$ ). Nuqta navbatdagi skanerlash jarayonigacha ushlab turiladi. Bunday usul panellarda soya tushishi va bulut bo'lmagan holatlar uchun yaxshidir. Afzalliklari – ishning yuqori tezligi, o'lchash vaqtida generatsiyada uzilishlar bo'lmaydi.

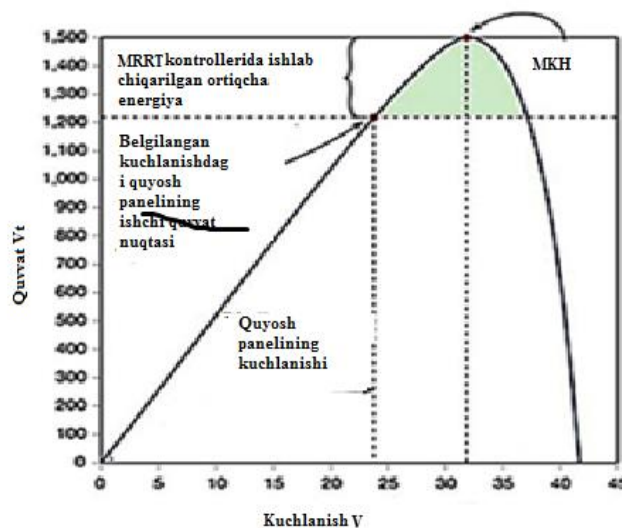
4) To'rtinchi usul – ishchi nuqtani qat'iy ravishda tanlash. Kontroller qo'llab turadigan istalgan kuchlanish belgilanadi. U hech qanday o'lchash va hisoblashlarni bajarmaydi, doimo ishlab turadi. Kamchiliklari – tanlangan kuchlanish haqiqiy TMM dagidan uzoq bo'lishi mumkin. Ammo, aniq ma'lum bo'lsa qanday kuchlanishda batareya maksimal quvvat ishlab chiqaradi va quyosh batareyasi amaliyotda doimo ochiq havoda ishlaganda ushbu usuldan foydalangan ma'qulroq.

Tizim ishga tushirilganda kontroller qo'llab turadigan kuchlanish beriladi, ya'ni u quyosh batareyasining aniq parametrlari bo'yicha hisoblanadi.



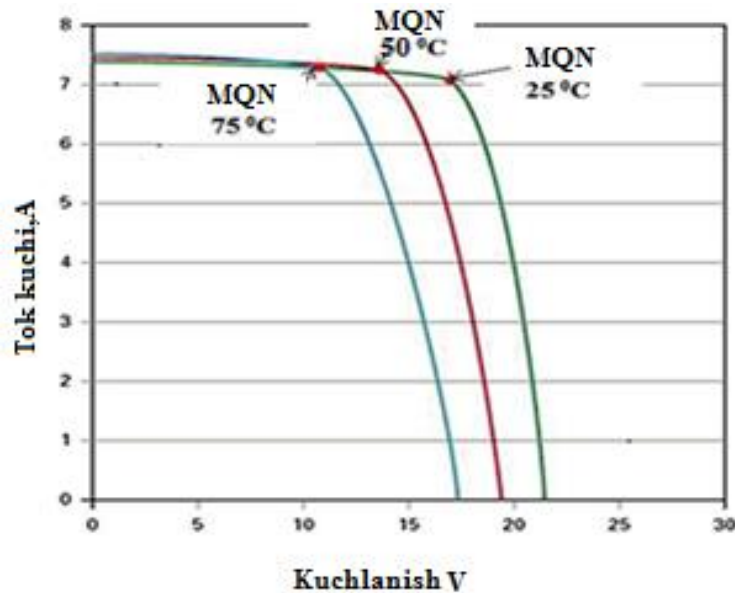
TMM ning holati panellarning yoritilganligiga, haroratiga, foydalanadigan panellarning har xilligiga va boshqlarga bog‘liqdir. Kontroller davriy ravishda o‘tgan bosqichdagi nuqtadan “o‘zgarishga” harakat qiladi, bunda quyosh panelining quvvati ko‘tarilishi lozim, shunda u yangi nuqtadagi ishga o‘tadi. Nazariy jihatdan olganda, TMM ni qidirish vaqtida bir oz energiya yuqotiladi, lekin bu energiya qo‘shimcha ravishda MRRT-kontroller ta‘minlagan energiya bilan taqqoslaganda juda ham kamdir. Qo‘shimcha ravishda olingan energiyani bu holatda aniqlash juda qiyindir. Qo‘shimcha ravishda ishlab chiqarish jarayoniga ta‘sir qiluvchi omillar bo‘lib harorat va AB zaryadlanish darajasi sabab bo‘ladi.

Ishlab chiqarish jarayoniga eng ko‘p hissa asosan, panellarning past haroratlarida va razryadlangan AB sodir bo‘ladi (6- rasm).



6-rasm. MRRT – kontrollerdan foydalanganda qo‘shimcha ravishda olingan energiya miqdori

Maksimal quvvat nuqtasida quyosh panelining kuchlanishi panelning har xil harorat kattaliklarida o‘zgaradi (7-rasm). Quyosh paneli qanchalik qizisa, kuchlanishi kamayib quyosh batareyasining ishlab chiqarish samaradordligi ham kam bo‘ladi. Qandaydir vaqtlarda maksimal quvvat nuqtasi (MQN) ning kattaligi AB dagi kuchlanishdan ham kichik bo‘lishi mumkin, bu holatlarda oddiy kontroller bilan taqqoslaganda hech qanday yutuq bo‘lmaydi. Bu quyosh batareyasiga qisman soya tushgan vaqtlarda yuz beradi. MRRT-kontrollerlarning joriy narxi ularni 200 Vt quvvatdan boshlab quyosh panellarida yoki nostandart kuchlanishlanishga ega panellarda qo‘llash imkonini beradi.



7-rasm. Panel haroratiga bog‘liq ravishda maksimal quvvat nuqtasida quyosh paneli kuchlanishi.

### Fotoelektrik tizimlar uchun invertorlar

Invertorlar AB da doimiy tokni o‘zgaruvchan tokka o‘zgartirish yoki quyosh panellarida doimiy tokni markaziy elektr ta’minoti tarmoqlaridagi analog tok kabi o‘zgartiradi.

Tarmoq bilan bog‘langan tizimlarda invertorlar (tarmoq invertorlari) quyosh panellaridan energiyani qabul qilib ularni o‘zgaruvchan tokka aylantiradi, so‘ngra tarmoqqa ham uzatadi.

Ko‘pchilik quyosh panellari doimiy tok ishlab chiqaradi. Integratsiyalashgan invertorlar bilan qo‘llaniladigan panellar ham bo‘lib ular mikroinvertorli AS panellar deb nomlanadi (8- rasm).



8-rasm. Quyosh panelining orqasida joylashgan mikroinverter

Ularning afzalliklari shundaki, oson sozlash, bunday panellarni fotoelektrik tizimga oson qo'shish yo'li bilan masshtabini kengaytirish imkoniyatidir. Bunday inverterlar faqat tarmoq bilan bog'langan tizimlarda ishlatiladi.

Avtonom tizimlarda standart maishiy qurilmalarni 220 V o'zgaruvchan kuchlanish bilan ta'minlash uchun AB yoki quyosh panellaridagi tokni o'zgartirish lozim bo'ladi.

Shuningdek, rezerv tizimlarda ham ushbu muammo – AB dagi doimiy tokni o'zgartirish va odatiy jihozlarni ta'minlash. Ko'pgina inverterlar mavjud bo'lib, ular quvvati va turlari bilan farqlanadi. Ulardan ba'zilari – yuqori samaradorlikka ega. Agar inverter ko'p hollarda yuklamasiz bo'lsa, kutish rejimida iste'mol qilinadigan kichik quvvatni berish kerak. Agar u ko'p hollarda yuklamani ta'minlaydigan bo'lsa, unda maksimal FIK ga ega inverter tanlash kerak bo'ladi.

Quyosh paneli doimiy tok ishlab chiqaradi, AB esa doimiy tok ko'rinishida energiyani saqlaydi, lekin ko'pchilik jihozlar 220 V yoki 380 V o'zgaruvchan tok kuchlanishini talab qiladi. Inverter domiy tokdagi kichik kuchlanishlar 12, 24, 32, 36, 48, 96, 120 V ni yuqori kuchlanish 220 V ga o'zgartirib beradi. O'zgartirish vaqtida energiyaning bir qismi yo'qoladi, ya'ni 5% dan – 20 % gacha, bu esa uning ish rejimi vaqtida sifatining darajasiga bog'liq bo'ladi.

Inverterlar har xil quvvatda bo'lib ularning turi qo'llash holatiga qarab tanlanadi. Kichik avtonom tizimlarda kamquvvatli inverterlar (100-1000Vt) televizor, radio, lampochkalar va boshqa jihozlarni ta'minlash

uchun foydalaniladi. Bu invertorlarda kirish kuchlanishi 12 V yoki 24 V chiqish kuchlanishi esa 220 V bo‘ladi. Katta quvvatli invertorlarda kirish kuchlanishi 24 V, 48 V yoki 96 V yoki yuqori bo‘lishi mumkin. Arzon invertorlar generatsiya vaqtida energiyani bosqichli yoki to‘g‘ri to‘rtburchakli shaklda yoki umumiy nom bilan kvazisinusoidal yoki modifikatsiyalashgan sinusoida signal shaklida o‘zgartiradi. Kuchlanishning bunday shakli har doim ham hamma jihozlarga to‘g‘ri kelmaydi. Sof sinusoidal invertorlar tarmoqdagi kabi sifatli tok kabi istalgan yuklamani muammosiz ta‘minlay oladi.

### **Zamonaviy invertorlar funksiyasi**

- O‘lchash. Invertor displeyida kuchlanish, tok, chastota va quvvat tasvirlanadi.

- Generatorni avtomatik qo‘shish imkoniyati. Invertorda AB kuchlanishga bog‘liq ravishda rezerv generatorni to‘xtatish yoki avtomatik qo‘shish uchun qo‘shimcha rele mavjud. Bu funksiya ko‘pchilik hollarda invertorga alohida blok ko‘rinishida biriktiriladi. Zamonaviy invertorlar tarmoqdan AB aniq vaqtda zaryadlay olish mumkin, generatorni qo‘shish kunduzi bajarilishi maqsadga muvofiq (shovqin tufayli).

- Tarmoq bilan parallel ishlay olishi. Tarmoq invertorlari to‘g‘ridan to‘g‘ri quyosh batareyasidan energiyani AB siz tarmoqqa o‘zgartirib yo‘naltiradi. Bu anchagina tizimning tannarxini kamaytiradi, ya‘ni elektr energiyasini arzonlashtiradi.

- O‘rnatilgan zaryad qurilmasi. Bunday invertorlar generatordan yoki tarmoqdan foydalanib AB ni zaryadlashi mumkin. Bir vaqtda ular energiyani bevosita iste‘molchilarga ham uzatishi mumkin.

- Parallel ulash. Ba‘zi invertorlar quvvatni oshirish uchun parallel ulanishi ham mumkin.

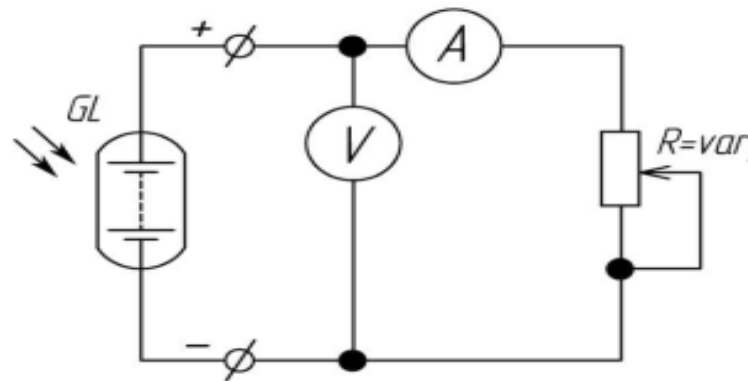
Fotoelektrik batareyalarning asosiy parametrlariga quyidagi kattaliklar kiradi: salt yurish kuchlanishi, qisqa tutashuv toki, pik (maksimal) quvvati, nominal quvvat, foydali ish koeffitsiyenti, maksimal quvvatdagi tok, maksimal quvvatdagi kuchlanish, volt-amper xarakteristikasini to‘ldirish koeffitsiyenti, qisqa tutashuv toki zichligi. Fotoelektrik batareyalarning xarakteristikalariga esa spektral xarakteristika, volt-amper va volt-vatt xarakteristikasi kiradi.

Laboratoriya stendi 9-rasmda keltirilgan. Eksperimental qurilma 50 Vt quyosh fotoelektrik batareyasi, 2 ta multimetr (ampermetr va voltmetr o‘rnida qo‘llash uchun), uzib ulagich, ulovchi simlar va

qarshiliklar magazinidan tashkil topgan. Quyosh fotoelektrik moduli laboratoriya stolining chetki qismida joylashgan bo‘lib gorizontga nisbatan 3 xil burchak holatda joylashtirish mumkin.



9-rasm. Fotoelektrik batareyaning volt-amper va volt-vatt xarakteristikasini olish stendi.



10-rasm. Fotoelektrik batareyaning volt-amper va volt-vatt xarakteristikasini olishning prinsipial sxemasi

Fotoelektrik batareyaning VAX ni aniqlashda muhim omillar bu harorat va quyosh nurlanishining oqim zichligidir. Quyosh nurlanishi oqim zichligini ( $\text{Vt/m}^2$ ) o‘lchash uchun muhim o‘lchov asboblardan foydalaniladi.

Quyosh fotoelektrik modulining standart test sharoitida asosiy texnik ko‘rsatkichlari 1-jadvalda ko‘rsatilgan.

1-jadval

№	Parametr	Qiymati
1	Pik (maksimal) quvvat, Vt	50
2	Maksimal quvvatda kuchlanish, V	18,50
3	Maksimal quvvatda tok, A	2,70
4	Salt yurish kuchlanishi, V	22,14
5	Qisqa tutashuv toki, A	2,89
6	Quyosh elementining nominal ishchi harorati, <sup>0</sup> S	47±2
7	Tizimning maksimal kuchlanishi, V	1000 DC

Qarshiliklar magazinining ish diapazoni 0,1-99999,9 Om ni tashkil etadi.

### Tajribani o‘tkazish tartibi

Tajriba tabiiy quyosh sharoitida ochiq havoda olib boriladi. Dastlab quyosh fotoelektrik batareyasining yuza qismi janub tomonga qaratiladi, maksimal ravishda quyosh nurlanishining panel yuza qismiga perpendikulyar tushishiga erishiladi. Gorizontga nisbatan burchak ( $\beta_0$ ) FEB maksimal qisqa tutashuv toki o‘lchangan holda tanlanadi. Talaba qiziqish sifatida qisqa tutashuv tokining  $\beta_0$  ga bog‘liqligini funksiya sifatida qarab, ya’ni  $I_{k.z.} = f(\beta_0)$  ko‘rinishida koordinata o‘qida grafigini ham qurish mumkin. So‘ngra quyosh fotoelektrik batareyasining yuza qismi paralelligida quyosh nurlanishining oqim zichligi ( $E$ ) aktinometr, pergeliometr yoki etalon quyosh elementi yordamida o‘lchanadi. 10-rasmdagi prinsipial elektr sxema asosida laboratoriya stendi yig‘iladi. Quyosh fotoelektrik batareyasini sxema to‘liq ulanib bo‘lingandan so‘ng uzib, ulagich yordamida qo‘shish tavsiya etiladi. O‘zgaruvchan qarshiliklar magazinidan foydalangan holda qichik qarshilik qiymati 0,1 Omdan boshlab qarshilik yuklamasi o‘zgartiriladi, bunda ampermetr va voltmetrning ko‘rsatkichlarini yozib olamiz. Yozib olingan qiymatlar 2-2.1 jadvallarga kiritiladi.

**2-jadval**

FEB ning gorizontga nisbatan og'ish burchagi $\beta_0$ (grad.) -				
№	Volt-amper xarakteristikasini to'ldirish koeffitsienti $\xi$	Quyosh nurlanishi oqim zichligi E (Vt/m <sup>2</sup> )	FEB ning salt yurish kuchlanishi U <sub>xx</sub> (V)	FEB ning qisqa tutashuv toki I <sub>k.z.</sub> (A)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

**2.1-jadval**

FEB ning gorizontga nisbatan og'ish burchagi $\beta_0$ (grad.) -				
№	FEB ning nominal quvvati R <sub>n.</sub>	FEB toki (A)	FEB kuchlanishi (V)	Qarshilik R (Om)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

## Tajriba natijalarini hisoblash

1.FEB ning nominal quvvati  $R_n$  quyidagicha hisoblanadi.

$$P_n = U_{x.x} \times I_{k.z} \times \xi = U_n \times I_n$$

bu yerda  $\xi$  – volt-amper xarakteristikasini to‘ldirish koeffitsiyenti. Kremniyli zamonaviy quyosh elementlari uchun  $\xi$  -0,7-0,8 ni tashkil etadi.

$$\xi = \frac{R_n}{R_p}$$

$R_p = U_{x.x} \times I_{k.z} \times \xi$  - FEB ning pik (ideal) quvvati

2. FEB ning foydali ish koeffitsiyenti quyidagicha hisoblanadi.

$$\eta = \frac{U_{x.x} \times I_{k.z} \times \xi}{E_0 \times S_{pv}} \times 100\%$$

bu yerda  $E$  – quyosh nurlanishining oqim zichligi  $\frac{Vt}{m^2}$ .  $S_{pv}$  – FEB ning umumiy yuzasi ( $m^2$ ).

3. FEBning volt-amper va volt-vatt xarakteristikalarini Microsoft Office paketining Ms Excell dasturida yoki Origen dasturida qurish mumkin.

## Hisobotlarni tayyorlash

1. Berilgan laboratoriya ishiga zarur bo‘lgan ma’lumotlarni ko‘rib chiqish.
2. Ishning nomi va uning maqsadi.
3. Fotoelektrik batareyaning volt-amper va volt-vatt xarakteristikasi va uning to‘liq ish jarayonining yoritib bering.
- 4.Tajriba natijalari bo‘yicha 2-2.1 jadvallarni to‘ldiring.
5. Xulosa yozish.

## Nazorat savollari

1. Quyosh fotoelektrik batareyasi haqida nimalarni bilasiz?
2. Quyosh fotoelektrik tizimlari ish jarayoniga ko‘ra necha turga bo‘linadi?
3. Zaryad-razryad kontrollerlari nima?



4. Quyosh fotoelektrik qurilmalarining akkumulyatsiya tizimi haqida nimalarni bilasiz?
5. Zamonaviy invertorlarning qanday turlarini bilasiz?

### 3 - LABORATORIYA ISHI

#### QUYOSH BATAREYALARINI KETMA-KET ULASH

##### Ishdan maqsad

1. Quyosh batareyalarini ketma-ket ulashni tajribada o'rganish
2. Olingan laboratoriya natijalari ustida fikr yuritish va ketma-ket ulash

##### Qisqacha nazariy malumot

O'zbekistonning shimolida quyosh energiyasining doimiyliги yiliga 2800 soatni tashkil etadi. Janubiy mintaqalarimizda bu mikdor ortib borib (Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlarida) yiliga 3050 soatdan iborat bo'ladi.

Markaziy Osiyo, xususan O'zbekiston quyoshli mintaqa hisoblanib, bu energiyadan kerakli maqsadda foydalanish davr taqozosi hisoblanadi. Quyosh fotoelektrik qurilmalari ko'pdarajali murakkab texnik sistema bo'lib quyosh nurlanishini elektr energiyasiga aylantirish uchun ishlab chiqilgan. O'zbekiston hududining o'ziga xos ko'rinishdagi yuzalarida quyosh radiatsiyasi oqimining yuqori darajasi ( $830-850 \text{ Vt/m}^2$ ) da tadqiqotlar olib borilganda butun yil davomida fotoelektrik qurilmalarni to'liq ishlatish imkonini beradi. Fotoelektrik qurilmalar quyosh fotoelektrik batareyalari va butlovchi qurilmalardan tashkil topgan.

Quyosh fotoelektrik batareyalari ketma-ket yoki parallel ulangan quyosh elementlaridan (fotoelektrik plastinalar) tashkil topgan. Ketma – ket ulash natijasida fotoelektrik plastina (yacheyka) tezda birlashadi va asosan chiqish kuchlanishi sezilarli darajada oshadi. Tok kuchi esa butun zanjir bo'ylab bir xil bo'ladi (1-rasm).

$$U_{um.} = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5 + \dots + U_n$$

$$I_{um.} = I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = I_5 = I_n$$

Quyosh fotoelektrik batareyasining pik quvvati quyidagi ifodadan topiladi.

$$P_{pik} = U_{um.} * I_{um.}$$

Quyosh elementlarini (QE) ketma-ket yig'ishda barcha elementlar zanjir shaklida boradi va yig'ilgan qo'shni elementlar qarama-qarshi ishorada boradi (2-rasm).



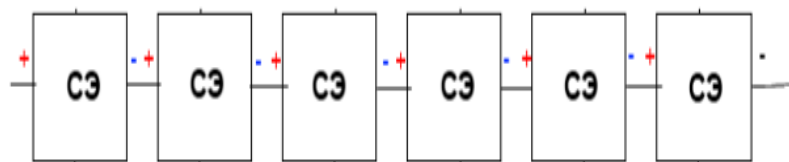
1-rasm. Quyosh elementlarini ketma-ket va parallel ulash uchun tajriba stendi.

Ularni bittalab yig'ishda bir qancha nuqsonlari mavjud:

1. Yoritilganlik, quyosh nurlanishi oqim zichligi qiymati kichik bo'lganda kuchlanish va tok kuchi o'zgaruvchan kichik qiymatga ega bo'ladi.

2. Qaysi bir elementning tok kuchi yoki quvvati sezilarli kichik bo'lsa butun tizimda quvvat past bo'ladi.

Dastlab tajriba stendi quyosh nurlari bilan yoki sun'iy quyosh imitatorida yoritiladi. Bitta quyosh elementi tanlab olinib uning parametrlari (salt yurish kuchlanishi  $U_{c,yu}$ , qisqa tutashuv toki  $I_{q,t}$ , pik quvvati  $R_{pik}$ ) va yoritilganlik/quyosh nurlanishi oqim zichligi aniqlanadi.



2-rasm. Quyosh elementlarini ketma-ket ulash.

Masalan: 22V salt yurish kuchlanish olish uchun har bittasining chiqish quvvati 0,58 V yoki 0,6 V quyosh elementlaridan 36 ta donasi etarli bo'ladi. Agar bitta plastinadagi tok kuchi maksimal qiymatga ega bo'lsa, butun zanjirdagi tok kuchiga ekvivalent buladi yoki plastinalarda

kombinatsiya bo‘lib aylanadi. Quyosh elementlarini (QE) ketma-ket yig‘ishda barcha elementlar zanjir shaklida boradi va yig‘ilgan qo‘shni elementlar qarama-qarshi ishorada boradi (2-rasm).

Bunda ketma-ket yoki parallel ulanganda ideal holatdagi bitta plastinadagi maksimal quvvat, har bir plastinalarga ekvivalent bo‘lib o‘tadi, plastinalar miqdori qancha bo‘lishidan qat’iy nazar barchasini maksimal o‘ziga teng quvvat bilan taminlaydi. Boshqacha aytganda, barcha o‘zaro payvandlab ulangan joylardan  $I_{\text{mak}}$  va  $U_{\text{chiq}}$  ekvivalentning o‘tishi tufayli ( $P_{\text{mak}}$ ) maksimal quvvat hosil bo‘ladi. Haqiqatan ham, shunday ko‘rinishda quyosh batareyalaridan quvvat olinadi, moduldagi quvvat miqdori yo‘qotilganda quvvat summasi ham kamroq bo‘ladi. Bir xil tipdagi modullarni boshqa turdagi modullar bilan xarakterlaymiz. Shuning uchun quyosh batareyalarida modullarni sinchiklab tanlash muhim, negaki parametrlari past modul quvvat yo‘qolishini kamaytirishga olib keladi.

### Ishni bajarish tartibi

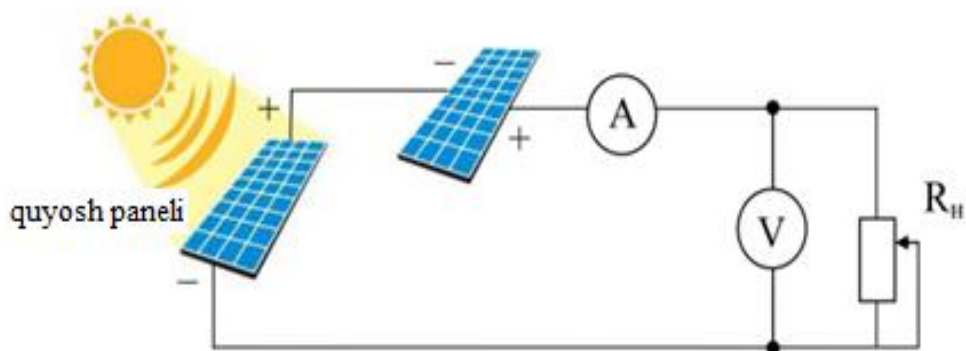
#### 1-bosqich. Quyosh elementlarini yig‘ish usullarini o‘rganish

Quyosh elementlari va modullarini yig‘ish usullarini o‘rganishda qo‘shimcha adabiyotlardan va qisqacha berilgan malumotdan foydalanish. Ularning qo‘llanilish sohalarini, kamchiligi va mutanosiblik jihatlari o‘rganish.

#### 2-bosqich. Quyosh elementlarini va modullarini ketma-ket yig‘ishni tajribada ko‘rish

1-jadval

№	Lampaning yoritilganligi (lyuks)	Quyosh nurlanishi oqim zichligi ( $Vt/m^2$ )	QE qisqa tutashuv toki (A)	QE salt yurish kuchlanishi (V)	QE ketma-ket ulanganda formulani yozing	Zanjirdagi umumiy kuchlanish (V)	Zanjirdagi umumiy tok (A)



3-rasm. Ketma-ket ulangan quyosh fotoelektrik batareyalarning yig'ish sxemasi

Berilgan ma'lumotlar ( $I;U;P$ ) bo'yicha ketma-ket ulangan modulning volt-amper, volt-vatt xarakteristikasini qurish. Olingan natijalardan foydalanib 2-jadvalni to'ldirish.

2-jadval

I,A								
U,B								
P,B <sub>T</sub>								

### Hisobotlarni tayyorlash

1. Berilgan laboratoriya ishiga zarur bo'lgan ma'lumotlarni ko'rib chiqish.
2. Ishning nomi va uning maqsadi.
3. Quyosh batareyasining ketma-ket ulangandagi to'liq ish jarayonini yoritib bering.
4. Tajriba natijalari bo'yicha 1-2 jadvallarni to'ldiring.
5. Xulosa yozish.

### Nazorat savollari

1. Quyosh nurlanishi oqim zichligi (quyosh radiatsiyasi) va uning energiyasidan yer sharida qanday foydalaniladi?
2. Quyosh batareyasining ishlash jarayoni qanday?
3. Quyosh batareyalarini yig'ishda ketma-ket ulashning tartiblari qanday?
4. Yig'ilgan sxemalar yana qanday boshqa maqsadlarda qo'llaniladi?

5. Quyosh elementlarini ketma-ket ulashning yutuqlari va kamchiligi nimada?

6. Quyosh batareyalarini ketma-ket ulashning yutuqlari va kamchiligi nimada?

#### 4 - LABORATORIYA ISHI

### QUYOSH BATAREYALARINI PARALLEL ULASH

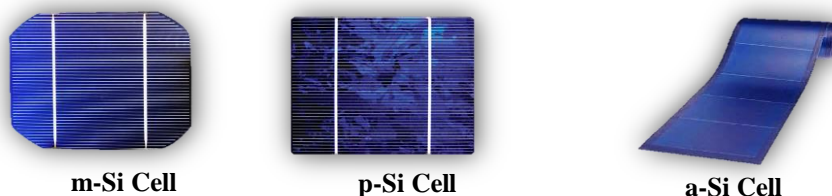
#### Ishdan maqsad

1. Quyosh batareyalarini parallel ulashni tajribada o'rganish

2. Olingan laboratoriya natijalari ustida fikr yuritish va ulash usullarini taqqoslash orqali tahlil qilish

#### Qisqacha nazariy malumot

Quyosh elementlari (angl. **Solar cell**)- quyosh optik nurlanishini to'g'ridan to'g'ri elektr energiyasiga o'zgartiruvchi yarimo'tkazgichli materiallar hisoblanadi. Quyosh elementlari doiraviy, psevdokvadrat, kvadrat yoki to'g'ri to'rtburchakli shaklda bo'ladi. Psevdokvadrat quyosh elementining standart o'lchamlari:  $100 \times 100 \text{ mm}^2$ ,  $125 \times 125 \text{ mm}^2$ ,  $156 \times 156 \text{ mm}^2$ ,  $210 \times 210 \text{ mm}^2$  bo'ladi. Dunyoda ishlab chiqarilayotgan quyosh batareyalarining 92% dan ortig'i kremniy asosidagi yarimo'tkazgich materiallardan tayyorlanadi. Kremniy quyosh elementi strukturaviy tarkibiga ko'ra kristall va amorf kremniylarga bo'linadi. Kristall kremniy o'z navbatida mono va polikristall kremniylarga bo'linadi.

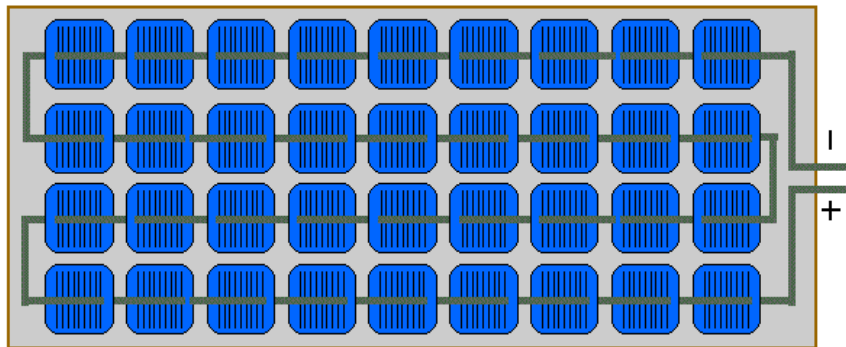


1-rasm. Kremniy quyosh elementining turlari

m-Si Cell –monokristall kremniy; p-Si Cell-polikristall kremniy;  
a-Si Cell-amorf kremniy

Quyosh fotoelektrik batareyalari ketma-ket yoki parallel ulangan QE dan tashkil topadi. Standart holda individual foydalanish uchun

mo'ljallangan quyosh batareyalarini 36 ta ketma-ket yoki 72 ta aralash holda ulangan QE hosil qiladi.



2-rasm. Standart 36 ta QE dan tashkil topgan quyosh batareyasi

Parallel va ketma – ket ulash natijasida fotoelektrik plastina (yacheyka) tezda birlashadi va chiqish quvvati sezilarli darajada oshadi (2-rasm). Agar bir qancha fotoelement (yoki bir qancha quyosh elementlari parallel) ulansa ularda chiqish kuchlanishi o'zgarmaydi, aksincha tok kuchi ortadi. Yaxlit panelda quyosh batareyasining quvvati 400 Vt gacha bo'lishi mumkin.

$$U_{um.} = U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U_5 = \dots = U_n$$

$$I_{um.} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + \dots + I_n$$

Quyosh fotoelektrik batareyasining pik quvvati quyidagi ifodadan topiladi.

$$P_{pik} = U_{um.} * I_{um.}$$

Quyosh elementi va quyosh batareyasining foydali ish koeffitsiyentini (F.I.K.) aniqlash uchun tushayotgan optik nurlanish energiyasining miqdorini va element yoki batareya ishlab chiqargan elektr energiyasining miqdorini bilish zarur. F.I.K.ni aniqlash uchun quyida keltirilgan masalalarni yechish kerak bo'ladi.

1. Quyosh nurlanishi atmosfera holatiga va uning vaqt davomida tez o'zgarishiga olib kelganligi uchun, uning spektral tarkibini va quvvatini aniq o'lchash kerak .

2. Birinchi punktni hisobga olgan holda aniq quyosh xarakteristikasini qaytara oladigan imitatorlar (quyoshdan tarqalayotgan optik nurlariga o'xshash nurlar paydo qila oladigan qurilmalar) yasash ilmiy-texnik muammo bo'lib, haligacha to'liq yechilmagan.

3. Imitatorlarda taqqoslash uchun ishlatiladigan parametrlari vaqt davomida stabil o'zgar olmaydigan kerakli spektral sezgirlikka va diapazonga ega bo'lgan QE ishlab chiqish uchun materialning optik va elektrofizik xususiyatlarini hisobga olgan holda tanlash lozim.

4. Quyosh elementlari va batareyalarining elektrik parametrlarini o'lchash davomida o'lchov asboblarning ketma-ketlik qarshiligining ta'sirini hisobga olish zarur.

QE yoki quyosh batareyasining ishlab chiqarayotgan nominal quvvati  $P_n = U_n \cdot I_n$  hisoblash mumkin, F.I.K.ni  $\eta = I_n \cdot U_n \cdot 100\% / E_{tush}$ . S formuladan aniqlash mumkin (S-QE yuzasi,  $sm^2$  larda olinadi).

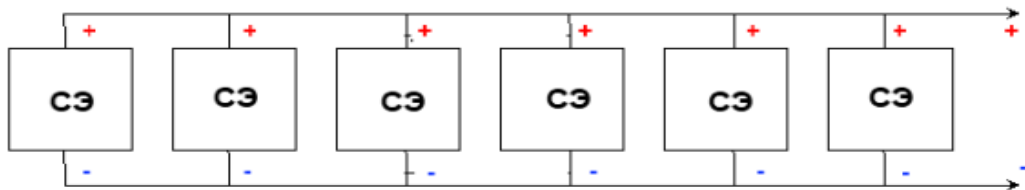


3-rasm. Quyosh elementlarini parallel ulash uchun tajriba stendi

Dastlab tajriba stendi quyosh nurlari bilan yoki sun'iy quyosh imitatorida yoritiladi. Bitta quyosh elementi tanlab olinib uning parametrlari (salt yurish kuchlanishi  $U_{c,yu}$ , qisqa tutashuv toki  $I_{q,t}$ , pik quvvati  $P_{pik}$ ), yoritilganlik – lyuksmetr yordamida aniqlanadi. Tajriba tabiiy ochiq havoda olib borilsa quyosh nurlanishi oqim zichligini aktinometr yoki etalon quyosh elementlari yordamida aniqlash mumkin. Masalan: 22 V salt yurish kuchlanishi va 8 A qisqa tutashuv tokiga ega quyosh batareyalaridan 4 tasi parallel ulansa, 22 V kuchlanish o'zgarishsiz qoladi, tok kuchi esa 32 A ni tashkil etadi. Fotoelektrik qurilmaning bo'tlovchi jihozlari sifatida 40A, 24 V parametrlarga ega zaryad-razryad kontrolleri, 12 V, 200 Asoat elektr sig'imga ega akkumulyator tanlanadi. Agar bir qancha fotoelement parallel ulansa butun yig'ilgan zanjirda chiqish tok kuchi kattalashadi. Agar bitta plastinadagi tok kuchi maksimal qiymatga ega bo'lsa, butun zanjirdagi tok kuchiga ekvivalent bo'ladi yoki plastinalarda kombinatsiya bo'lib aylanadi. Haqiqatan ham, shunday



ko‘rinishda quyosh batareyalaridan quvvat olinadi, moduldagi quvvat miqdori yo‘qotilganda quvvat summasi ham kamroq bo‘ladi. Bir xil tipdagi modullarni boshqa turdagi modullar bilan xarakterlaymiz. Shuning uchun quyosh batareyalarida modullarni sinchiklab tanlash muhim, negaki parametrlari past modul quvvat yo‘qolishini kamaytirishga olib keladi. Parallel yig‘ishda barcha elementlar parallel yig‘iladi, bir xil tipdagi yo‘l hosil qiladi.



4-rasm. Quyosh elementlarini parallel yig‘ish

### Ishni bajarish tartibi

**1-bosqich.** Quyosh elementlarini yig‘ish usullarini o‘rganish.

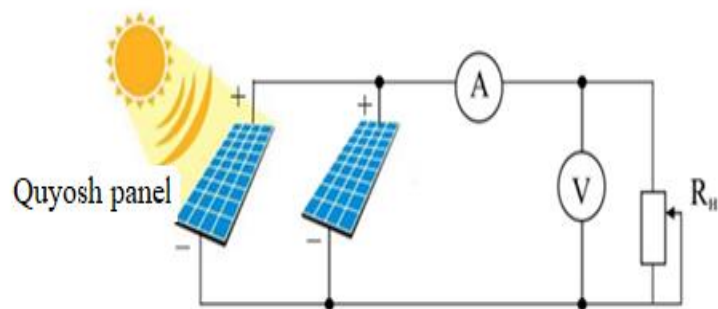
Quyosh elementlari va modullarini yig‘ish usullarini o‘rganishda qo‘shimcha adabiyotlardan va qisqacha berilgan ma’lumotdan foydalanish lozim. Ularning qo‘llanilish sohasini, kamchiligi va mutanosiblik jihatlari o‘rganish.

**2-bosqich.** Quyosh elementlarini va modullarini parallel yig‘ishni tajribada ko‘rish

1-jadval

No	Lampa-ning yoritilganligi (lyuks)	Quyosh nurlanishi oqim zichligi ( $Vt/m^2$ )	QE qisqa tutashuv toki (A)	QE salt yurish kuchlanishi (V)	QE parallel ulanganda formulani yozing	Zanjirdagi umumiy tok (A)	Zanjirdagi umumiy kuchlanish (V)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							





5-rasm. QFM parallel ulanganda VAX aniqlash

**3-bosqich.** Berilgan ma'lumotlar ( $I; U; P$ ) bo'yicha parallel ulangan modulning volt-amper, volt-vatt xarakteristikasini qurish. Olingan natijalardan foydalanib 2-jadvalni to'ldirish kerak.

2-jadval

$I, A$						
$U, B$						
$P, B\tau$						

**4-bosqich.** Ulash usullarini analiz usulda qiyoslash va bajarilgan laboratoriya ishi bo'yicha xulosa qilish. Parallel ulangan QE larini kordinatalar sistemasida grafigini qurish va qurilgan grafik bo'yicha xulosa qilish.

**5-bosqich.** Hisobotlarni tayyorlash.

Berilgan laboratoriya ishiga zarur bo'lgan hisobotlarni ko'rib chiqish.

1. Ishning nomi va uning maqsadi.
2. 72 ta QE tashkil topgan quyosh batareyasining sxemasini chizing.
3. Parallel va ketma-ket ulangan quyosh modullarining VAX, VVX.
4. Xulosa.

### Nazorat savollari

1. Quyosh nurlanishi oqim zichligi (quyosh radiatsiyasi) va uning energiyasidan kosmosda qanday foydalaniladi?
2. Quyosh elementining ish jarayoni qanday?
3. Quyosh batareyalarini yig'ishda parallel ulashning tartiblari qanday?
4. Yig'ilgan sxemalar yana qanday boshqa maqsadlarda qo'llaniladi?

5. Quyosh elementlarini parallel ulashning yutuqlari va kamchiligini ayting?

## 5 - LABORATORIYA ISHI

### VAKUUM TRUBKALI QUYOSH KOLLEKTORINING TUZILISHI VA ISHLASH PRINSIPINI O‘RGANISH

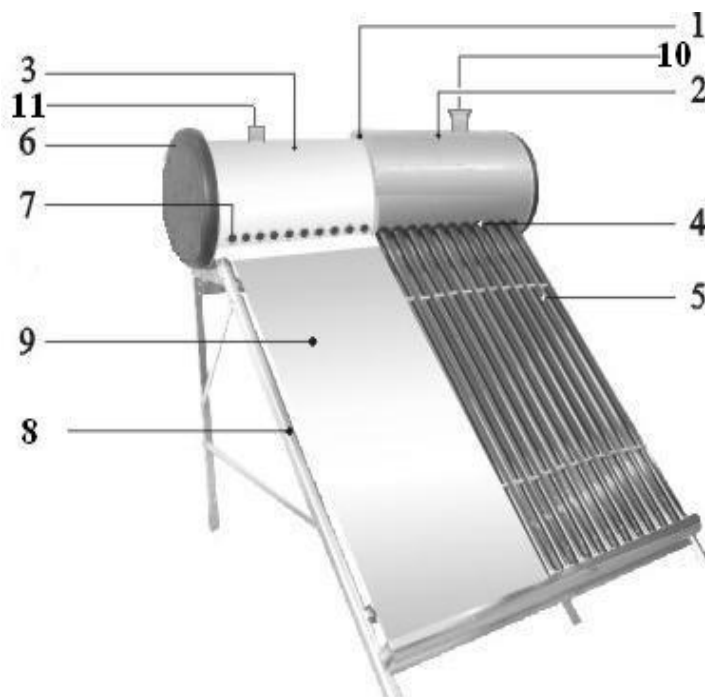
#### Ishdan maqsad

1. Vakuum trubkali quyosh kollektorining ish jarayonini o‘rganish
2. Vakuum trubkali quyosh kollektorining ish unumdorligini aniqlash

#### Qisqacha nazariy ma’lumot

Vakuum quyosh suv isitish (kollektori) qurilmalari 2 ta turdan: butun va alohida turdagi konstruksiyalarga bo‘linadi.

Butun turdagi kollektor (monoblok) vakuum kolbalar, bak (termos) - issiq suv rezervuari, shuningdek galvanik qoplamali tayanch osti metall rama yordamidagi yagona konstruksiyaga mahkamlangan tizimdan tashkil topgan.

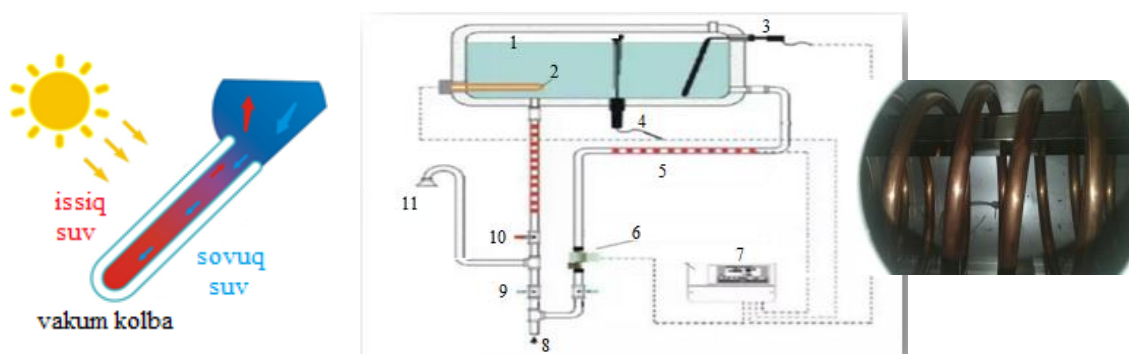


1-rasm. Butun turdagi vakuum trubkali kollektor

**1** – Suv uchun bak; **2** – bakning tashqi qatlami; **3** – bakning ichki qatlami; **4** – tashqi mahkamlagich; **5** – vakuum trubkalar; **6** – suv uchun bak qopqoqlari; **7** – rezinali mahkamlagich; **8** – tayanch osti rama, material – galvanik qoplamali po‘lat yoki zanglamaydigan po‘lat; **9** – akslantiruvchi plastina – qo‘shimcha variant; **10** – avariya holatida havo klapani; **11** – kontroller datchigi.

Monoblok-kollektor asosan uy yoki binoning tomida o‘rnatilib iste‘mol manbaigacha bo‘lgan zarur issiq suv bosimi ta‘minlanadi. Bak ichki qismida sirkulyasiya tabiiy jarayonlar hisobiga amalga oshiriladi. Jamlanmaga shuningdek rama-tayanch tizimi, smart (aqlli) kontroller, elektromagnit klapan va elektr ten ham kiradi.

Tanlov uchun bakning 2 turi: oddiy va zmeyevik issiqlik almashingichli turlari taqdim etiladi. Zmeyevik issiqlik almashingich bilan ta‘minlangan kollektorning samaradorligi oddiysiga nisbatan ~30% ga yuqoriligi issiqlik almashingich orqali o‘tayotgan oqar suvning qizdirish momentiga bakda turgan issiq suv quyosh energiyasi hisobiga ham qiziydi. Istemol qilish darajasiga qarab bakdagi suvning miqdori 100l, 150l, 200l, 250l, 300l bo‘ladi.



1-Suv uchun bak, 2-Elektr isitgich, 3-Yuqori sath datchigi, 4-Quyi sath datchigi, 5-Qizdiruvchi kabel, 6-elektromagnit klapan, 7-Aqlli controller, 8- Sovuq suvning kirish qismi, 9- sovuq suv krani, 10-Issiqlik suv krani, 11-Iste‘molchi

Bak akkumulyator 3 ta qatlamdan tashkil topgan:

1. Bakning ichki qismi zanglamaydigan po‘lat markasi M-304dan tayyorlanadi, bu esa uning giginik rejalarida yuqori xavfsizlik shuningdek karroziyaga barqarorlek, uzoq muddatli amaliy foydalanishda mustahkamlikni ta‘minlaydi.

2. Bakning oʻrta qatlami issiq suv haroratini uzoq muddat saqlashni taʼminlaydigan yuqori akkumulyatsiyalash funksiyasiga ega, yuqori sifatli poliuretan, qalinligi 55 mm boʻlgan utepliteldan iborat. Qish vaqtlari, atrof muhit harorati  $0^{\circ}\text{C}$  dan kichik boʻlganda issiqlik yoʻqotilishi jami boʻlib  $\sim 3-6^{\circ}\text{C}$  ni tashkil etadi. Masalan, kechqurun kollektorda suvning harorati  $+60^{\circ}\text{C}$  boʻlsa, ertalab bu harorat koʻrsatkich  $5^{\circ}\text{C}$  gacha kamayadi, yaʼni  $+55^{\circ}\text{C}$  ni tashkil etadi.

3. Bakning tashqi metall qoplamasi maxsus himoya boʻyoqli boʻlib tashqi taʼsirlardan (quyosh nurlanishi, yogʻinlar, yaʼni qor, yomgʻir doʻl) himoya qilishni taʼminlaydi.

Qolgan qismlari rezina, plastik tashqi taʼsirlarni hisobga olib tayyorlanadi. Vakuum kolbalar yorugʻlik yutuvchi qatlamga ega, mustahkam borsilikatli toblangan shishalardan tayyorlangan boʻlib quyosh nurlanishini issiqlik energiyasiga oʻzgartirib suvni qizdiradi. Tabiiy sirkulyatsiya sabab kolbada qizigan suv yuqoriga koʻtarilib bakda akkumulyatsiyalanadi. Smart-kontroller kollektorining hamma ish jarayonlarini (bakda suvning harorati, bakda suvning sathi, baka suvning quyilishi uchun elektromagnit klapaning ish rejimi, zaruriyat tugʻilganda 1,5 kVt quvvatdagi ten qoʻshish va ajratish) boshqaradi. Bu kollektordan foydalanib 9 oy davomida suvni qizdirishga boʻlgan 100% energiyani tejash mumkin.



Smart kontroller



Elektromagnit klapan



Elektr ten

### **150 l suv sigʻimiga ega quyosh vakuum trubkali kollektorning texnik xarakteristikalari**

Bakning tashqi qoplamasi: Boʻyalgan poʻlat 0,4 mm

Bakning ichki qatlami: SUS 304-0,5mm zanglamaydigan poʻlat

Vakuum kolbalar: 58mm/1800mm

Rama: Ruxlangan galvanik poʻlat-1,5mm

Issiqlik izolyatsiya material-Poliuretan

Izolyatsiya qalinligi: 50 mm

Ramaning qiyalik burchagi: 35-45 gradus  
 Bakning diametri: 375mm/475mm.

### Vakuum kolba 58mm/1800mm ning xarakteristikalari.

<b>Tarkibi</b>	<b>Konsentrik to‘liq shishali quyosh kolbalar</b>
Uzunligi	1800±5mm
Kolbaning tashqi diametri	58±0.7mm
Kolbaning tashqi shishasining qalinligi	1.8±0.15mm
Kolbaning ichki diametri	47±0.7mm
kolbaning ichki shishasining qalinligi	1.6±0.15mm
Shishaning materiali	Bor silikat shisha 3.3
Yutuvchi qoplamaning unumdorligi	
Kolbaning ichki qismi qoplamasi	Birqatlamli yoki uch qatlamli
Vakuum kolbaning uchqatlamli qoplamasi tarkibi	Quyosh nurlarini selektiv yutuvchi qoplama: kompozit mis – zanglamaydigan po‘lat – alyuminiy - CU/SS-ALN(H)SS/ALN(L)/ALN
Purkash (uchirish) usuli	DS reaktiv purkash
Yutish darajasi	> 91%
Quyosh nurlanishi yuqotilishi	< 8% (80°S±1,5 °C)
Vakuum darajasi	$P \leq 5 \times 10^{-3}$ Pa
Maks. harorat	270 - 300°C
Nominal bosim	0.6MPa
Issiqlik yo‘qotilishlari o‘rtacha koeffitsienti	$\leq 0,6W/(m^2\text{°C})$
Yog‘inlarga barqarorlik	< 35 mm
O‘ta qizishga barqarorlik	300°C
Kichik haroratlarda ish jarayoni	0°C - 10°C
Yaroqlilik muddati	~15 yil

## **Alohida turdagi quyosh vakuu trubkali kollektori**

Alohida turdagi geliotizimda quyosh kollektori binoning tomiga oʻrnatilib, akkumulyatsiya baki esa alohida binoning ichki qismida oʻrnatiladi. Shunday qilib, kollektor va bak qismi alohida boʻladi.



**2-rasm. Alohida turdagi quyosh vakuu trubkali kollektor.**

Suvning qizishi esa kollektorga nasos orqali harakatga keltiriladigan issiqlik tashuvchi (antifriz, propilenglikol) ning baka joylashgan issiqlik almashgich orqali suvga harorat uzatilishiga asoslangan. Bak uzoq muddat qaynoq suv haroratni oʻzida saqlab termos funksiyasini bajaradi.

Uning suv hajmi isteʼmolchilar talabidan kelib chiqib aniqlanadi. Qoʻshimcha ravishda qurilmaning butlovchi qismlari sifatida smart kontroller, elektrik ten, nasos va isitish qurilmalari kiradi. Quyosh kollektorlarning alohida turdagi konstruksiyasi gibrud tizim sifatida qoʻllanilishi mumkin, bunda quyosh kollektorlari gaz yoki elektrik qozonlar bilan mujassamlashgan holatda boʻladi .

Quyosh kollektorlarining samaradorligi kollektor yuza birligi tekisligiga tushayotgan quyosh nurlanishi quvvati, atrof-muhit harorati va kollektordan oʻtayotgan issiqlik tashuvchining haroratiga bogʻliqdir.

Bizning tajribalarimizda vakkum quyosh kollektorining samaradorligi qurilmadan olinayotgan foydali issiqlik energiyasining kollektor yuza birligiga tushayotgan quyosh nurlanishi quvvatiga nisbatiga teng:

$$\eta_{v.t.k} = \frac{Q_k}{I_T F_k} \quad (1)$$

Quyosh kollektoridan olingan foydali energiyani issiqlik yuqotishlari va optik FIK ta'sirini hisobga olib quyidagicha yozish mumkin:

$$Q_k = I_T \cdot (\tau\alpha)F_k - U_k F_k (T_k - T_a) \quad (2)$$

(1) va (2) bog'liqlikdan kelib chiqib quyosh kollektorining FIK hisoblash uchun ifodani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\eta_{v.t.k} = (\tau\alpha) - \frac{U_k(T_k - T_a)}{I_T} = G \cdot c_p \cdot (T_k - T_{ch}) \quad (3)$$

bu yerda  $I_T$  -kollektor absorberi  $m^2$  maydoniga tushayotgan quyosh nurlanishi oqim zichligi;  $(\tau\alpha)$  – kollektorning samarali optik FIK, ya'ni  $\tau$  –vakuum kolbaning nur o'tkazish koeffitsiyenti;  $\alpha$  –absorberning yutish qobiliyati;  $F_k$  –kollektorning maydoni;  $U_k$  –kollektorda issiqlik yo'qotishlari umumiy koeffitsiyenti;  $T_k$  –issiqlik tashuvchining kirish vaqtidagi harorati;  $T_a$  –atrof-muhit harorati;  $G$ - issiqlik tashuvchining massa sarfi ( $\frac{kg}{s}$ ),  $C_p$ -issiqlik tashuvchining issiqlik sig'imi ( $\frac{J}{kgK}$ );  $T_{ch}$  – issiqlik tashuvchining chiqish vaqtidagi harorati.

Bir qancha holatlarda har xil turdagi quyosh kollektorining ish samaradorligi issiqlik yo'qotishlarining yig'indi koeffitsiyentlari bilan baholanadi. Ayrim adabiyotlarda shishasiz quyosh kollektorlari uchun  $U_k \approx 21 \text{ Vt}/(m^2 \cdot K)$ , shishali yassi quyosh kollektorlari uchun  $U_k \approx 4 \text{ Vt}/(m^2 \cdot K)$ , vakuum turdagi quyosh kollektorlari uchun  $U_k \approx 1,5 \text{ Vt}/(m^2 \cdot K)$  ni tashkil etadi deyilgan.

**Ishning bajarilish tartibi:** vakuum trubkali quyosh kollektori yilning istalgan davrlarga mo'ljallanganligi sababli tajriba tabiiy ochiq havo sharoitida olib boriladi.

1. Ishni bajarishdan oldin vakuum trubkali kollektorning ish jarayonining nazariy asoslari bilan tanishish.

2. Vakuum trubkali kollektorning bak qismidan 150 l issiq suv to'liq iste'molga uzatiladi.

3. Bunday vaqtda elektomagnet klapan bakning suv sig'imi kamayishini hisobga olib sovuq suv bilan to'ldiradi. Baka suvning kirish qismidagi harorati ( $T_{in}$ ), o'rnatilgan termometr yordamida o'lchab olinadi.

4. Kollektor yuza sohasida tushayotgan quyosh nurlanishi oqim zichligi (quyosh radiatsiyasi) -  $I_T$  kollektor yuza sohasida tushayotgan quyosh nurlanishi oqim zichligi (quyosh radiatsiyasi)-  $I_T$ , har 10 min. o'lchab turiladi.

5. Qizigan suvning harorati har 10 min. smart kontroller yordamida  $T_{out}$ , chiqish qismida sekundomer yordamida suv olinib miqdori o'lchab turiladi. issiqlik tashuvchining issiqlik sig'imi, issiqlik yo'qotishlarining yig'indi koeffitsiyenti va boshqa kattaliklar ma'lumotnomadan olinadi. Yuza birligidan olinayotgan foydali energiya va kollektorning samaradorligi yuqoridagi formulalar asosida hisoblab topiladi. O'lchashlar asosida 1-jadval to'ldiriladi.

1-jadval

No	Vaqt intervali	Kollektorning maydoni ( $m^2$ )	Sovuq suvning harorati $T_{in}$ ( $^{\circ}C$ )	Issiq suvning harorati $T_{out}$ ( $^{\circ}C$ )	Quyosh nurlanishi oqim zichligi (quyosh radiatsiyasi)- $I_T$ ( $Vt/m^2$ )	Issiqlik tashuvchining massa sarfi ( $\frac{kg}{s}$ ),	Issiqlik tashuvchining issiqlik sig'imi $C_p$ ( $\frac{J}{kgK}$ ).	Yuza birligidan olinayotgan foydali energiya $Q_u$ ( $Vt$ )	Geliokollektorning FIK $\eta$
1	0								
2	10								
3	20								
4	30								
5	40								
6	50								
7	60								
8	70								
9	80								

### Hisobotlarni tayyorlash

- Berilgan laboratoriya ishiga zarur bo'lgan ma'lumotlarni ko'rib chiqish.
- Ishning nomi va uning maqsadi.
- Vakuum trubkali kollektorning sovuq suv manbai, iste'molga ulanish holati, to'liq ish jarayonining prinsipial sxemasini chizing.
- Tajriba natijalari bo'yicha 1-jadvalni to'ldiring.
- Xulosa yozish.



## Nazorat savollari:

1. Qanday turdagi quyosh kollektorlarini bilasiz? Ularning tuzilishi qoʻllanilishi, yutuqlari va kamchiliklari.
2. Yassi quyosh kollektorlarining konstruktiv tuzilishi qanday?
3. Vakuum trubkali quyosh kollektorlarining konstruktiv tuzilishi qanday?
4. Yassi vakuum quyosh kollektorlaridan vakuum trubkali quyosh kollektorlarining qanday afzalliklari bor?
5. Geliosistemalarda qanday turdagi energiya tashuvchilardan foydalaniladi?
- 6.

## 6 - LABORATORIYA ISHI

### LABORATORIYA SHAROITIDA VISMUT-TELLUR ASOSIDAGI TERMOELEKTRIK BATAREYANING PARAMETRLARINI TADQIQ QILISH

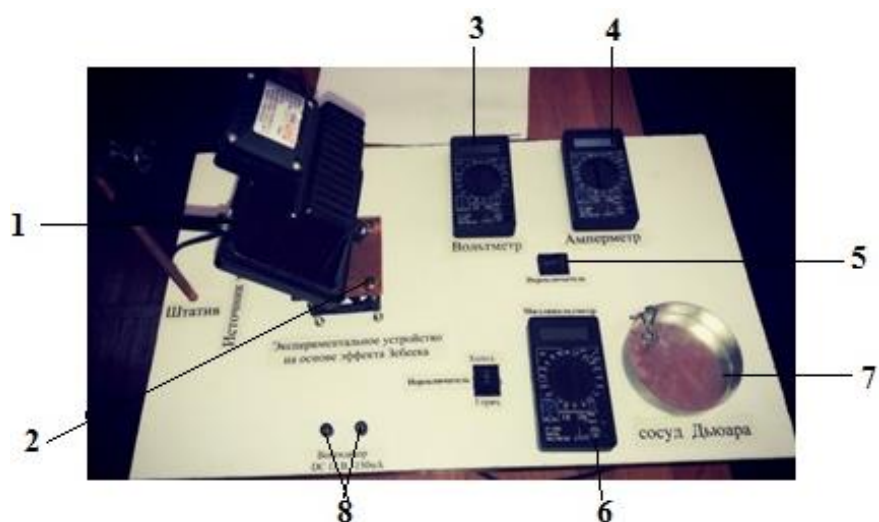
#### Ishdan maqsad

1. Laboratoriya sharoitida yoritilgan vismut-tellur asosidagi termoelektrik batareyaning parametrlarini oʻlchash.
2. Zeebek efektiga asosida haroratning turli qiymatlarini ushlab turish, bir qavatli termoelektrik batareyaning parametrlarini aniqlash.

#### Qisqacha nazariy ma'lumot.

Tajriba qurilmasi (1-rasm) galogen lampa (1) qalinligi 2 mm boʻlgan misdan yasalgan plastinkani isitish uchun quvvati 150 Vt boʻlgan galogen lampa (issiqlik manbai-2). Lampa shtativga 50 sm balandlikda oʻrnatilgan va shtativ oʻqi boʻylab lampani oʻzgartirish mumkin. Eksperimental qurilma issiqlik manbai asosida Zeebek effektiga asoslanib ishlaydi. Qurilmada (2) kvadrat shaklda yuzasi  $25 \text{ sm}^2$  boʻlgan misdan yasalgan plastinka, TB ning tashqi "issiq" tomon yuzasiga biriktirilgan. Biriktirish jarayonida issiqlik oʻtkazuvchanligi yuqori boʻlgan pasta KPT-8 dan foydalanilgan. Termoelektr batareyaning "sovuq" tomonida sovutish uchun radiator biriktirilgan. Sovuq havo oqimi ventilyatordan radiatorga uzatiladi. Ventilyatorda elektr energiya iste'mol qilib turish uchun musbat va manfiy qutbli klemmalar mavjud. Ventilyator istemol qilayotgan doimiy tok parametrlari: Kuchlanish 12 V, tok 150 mA (8). YOrugʻlik

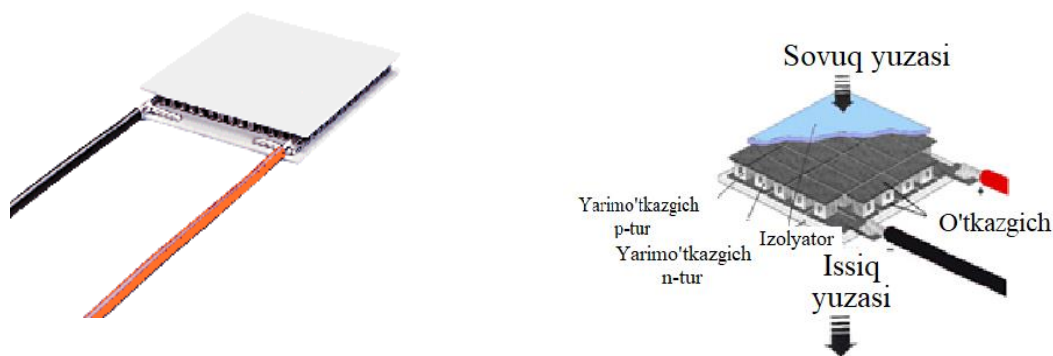
nurlari lampadan perpendikulyar ravishda mis plastinkani yuziga sochiladi. Temperatura o'zgarishlari yozib olish uchun (TB yuzasida "issiq" va "sovuq") mis-konstanta asosidagi ikkita termoparadan foydalaniladi. Bir uchi mis-konstanta plastinkaning issiq tomoniga payvandlangan va ikkinchi uchi  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturali Dyuara idishining  $0^{\circ}\text{C}$  sovuq yuzasiga o'rnatilgan. Termoelektrik metodga asoslangan temperatura o'lchashlari, termo-EYUK bilan haroratning bog'lanish garuirovka jadvaliga asoslangan. Termo-EYUK o'lchash uchun termopara millivoltmetri (6) o'chirib yoqqich (5) orqali tarmoqqa ulanadi. Temperaturani o'lchashdan aniqlangan Termo-EYUK kattaligining asl ma'nosi, termopara o'zgarishlari uchun mis-konstantan asosida tuzilgan graduirovka jadvalidan aniqlanadi. Graduirovka jadvali haroratning sovuq  $0^{\circ}\text{C}$  ga payvandlangan tomoni moslashtirilgan.



1-rasm. Vismut-tellur asosidagi termoelektrik batareyaning laboratoriya stendining umumiy ko'rinishi

*1-galogen lampa (issiqlik manbai), 2- Zeebek effekti asosida ishlovchi eksperimental qurilma, 3- voltmetr, 4- ampermetr, 5- yoqib o'chirgich, 6- millivoltmetr, 7- Dyuara idishi, 8 – doimiy tok olish uchun klemmlar*

Termoelektrik batareya (2-rasm) markasi TEC1-12706 p-n o'tkazuvchanlikka asoslangan vismut-tellur asosidagi 127 juft termoelektrik ustunlardan tuzilgan. Termoelementning harorat ishchi diapazoni  $0\div 180^{\circ}\text{C}$ . Termoelektrik batareya germetik ravishda yuzasi keramikali 25 mikrongacha shlifovka qilingan. Tashqi ko'rinishi kvadrat shaklda bo'lib o'lchamlari  $40\times 40\times 2,5$  mm to'ldirish koeffitsiyenti  $\xi_t \sim 0,25$  i  $\eta_t \sim 6\%$ .



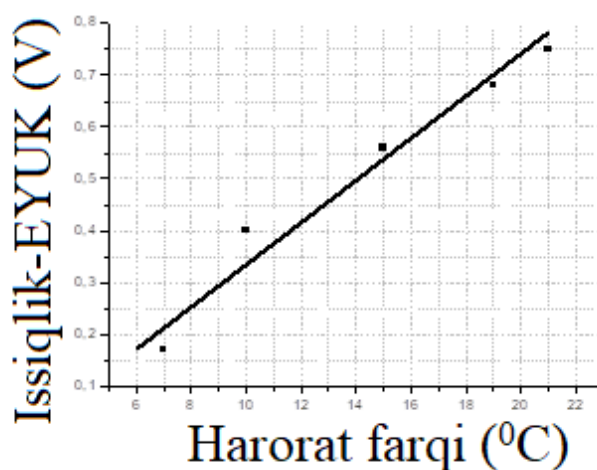
2-rasm. Bir kaskadli termoelektrik batareya.

Labaratoriya qurilmasida termoelektr batareyaning toki va termo-EYUK o'lchash uchun ampermetr (4) va voltmetr (3) o'rnatilgan. Bu o'lchagichlar tarmoqqa ulangan vaqtida parallel ravishda TB ham ishga tushadi (5).

**Ishni bajarish tartibi.**

Galogen lampa va ventilyator elektr ta'minotidan yoqiladi, keyin yoritish lampasi lyuksmetr yordamida o'lchanadi, tok qiymati, termo-EYUK esa termoelektrik batareyaning yuzasida joylashgan "issiq" va "sovuq" haroratlar farqidan aniqlanadi.

3-rasmda o'lchangan natijalar asosida TB termo-EYUK ning haroratlarlar farqi  $\Delta T$  ga bog'lanish grafigi keltirilgan.



3-rasm. Vismut-tellur asosidagi termoelektrik batareyaning termo-EYUK ning haroratlar farqiga bog'liqligi

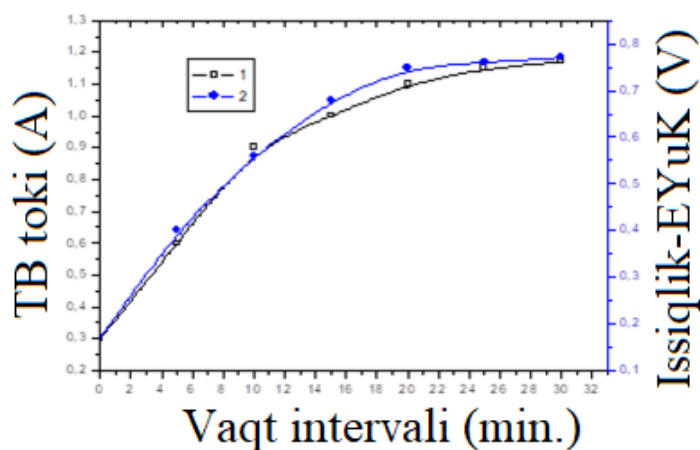
Grafikdan ko‘rinib turibtki, termo-EYUK haroratlar intervalida  $\Delta T$  ga chiziqli ravishda bog‘langanligini ko‘rishimiz mumkin, kuchlanish gradienti esa  $\sim 0,076$  V/grad. TB ning elektr quvvati quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$P_{Th} = \xi_{th} \times I_{min.} \sum_{i=1}^n U_i \quad (1)$$

Bunda  $\xi_{th}$ - TBning volt-amper xarakteristikasini to‘ldirish koeffitsiyenti, n- termoelektrik ustunlar juftlari soni,  $\sum_{i=1}^n U_i$  – ketma ket ulangan termoelektrik ustunlar termo-EYUK yig‘indisi.

O‘lchash natijalari oralig‘i 5 daqiqa vaqt intervaliga davom ettiriladi va TBdan vaqt intervali davomida generatsiya bo‘lgan tok va termo-EYUK orasidagi bog‘lanish grafik yasaladi (4-rasm).

Grafikdan malumki, galogen lampadan perpendikulyar ravishda tushayotgan yorug‘lik nuri mis plastinaning yuzasini kuchli ravishda qizitadi, oqibatda TB ning “issiq yuza”da nafaqat harorat ko‘tariladi va shunga mos ravishda TBda generatsiya bo‘lgan tok va vaqt o‘tishiga bog‘langan termo-EYUK qiymatlarining o‘shishi kuzatiladi.



4-rasm. TB termo-EYUK va tokining vaqt intervaliga bog‘liqligi

Talabalar bilimlarini chuqurroq boyitishlari hamda natija olib ko‘rishlari uchun Zebeek effekti asosida issiqlik energiyasini elektr energiyaga o‘zgartiradigan laboratoriya stendi ishlab chiqildi. Olingan natijalar asosida 1-jadvalni to‘ldiring

1-jadval

№	Vaqt intervali (min.)	I(mA)	T <sub>1</sub> (mV)-termo-EYUK	T <sub>2</sub> (mV)-issiqlik-EYUK	TB quvvati (mVt)	ΔT harorat farqi (°C)
1	0					
2	5					
3	10					
4	15					
5	20					
6	25					
7	30					
8	35					

### Hisobotlarni tayyorlash

1. Berilgan laboratoriya ishiga zarur bo'lgan ma'lumotlarni ko'rib chiqish.
2. Ishning nomi va uning maqsadi.
3. Termoelektrik materiallar, ularning sinflanishi. Zebek va Pelte effekti haqida ma'lumotlar. Termoelektrik generatorlar va ularning qo'llanilishi haqida to'liq ma'lumotlar yoziladi.
4. Tajriba natijalari bo'yicha 1-jadvalni to'ldiring.
5. Xulosa yozish.

### Nazorat savollari

1. TB ning issiqlik-EYUK ga ta'rif bering?
2. Bir kaskadli termoelektrik batareya qanday qismlardan iborat?
3. Zebek effektiga asosan haroratning turli qiymatlarini aniqlashning usullari
4. Past haroratli termoelektrik materiallarni bilasizmi?

## 7 - LABORATORIYA ISHI

### Raqamli RS 180-7133 (LX-101) lyuksmetrning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish

#### Ishdan maqsad

1. Quyosh nuridan hosil bo'ladigan yoritilganlikni o'lchash.
2. Lyuksmetr bilan ishlashda amaliy bilimlarga ega bo'lish.

#### Qisqacha nazariy ma'lumotlar

Fotoelektrik lyuksmetr LX-101 qishloq xo'jaligida, ko'plab ishlab chiqarishda, ilmiy-tadqiqot izlanishlarda, konstruktorlikda hamda loyihalash tashkilotlarida yoritilganlikni o'lchash sifatida qo'llaniladi.

**Texnik ko'rsatkichlar:** Hozirgi vaqtda o'lchashlar diapazoni va qo'llanadigan nasadkalarining umumiy nominal bo'shashish koeffitsiyentini birinchi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

O'lchamlar oralig'i			
Asosiy	Asosiy bo'lmagan		
Nasadkasiz ochiq fotoelementi bilan	Nasadka bilan		
	KM (lyuks)	KR (lyuks)	KT (lyuks)
5-30	50-300	500-	5000-30000
20-100	200- 1000	3000 2000- 10000	20000-100000

**Ilova.** KM, KR, KT – Umumiy bo'shashish koeffitsiyentini hosil qilish uchun ishlatiladigan nasadkalarining sharti belgilari 10,100,1000.

❖ Asbob shkalalari bir maromda bo'lmaydi, birinchi shkala 100 ga bo'lingan, ikkinchisi 30 ga bo'lingan. Shkala 30 dagi "5" belgisi, shkala 0 – 100 dagi "20" belgisi, oraliqlarni o'lchashdagi boshlang'ich o'lchamlarga to'g'ri keladi, ular nuqta bilan belgilanadi.

❖ Lyuksmetr uchun ruxsat etilgan xatoliklar chegarasi, o'lchashning asosiy diapazonida 5 – 30 va 20 – 100  $I_x$  (nasadkasiz) o'lchanayotgan yorug'likdan  $\pm 10\%$  ga oshmasligi kerak.

❖ 1-jadvalda ko'rsatilganidek, o'lchashning asosiy diapazonidan nasadkalar bilan asosiy bo'lmagan diapazonga o'tishida o'lchanayotgan yorug'lik ko'rsatkichidan  $\pm 5\%$  dan oshmasligi kerak.

### **Ishni bajarish tartibi.**

1. O'lchashni boshlash uchun o'lchagich lyuksmetrni gorizontol holatda o'rnatiladi. Uskuna shkalasi strelkasi nolda turishi tekshiriladi, buning uchun fotoelement, o'lchagich lyuksmetrdan ajratiladi. Zarurat tugilganda korrentor yordamida uskuna strelkasi nolga qo'yiladi. Fotoelementni o'lchagichga qo'shiladi.

2. Yorug'likni o'lchashdagi ko'rsatkichlar hisobi ketma-ketligi quyidagicha: Tanlangan nasadkalar yordamida (yoki nasadkasiz) bosilgan tugmaga qarshi o'lchashlar diapazonining katta ko'rsatkichi aniqlanadi. O'ng tugma bosilgan holda, uning to'g'risida o'lchash diapazonining katta ko'rsatkichi 10 belgilangan, ko'rsatkichlar hisobi uchun 0 – 100 shkalasidan foydalanish kerak. Chap tugma bosilgan holda, uning to'g'risida o'lchash diapazonining katta ko'rsatkichi 30 belgilangan, 0–30 shkalasidan foydalanish kerak. Uskuna ko'rsatkichini shkala bo'yicha bo'shashish koefitsiyentiga ko'paytiriladi. Bo'shashish koefitsiyenti qo'llaniladigan nasadkalarga bog'liq, M.R.T. nasadkalarda ham: **Misol uchun:** Fotoelement KR nasadkasi o'rnatilgan, chap tugmasi bosilgan, strelka 0 – 30 shkalada 10 ni ko'rsatyabdi. O'lchanayotgan yorug'lik quyidagiga teng;  $10 \cdot 100 = 1000$  **Ex**

3. To'g'ri ko'rsatkich olish uchun lyuksmetr fotoelementini ortiqcha yorug'likdan extiyot qilish kerak, buning uchun nasadkani to'g'ritanlash kerak. Shu bilan birga, agar o'lchanadigan yorug'lik o'lchami noma'lum bo'lganda, o'lchashni fotoelementga KT nasadkalarni qo'yishdan boshlash kerak.

4. Qoida bo'yicha yorug'lik aniqlashda fotoelement ishchi joylarga gorizontol holda o'rnatiladi, gorizontol joylashgan o'lchagich bo'yicha hisobni fotoelementga ma'lum bir masofada olinadi, bundan maqsad o'lcham olayotganning soyasi fotoelementga tushmasligidir.

5. O'lchash oxirida:

- ❖ Fotoelement lyuksmetr o'lchagichdan ajratiladi;
- ❖ Fotoelementga T nasadkani kiyg'iziladi;
- ❖ Fotoelementni futlyarning qopqog'iga joylashtiriladi.

## O'lchash natijalari (2 – jadvalga yoziladi)

2- jadval

№	O'lchamlar o'rni	O'lchamlar vaqti	O'lchamlar kattaligi
1			
2			
3			
4			
5			

### Hisobotlarni tayyorlash

1. Berilgan laboratoriya ishiga zarur bo'lgan ma'lumotlarni ko'rib chiqish.
2. Ishning nomi va uning maqsadi.
3. Lyuksmetrlar haqida batafsil ma'lumot berilsin.
4. Tajriba natijalari bo'yicha 2-jadvalni to'ldiring.
5. Xulosa yozish.

### Nazorat savollari

1. Yoritilganlik qanday asbob bilan o'lchanadi?
2. Lyuksmetrda nima maqsadda nasadkalar qo'llaniladi?
3. Lyuksmetrning boshqa konstruksiyalari bormi?
4. Lyuksmetr asbobini ishlash prinsipini tushintirib bering?

## 8 - LABORATORIYA ISHI

### MASOFAVIY DT-8862 VA DT-8863 INFRAQIZIL TERMOMETR (PIROMETR)NING TUZILISHI VA ISHLASH PRINSIPINI O'RGANISH

#### Ishdan maqsad

Kontaktsiz ishlaydigan infraqizil termometrning (pirometr) DT-8862 va DT-8863 ish jarayoni va konstruktiv tuzilishi bilan tanishish.



## Qisqacha nazariy ma'lumot

Yo'qoluvchan tolali optik pirometr deb atalishiga asosiy sabab, bu turdagi asboblarda asosan yonayotgan jismning yorug'ligi va volfram tolaning turi bog'liqligiga asoslanib ishlaydirlar.

Yo'qoluvchan tolaning optik pirometrning ishlash usuli yonayotgan jismning yorug'ligi bilan va shu asbob ichida joylashtirilgan lampaning volfram tolasining tarqatayotgan nuri yorug'ligi tenglashiga asoslangan.

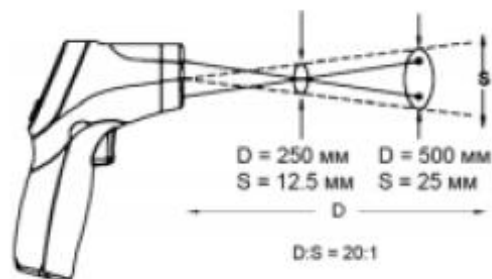
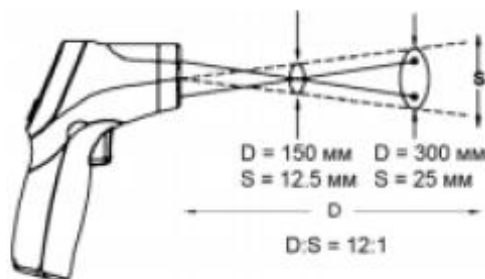
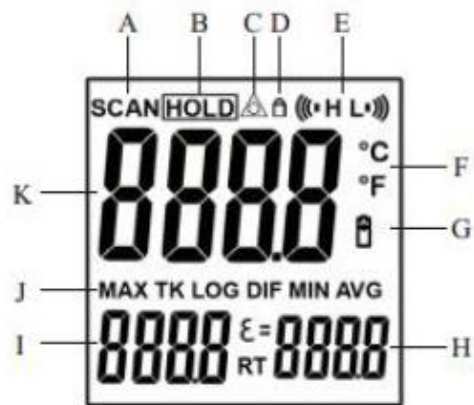
O'lchash vositasi turi	O'lchash vositalarining turli tumanligi	Davomli foydalanish chegarasi	
		3	4
1	2	3	4
Pirometrlar	Kvazimonoxoromatik	700	6000
	Spektral nisbatli pirometrlar	300	2800
	To'liq nurlanishli pirometrlar	50	3500



1-rasm. Optik pirometr quyidagi qismlardan tashkil topgan:

1-ob'ektiv; 2-okulyar; 3- qizil svetofiltr; 4-volfram tola;5-teleskop; 6-reostat; 7- nur yutuvchi oyna; 8- o'lchagich asbob; 9- yoqish bloki.

Qiziyotgan jismning haroratini o'lchash uchun asbobning teleskopini shu muhitga qaratiladi. Reostat bilan volfram tolaning cho'g'lanishi moslab turiladi. Shunda moslashish davomida xuddi volfram tola yo'qolgandek bo'ladi, bu esa volfram tolaning o'lchanayotgan muhit haroratiga mos keladi. Shunda reostat orqali moslashni to'xtatib, shkaladan o'lchanayotgan muhitdagi jismning harorati necha gradusga tengligi yozib olinadi. Optik pirometr ikki shkalali qilib ishlangan. Agar 1400 °C dan yuqori haroratlarni o'lchash kerak bo'lsa, u holda pirometrik lampa oldiga nur yutuvchi oyna qo'yiladi va haroratni yuqori shkaladan o'lchanadi. Optik pirometr bilan muhit oralig'i 7 m gacha bo'lishi shart. O'lchash chegrasi 800-6000 °C.



## Labarotoriya ishini bajarish tartibi quyidagilardan iborat:

1. Haroratni o‘lchaydigan asbob bilan tanishib chizib olib ishlash jarayonini o‘rganish;
2. Zamonaviy pirometrlarni xaroratni ulchashdagi xatoliklarini tushuntirib berish;
3. Optik pirometrdan foydalanib elektr qizitish uskunasi qizdirilgan mis, alyuminiy, latun materiallarining haroratlarini aniqlash, natijalar 1-jadvalga kiritiladi

1- jadval

№	Vaqt intervali	Mis	Alyuminiy	Latun
1	0			
2	10			
3	20			
4	30			
5	40			

## Hisobotlarni tayyorlash

1. Berilgan laboratoriya ishiga zarur bo‘lgan ma’lumotlarni ko‘rib chiqish.
2. Ishning nomi va uning maqsadi.
3. Distansion termometrlar va ularning to‘liq ish jarayonining yoritib bering.
4. Tajriba natijalari bo‘yicha 2-jadvalni to‘ldiring.
5. Xulosa yozish.

## Nazorat savollari:

1. Pirometrning vazifasi nima?
2. Ishlash prinsipi va konstruksiyasi qanday?
3. Pirometr bilan ishlaganda qanday o‘lchashlarga amal qilish va zarur bo‘lgan ehtiyotkorlik choralari?

## **9 - LABORATORIYA ISHI**

### **YASSI QUYOSH KOLLEKTORIDA QIZDIRILADIGAN SUVNING KO‘RSATKICHLARINI O‘LCHASH VA UNING ISSIQLIK SAMARADORLIGINI ANIQLASH**

#### **Ishdan maqsad**

1. Yassi quyosh kollektori qurilmasi ish jarayoni bilan tanishish.
2. Yassi quyosh kollektori qurilmasining ekspluatatsion parametrlarini o‘rganish.

#### **Qisqacha nazariy ma’lumot**

Quyosh kollektorlari quyosh nurlanishi energiyasini yutib uni muhit issiqlik energiyasiga aylantiradi (odatda suv yoki havo) va isitish va issiq suv ta’minoti uchun foydalaniladi. Quyosh kollektorlarining har xil turlari mavjud:

- Yassi
- Vakuimli
- Konsentratordan foydalanish orqali

Eng ko‘p tarqalgan suyuqlik yassi kollektori issiqlik yutuvchi panel (absorber) va issiqlik tashuvchi sirkulyatsiyasi uchun unga biriktirilgan kanallar (trubkalar)dan iborat bo‘ladi. Quyosh nurlanishini yutuvchi absorberning yuqori qismi shaffof izolyatsiyaga ega. Bu konstruksiyaning hamma qismi korpusga biriktirilib, orqa va yon tomonlari issiqlik izolyatsion material bilan qoplangan.

#### **QUYOSH KOLLEKTORLARINING TARIXI**

Quyosh kollektorlarining texnologiyasi o‘ta yangi deb bo‘lmaydi. Quyosh kollektorining birinchi modeli shishadan, yog‘och korobkadan va ichki qizuvchi qatlamdan yaratilganligi shvetsariyalik olim Goratsiy Sossyur tomonidan 18 asrda yaratilgan. Olim shu vaqtda bu konstruksiyaning “kichik, arzon va oddiy” ekanligini ta’kidlab o‘tgan. Amaliyotda birinchi bo‘lib bunday qurilmadan suv isitish uchun 19 asr oxirida Janubiy Kaliforniyada foydalanishni boshlashdi. Har xil firmalar yog‘och qutiga o‘rnatilgan, suv uchun qora bak ko‘rinishidagi va bir tomoni shisha bilan qoplanib quyoshga orientir qilingan sodda quyosh kollektorlarini ishlab chiqarishni boshlashdi. Bu holatda suv tun davomida

sovib qolib, ertangi kunda qizishini kutishga to'g'ri kelardi. 1909 yilda Kaliforniyada Vilyam Beyl suv uchun bakdan alohida o'rnatilgan va issiqlikni issiqlik almashinuvchi kontur orqali uzatadigan zamonaviy yassi kollektorning prototopini yaratdi. Quyosh kollektorlarining industriyasi asosan AQSH ning Kaliforniya, Florida shtatlarida 1940 yillarning oxirigacha rivojlandi, so'ngra suv isitishda elektr va gaz narxi kamaydi, shu sababli quyosh kollektorlarini ishlab chiqarish to'xtadi. Quyosh kollektorlarining ikkinchi istiqboli 1970 yillarda neft krizisi vaqtida narxlar juda yuqoriga ko'tarildi. Natijada ko'pgina davlatlarda quyosh kollektorlarini massoviy ishlab chiqarish boshlanib, bu ayniqsa AQSH, Yaponiya, Avstraliya va O'rta Yer dengizi hududlarida davom etdi.

Izroilda 1950 yillardan boshlab energiya tanqisligi sezila boshladi. Energiya tanqisligi shundan iborat ediki, kechqurungi, tungi vaqtlarda suv isitishga Izroil qonunchiligi tomonidan ta'qiq bor edi. Bunday vaqtda mamlakatda suv isitish quyosh tizimlarini ishlab chiqarish rivojlandi. 1967 yilga kelib mamlakatning 20% aholisi quyosh kollektorlaridan foydalanishga o'tdi. 1970 yillarda energetika krizisi vaqtida parlament qonun chiqardiki, yangi qurilayotgan uylar suv isitish quyosh tizimlari bilan ta'minlanishi zarur. Hozirgi vaqtga kelib natijada Izroilda 85% ga yaqin uylarda quyosh kollektorlari xizmat qiladi. Ular tomonidan ishlab chiqarilgan energiya mamlakat energiya iste'molining 3% ni tashkil etadi va yiliga 2 mln. barrel neftni tejaydi.

2000 yillarda energiya resurslarining narxi ko'tarilishi bilan ishlab chiqarishda yangi bosqich boshlandi va quyosh kollektorlaridan foydalanish kengaydi. 2010 yil boshlarida sayyoramizda o'rnatilgan quyosh kollektorlarining quvvati 150 GVt ortib ketdi (havo kollektorlari va basseynlarni isituvchi quyosh tizimlaridan tashqari).

### **Quyosh kollektorlarining ish jarayoni**

Quyosh suv isitish qurilmasi quyosh kollektori, issiqlik almashingich kontur va issiqlik akkumulyatori (suvli bak) dan tashkil topgan. Quyosh kollektori orqali issiqlik tashuvchi (suyuqlik, propilenglikol,) sirkulyatsion harakat qiladi. Quyosh kollektorida issiqlik tashuvchi quyosh energiyasi hisobiga qiziydi va o'z issiqligini bak-akkumulyatorda o'rnatilgan issiqlik almashingich orqali suvga beradi. Bak-akkumulyatorda issiq suv u foydalangunga qadar saqlanadi, shuning uchun u yaxshi issiqlik izolyatsiyasiga ega bo'lishi zarur. Quyosh kollektori joylashgan birinchi konturda issiqlik tashuvchining tabiiy va majburiy sirkulyatsiyasi bo'lishi

mumkin. Bak-akkumulyatorda elektr isitgich-dubler oʻrnatilishi mumkin. Bak-akkumulyatorda normadan past darajada suv harorati tushib ketganda (bulutli ob-havo sharoitlarida, quyosh shuʻlalanishi soatining qish mavsumida kamayib ketishi) isitgich-dubler avtomatik ravishda qoʻshilib suvni berilgan haroratgacha qizdiradi.

Quyosh uskunasi asosiy konstruktiv elementi kollektor boʻlib, unda quyosh energiyasini ushlab qolish, uni issiqlikka almashtirish va suvni havoni yoki biror-bir boshqa issiqlik tashuvchini qizdirish amalga oshiriladi. Quyosh kollektorlarining ikki turi farqlanadi, yassi va fokuslovchi. Yassi kollektorlarda quyosh energiyasi konsentratsiyasiz yutiladi, fokuslovchida esa – konsentratsiya bilan, yaʼni kelayotgan radiatsiya oqimini zichligining oshishi bilan past xaroratli gelio uskunalardagi kollektorlarning eng keng tarqalgan turi quyosh energiyasining yassi kollektori (QEK) hisoblanadi. Uning ishlashi «issiqlik yashik» prinsipiga asoslangan boʻlib, uni yopiq avtomobil saloni quyoshda qizishini esga olsak tasavvur qilish oson boʻlib, u unga shaffof oyna yuzalari orqali quyosh nurlariga oʻziga xos qopqon vazifasini oʻtaydi. Yassi QEK tayyorlash uchun, avvalo, qizdirilayotgan issiqlik tashuvchi harakatlanishi uchun quvur yoki kanallarni bir qatori bilan ishonchli aloqaga ega nur yutuvchi yuza zarur. Yassi nur yutuvchi yuza va issiqlik tashuvchi quvurlar (kanallar) yigʻindisi konstruktiv yakka element-absorberni hosil qiladi. Quyosh energiyasini yaxshi yutilishi uchun absorberning yuqorigi yuzasi qora rangga boʻyalishi kerak va maxsus yutuvchi qoplamaga ega fazoga issiqlik yoʻqotishlarining pasayishiga absorberning pastki yuzasini yopib turuvchi issiqlik gezolyatsiyasidan, shuningdek, absorberdan yuqorida undan maʼlum masofada joylashuvchi yorugʻlik shaffof izolyatsiyasidan foydalanish yoʻli bilan erishiladi. Barcha shaffof izolyatsiya zichlashuvi shisha bilan qoplanadi (1-rasm).

Shunday qilib umumiy koʻrinishi 2-rasmda koʻrsatilgan suyuqlikni qizdiruvchi yassi kollektor hosil boʻladi.

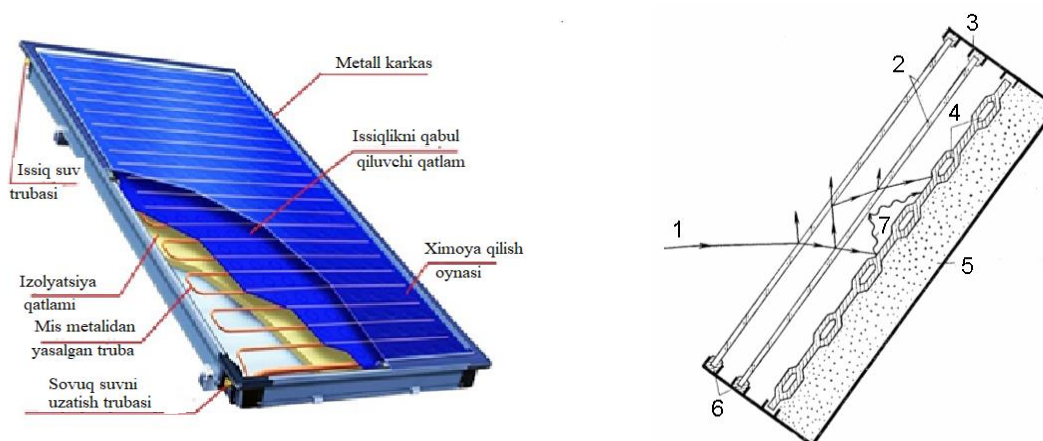
Yassi QEKning boshqa turdagi kollektorlarga nisbatan prinsipial afzalliklariga uning toʻgʻri (nurlil) va shuningdek sochma quyosh energiyasini ushlab qolish qobiliyatini va buni natijasida – quyosh ortidan kuzatish zaruratisiz uni statsionar oʻrnatish imkoniyati kiradi.

Quyosh energiyasining yassi kollektori absorberi, odatda yuqori issiqlik oʻtkazuvchanlikka ega metaldan, xususan, poʻlat, alyuminiy va xatto misdan tayyorlanadi.

Shaffof izolyatsiya bir yoki ikki qavat shisha yoki polimer plenka koʻrinishida boʻladi. Shishaning tashqi qavati va polimer plenkaning ichki

qavatidan kombinatsiya ishlatilishi mumkin. Issiqlik tashuvchining pastqizdirish harorati holatida ( $30^{\circ}\text{C}$  gacha) kollektor umuman shaffof izolyasiyaga ega bo‘lmasligi mumkin. Kollektor korpusi ruxlangan temir, alyuminiy, yog‘och, plastmassadan tayyorlanishi mumkin. Issiqlik izolyasiya sifatida turli materiallar qo‘llanilishi mumkin: mineral paxta, penopoliuretan va x.k.

Keng tarqalgan suyuqlikli yassi quyosh kollektori (1-rasm) issiqlik tashuvchi sirkulyatsiyasi uchun maxsus issiqlik yutuvchi metall list va unga biriktirilgan kanallar (absorber) dan tashkil topadi. Quyosh issiqlik nurlanishini yutuvchi absorberning yuqori qismida (bir qancha oraliqda) selektiv shaffof shisha qoplamasi bo‘ladi. Konstruksiya xamma qismi korpusga biriktirilib pastki va yon tomondan issiqlik izolyasion material bilan ta’minlanadi.



1-rasm. Yassi quyosh kollektorining konstruktiv tuzilishi

1 – quyosh nuri; 2 – oynali qobiq; 3 – korpus; 4 – issiqlik qabul qilgich yuzasi (absorber); 5 – issiqlik izolyatori; 6 – mahkamlagich; 7 – xususiy to‘lqin uzunligi.

Bunday quyosh kollektorining ish jarayoni selektiv shisha qoplamasining xossalari bog‘liq bo‘lib qisqa to‘lqinli quyosh nurlarini o‘tqazish va qizigan yuzadan (absorber) nurlanayotgan uzun to‘lqinli radiatsiyani ushlab qolishga asoslangan bo‘lib sodir bo‘layotgan hodisa “parnik effekti” deb nomlanadi. Bunday quyosh nurlanishini selektiv o‘tqazish natijasida absorber qizib uzun to‘lqinli nurlanishni chiqara boshlaydi. Shisha qoplamasining uzun to‘lqinli nurlanishni ushlab turish hisobiga shisha-absorber o‘rtasidagi fazoda haroratning sezilarli ko‘tarilishi ro‘y beradi. Shishaning nur o‘tqazish xossasining



yaxshilanishiga shisha yuzasini teksturalash, tarkibida temir materialini kamaytirish yordam beradi, uzun to‘lqinli nurlanishni ushlab turishga esa qo‘shimcha ravishda shishaga qilingan selektiv qoplamalar ko‘mak beradi.



2-rasm. Yassi quyosh kollektorining umumiy ko‘rinishi

Odatda absorber paneli yuqori issiqlik o‘tkazuvchanlikka ega materiallar (mis, alyuminiy) dan tayyorlanadi yoki qora rangga bo‘yaladi, shuningdek yuqori quyosh energiyasini yutilish koeffitsiyentiga ega qora material bilan qoplanadi.

Agar issiqlik tashuvchi absorber bilan kontaktda bo‘lsa, unda u bu energiyani oladi. Quyosh kollektori chiqish qismidagi foydali energiya 3 ta parametrga bog‘liq: kollektor yuza tekisligidagi tushayotgan quyosh nurlanishi oqim zichligi (quyosh radiatsiyasi)  $I_T$ , kollektorga kirish qismida issiqlik tashuvchining o‘rtacha harorati  $T_{in}$ , va atrof-muhit harorati  $T_a$ .

Vaqt bo‘yicha kollektorning yuza birligidan olinadigan foydali energiya quyidagi ifodadan topiladi ( $Vt$ ).

$$Q_u = F_R A [I_T (\tau \alpha) - U_L (T_{in} - T_a)] \quad (1)$$

Bu yerda  $A$ -kollektorning maydoni ( $m^2$ );  $F_R$ -kollektordan issiqlik uzatish koeffitsiyenti  $I_T$  - kollektor yuza tekisligidagi tushayotgan quyosh nurlanishi oqim zichligi (quyosh radiatsiyasi)  $Vt/m^2$ ,  $\tau$ -quyosh nurlanishiga nisbatan shaffof qoplamaning o‘tkazish koeffitsiyenti,  $\alpha$ -quyosh nurlanishiga nisbatan shaffof qoplamaning yutish koeffitsiyenti,



$U_L$ - kollektorda to'liq issiqlik yuqotilishi koeffitsiyenti, bu koeffitsiyent shamol tezligiga, shaffof qoplamalar soniga va izolyatsion materiallarning xossasiga bog'liq.

Soddalashtirilgan varianti:

$$Q_u = AGC_p(T_{out} - T_{in}) \quad (2)$$

Bu yerda  $G$ - issiqlik tashuvchining solishtirma massa sarfi ( $\frac{kg}{m^2s}$ ),  $C_p$ - issiqlik tashuvchining issiqlik sig'imi ( $\frac{Dj}{kgK}$ ). Mos ravishda geliokollektorning FIK quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\eta = \frac{Q_u}{AI_T} \quad (3)$$

Issiq suv ta'minoti uchun iste'mol quvvati quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_p = GC_p(T_{out} - T_{in}) \quad (4)$$

**Tajriba mashg'ulotini bajarish tartibi.** Yassi quyosh kollektori mavsumiy davrlarga mo'ljallanganligi sababli tajriba tabiiy quyoshli ob-havo sharoitida olib boriladi. Tajriba mashg'uloti o'tkaziladigan stend yassi quyosh kollektoriga rezina shlang orqali issiqlik tashuvchi (sovuq suv) yonaltiriladi. Kollektor issiqlik tashuvchiga to'liq to'ldiriladi, uning chiqish qismidagi shtutser orqali havo chiqarib yuboriladi. Bak akkumulyatorda suv to'lganidan keyin kran yordamida uzib qo'yiladi. Har 10 daqiqa vaqt intervali bilan kirish qismiga o'rnatilgan termometr yordamida sovuq suvning harorati ( $T_{in}$ ), kollektor yuza sohasida tushayotgan quyosh nurlanishi oqim zichligi (quyosh radiatsiyasi)-  $I_T$ , chiqish qismiga o'rnatilgan termometr yordamida issiq suvning harorati  $T_{out}$  o'lchab turiladi. Kollektor panelining maydoni ( $m^2$ ) metr yordamida o'lchanib yuza hisoblab topiladi, shuningdek issiqlik tashuvchining issiqlik sig'imi  $C_p$  ma'lumotnomalardan topiladi. O'lchashlar asosida 1-jadval to'ldiriladi.

## 1-jadval

№	Vaqt intervali	Kollektorning maydoni ( $m^2$ )	Sovuq suvning harorati $T_{in}$ ( $^{\circ}S$ )	Issiq suvning harorati $T_{out}$ ( $^{\circ}S$ )	Quyosh nurlanishi oqim zichligi (quyosh radiatsiyasi)- $I_T$ ( $Vt/m^2$ )	Issiqlik tashuvchining solishtirma massa sarfi ( $\frac{kg}{m^2 \cdot s}$ ),	Issiqlik tashuvchining issiqlik sig'imi $C_p$ ( $\frac{Dj}{kgK}$ ).	Yuza birligidan olinayotgan foydali energiya $Q_u$ ( $Vt$ )	Geliokollektorning FIK $\eta$
1									
2	10								
3	20								
4	30								
5	40								
6	50								
7	60								
8	70								
9	80								

**Hisobotlarni tayyorlash**

1. Berilgan laboratoriya ishiga zarur bo'lgan ma'lumotlarni ko'rib chiqish.
2. Ishning nomi va uning maqsadi.
3. Yassi kollektorning sovuq suv manbai, iste'molga ulanish holati, to'liq ish jarayonining prinsipial sxemasini chizing.
4. Tajriba natijalari bo'yicha 1-jadvalni to'ldiring.
5. Xulosa yozish.

**Nazorat savollari**

1. Yassi quyosh kollektorini tuzilishini aytib bering.
2. Quyosh kollektorini ishlash prinsipini tushuntiring.
3. Tajriba bajarish tartiblarini ayting.
4. Yassi quyosh kollektorini texnik xarakteristikasini aytib bering.

## Adabiyotlar

1. A.K. Mukurjee, Nivedita Thakur Photovoltaic Systems, analysis and design//2014/Dehli.
2. Обухов С. Г Системы генерирования электрической энергии с использованием возобновляемых энергоресурсов//Учебное пособие. Издательство Томского политехнического университета. 2008. – С.140
3. Арбузов Ю.Д, В.М. Евдокимов. Основы фотоэлектричества // М.: Наука; 2007. – С.258
4. Фалеев Д.С Основные характеристики солнечных модулей // методическая указания. Хабаровск.2013. – Издательство ДВГУПС. – С.28
5. О.С. Попель, В.Е. Фортов Возобновляемая энергетика в современном мире//Учебное пособие.Москва. Идательский дом МЭИ.2015
6. I.A. Yuldoshev, E.B. Saitov Quyosh panellarini oʻrnatish, sozlash va ishlatish// Oʻquv qoʻllanma. -Toshkent: Noshir, 2017

## Qoʻshimcha adabiyotlar

1. Gremenok V.F., Tivanov M. S., Zalesski V.B Solar cells based semiconductor materials// International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology – 2009 – Vol.69. №1. – P. 59-124
2. Афанасьев В. П., Теруков Е. И., Шерченков А. А Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния//Санкт-Петербург. Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ» 2011.
3. Бахадирханов М.К., Илиев Х.М., Султонов М.Р., Курбанова У.Х. Современные проблемы энергетики экологии и фотоэнергетики. –Т.: ООО Extremum press , 2016. – 124 б.
4. Uzoqov Gʻ.N., S.M. Xoʻjaqulov, YU.Gʻ. Uzoqova. Muqobil energiya manbalaridan foydalanish asoslari. –Т.: Fan va texnologiya, 2017. 160 b.

## Elektron resurslar

1. <http://alternativenergy.ru>
2. <http://www.energy-bio.ru>
3. [www.viecosolar.com](http://www.viecosolar.com)
4. [www.unisolar.com.ua](http://www.unisolar.com.ua)
5. [www.solarvalley.org](http://www.solarvalley.org)
6. [www.polpred.com](http://www.polpred.com)

<b>Mundarija</b>	<b>Bet</b>
Kirish.....	3
<b>1-laboratoriya ishi</b>	
Quyosh elementining volt-amper va volt-vatt xarakteristikasini o‘rganish.....	6
<b>2-laboratoriya ishi</b>	
Fotoelektrik batareyaning volt-amper va volt-vatt xarakteristikasini o‘rganish.....	11
<b>3-laboratoriya ishi</b>	
Quyosh batareyalarini ketma-ket ulash.....	26
<b>4-laboratoriya ishi</b>	
Quyosh batareyalarini parallel ulash.....	30
<b>5-laboratoriya ishi</b>	
Vakuum trubkali quyosh kollektorining tuzilishi va ishlash prinsipini o‘rganish.....	35
<b>6-laboratoriya ishi</b>	
Laboratoriya sharoitida vismut-tellur asosidagi termoelektrik batareyaning parametrlarini tadqiq qilish.....	42
<b>7-laboratoriya ishi</b>	
Raqamli RS 180-7133(LX-101) lyuksmetrning tuzilishi va ishlash prinsipini o‘rganish.....	46
<b>8-laboratoriya ishi</b>	
Masofaviy DT-8862 va DT-8863 infraqizil termometr (pirometr)ning tuzilishi va ishlash prinsipini o‘rganish.....	49
<b>9-laboratoriya ishi</b>	
Yassi quyosh kollektorida qizdiriladigan suvning ko‘rsatkichlarini o‘lchash va uning issiqlik samaradorligini aniqlash.....	52
Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati.....	60

Muharrir. Sidikova K.A