



ANALYSIS OF EFFICIENT COOLING SYSTEMS FOR SOLAR PHOTOELECTRIC PANELS IN UZBEKISTAN'S CLIMATE CONDITIONS

Nematov Shuxrat Nasillo o'g'li¹, G'afurov Rahim Zulfiqor o'g'li²

¹ Bukhara Institute of Engineering and Technology, PhD student of the Department of Energy Audit.

² Bukhara Institute of Engineering Technology, Department of Energy Audit M3-20 ETE group master.

Bukhara Engineering and Technology Institute

<https://doi.org/10.5281/zenodo.4935203>

ARTICLE INFO

Received: 01st June 2021

Accepted: 05th June 2021

Online: 10th June 2021

KEY WORDS

Solar photovoltaic panels, solar cells, cooling system, water cooling, air cooling.

ABSTRACT

This article discusses the aspects to consider when generating electricity efficiently using solar photovoltaic panels (SPP). We know that at high temperatures (above 25 ° C for photocells) the efficiency of photocells decreases. Therefore, the use of cooling devices in the system is important to increase the power output of the SPP. The use of cooling systems in SPP has been studied and analyzed in studies conducted by scientists around the world. The advantages and disadvantages of the types of cooling systems were studied, and the most effective cooling systems for use in the territory of the Republic of Uzbekistan were selected. Factors such as system simplicity, low cost and efficiency at high temperatures have been taken into account when using cooling systems in SPP in the country.

QUYOSH FOTOELEKTRIK PANELLARI UCHUN O'ZBEKISTON IQLIM SHAROITLARIDA SAMARALI ISHLAYDIGAN SOVUTISH TIZIMLARI TAHLILI

Nematov Shuxrat Nasillo o'g'li¹, G'afurov Rahim Zulfiqor o'g'li²

¹ Buxoro muhandislik texnologiya institute, Ergoaudit kafedrasida doktoranti.

² Buxoro muhandislik texnologiya institute, Ergoaudit kafedrasida M3-20 ETE guruh magistranti.

Buxoro muhandislik–texnologiya instituti

MAQOLA TARIXI

Qabul qilindi: 01-iyun 2021

Ma'qullandi: 05-iyun 2021

Chop etildi: 10-iyun 2021

KALIT SO'ZLAR

Quyosh fotoelektr paneli, quyosh elementi, sovutish tizimi, Suvni purkash orqali sovutish, Atmosfera havosi orqali sovutish.

ANNOTATSIYA

Ushbu maqoladada Quyosh Fotoelektrik Panellari(QFP)dan samarali elektr energiyasi ishlab chiqarishda e'tibor berish kerak bo'lgan jihatlar aytib o'tilgan. Bizga ma'lumki yuqori haroratlar(foto elementlar uchun 25C dan yuqori)da fotoelementlar foydali ish ko'effitsienti kamayib boradi. Shu sababli QFPlarda elektr energiyasi chiqish quvvatini yaxshilashda tizimda sovutish qurilmalaridan foydalanishning ahamiyati katta. QFPda sovutish tizimlarini dunyoda qo'llanilishi o'rganib chiqildi va tahlil qilindi. Sovutish tizimlarining turlari afzallik va kamchiliklari, o'rganilib respublikamiz hududida qo'llash



samarali bo'lgan sovutish tizimlari tanlab olindi. Respublikamizda QFPda sovutish tizimlarini qo'llashda tizimning sodda tuzilganligi, arzonligi hamda yuqori haroratlarda ham samarali ishlay olish kabi faktorlar inobatga olindi.

KIRISH

Hozirgi kunda energiya bo'lgan talabning ortib borishi, energetika resurslarining kamayib borishi va energiyadan foydalanishning ekologik muhitga zararli ta'siri sababli, energiya ta'minotida qayta tiklanuvchan energiya manbalaridan foydalanish dolzarb muammo masala sifatida o'rganilyapti. Qayta tiklanadigan energiya manbalarining eng asosiy turi quyosh energiyasi hisoblanadi. Hozirgi kunda yerga tushadigan quyosh energiyasining juda kam midoridan foydalanmoqdamiz. Quyosh energiyasidan samarali foydalanish ya'ni quyosh energiyasini ikkilamchi energiyaga aylantirish ulushini oshirish uchun quyosh energetic qurilmalariga to'g'ri xizmat ko'rsatish, o'rnatish joyini to'g'ri tanlash va ularni ishlash sharoitlarini yaxshilaydigan qo'shimcha qurilmalardan foydalanish zarur. Yer sayyorasiga Quyosh nurlari tushishi evaziga har yili 150000 *milliard kVt soat* shamol energiyasi, 33000 *milliard kVt soat* suv energiyasi hosil bo'ladi olib keladi. Bundan tashqari, ming yillar mobaynida energiya zahiralari quyosh energiyasi tufayli jamg'arilgan. Bizga ma'lumki quyosh ulkan yadro reaktori hisoblanib unda yuqori haroratda va bosim ostida yadro reaksiyasi vujudga keladi. Ushbu reaksiya orqali quyoshda sekundiga 560 million tonna geliy va 4 million tonna vodorod ishlab chiqariladi [1]. Lekin hozirgi kunda insoniyat bu energiyaning bir foizidan ham foydalanmayapti. Demak quyosh

energiyasidan foydalanish juda katta istiqbolga ega. Quyosh energiyasidan asosan ikki yo'nalishda foydalanish mumkin, quyosh energiyasidan issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqarish. Quyosh energiyasidan elektr energiyasi ishlab chiqarish va qurilmalarning samaradorligini oshirish bo'yicha ko'pgina tadqiqotlar olib borilmoqda. Quyosh Fotoelektrik Panellari(QFP)ning samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatuvchi faktorlardan biri. Quyosh fotoelementlarining yuqori harorat ostida foydali ish koeffitsientining kamayib borishidir. O'zbekiston respublikasi iqlimi yozda harorat yuqori bo'lishi sababli QFP dan foydalanish samaradorligi pasayishi mumkin. Ayniqsa Buxoro viloyati respublikaning eng issiq viloyatlaridan biri hisoblanadi. QFPdan foydalanish samaradorligini oshirish maqsadida sovutish tizimlarini joriy qilish tavsiya qilinadi. Lekin sovutish tizimini joriy qilish qo'shimcha energiya yoki xarajatlarni talab qiladi. Xarajatlarni ortib ketishi, respublikamizda elektr energiyasi tan-narxi nisbatan arzon bo'lganligi sababli, QFPdan foydalanishda iqtisodiy samaradorlikni pasaytirib yuborishi mumkin. Shu sababli respublikamizda QFPdan foydalanishda nisbatan arzon sovutish tizimlarini qo'llash tavsiya etiladi.

So'nggi paytlarda ayniqsa chekka hududlarda joylashgan va markazlashgan elektr tarmoqlaridan uzoqda joylashgan elektr energiyasi iste'molchilari uchun quyosh fotoelektrik panellaridan



foydalanish ommalashmoqda, chunki quyosh energiyasi ekologik toza va salohiyati yuqori qayta tiklanadigan energiya manbai hisoblanadi. Quyosh panellarida quyoshdan tushadigan energiyaning o'zlashtirilmay qolishi tufayli harorat ko'tarilib ketadi va bu yuqori harorat quyosh energetic qurilmalarining ish rejimlariga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Quyosh energetic qurilmalarida sovutish tizimini qo'llash fotoelektrik panellarida juda muhim sanaladi. Bundan tashqari, sovutish qurilmalari tomonidan tizimdan olib chiqarilgan issiqlik energiyasini uy sharoitida yoki sanoat uchun ishlatilishi mumkin.

ADABIYOTLAR SHARHI

Dunyoda ayniqsa iqlim sharoitlari issiq va namlik past bo'lgan hudularda quyosh fotoelektrik panellarini sovutish tizimlarini samarali qo'llash bo'yicha ko'pgina tadqiqotlar olib borilmoqda. Masalan, Ushbu tadqiqot ishida issiq havoda quyosh fotoelektrik paneli(QFP)da yuzga keladigan yuqori haroratni sovutish maqsadida avtomatik boshqariladigan suvniq purkash(-rasm) mexanizmidan foydalanilgan. Nisbatan past haroratli suv quyosh panellari yuzasiga purkaladi va shu orqali issiqlik oqimi pastki muhitga uzatiladi. Tizimda suv purkashni boshqarishda Arduino mikrokontrolleridan foydalanilgan. Avtomatik suv purkagich tizimining joriy etilishi quyosh batareyalari samaradorligini oshirgani aniqlandi. Tadqiqot davomida sovutish tizimida haroratni rejimlarini boshqarish algoritmi ishlab chiqildi va bu quyosh panellarini samaradorligini 16,65% gacha oshirishi aniqlangan. [2]. Ushbu maqolada GC-CPCS deb nomlangan quyosh fotoelektr panelini

sovutish tizimini Hindistonning Bhopal shahrida joriy etishda tadqiqot natijalari keltirilgan. Ushbu tadqiqotda uchta asosiy yangi amaliy ishlarga asoslangan, QFP uchun markaziy sovutish tizimidan foydalanilgan va bu tizim barcha QFP uchun qo'llash mumkinligi asoslangan. Tadqiqot natijalari esa real vaqt rejimidagi quyosh radiatsiyasi ostida olingan [3]. Maqola QFPlarni sovutish uchun dengiz suvidan foydalanish taklif qilgan. QFPni sovutish tizimida sho'r suv bilan to'yingan faol alyuminiy oksidi ishlatilgan va tadqiqot natijalari keltirilgan. Tadqiqotda tuzlilik miqdori 6 xil miqdorda bo'lgan turli dengiz suvlaridan foydalanilgan. Tuzlilik darajasi ming zarrachaga 35 ta tuz zarrachasi to'g'ri keladigan suvda olingan natijalar oldingi tizimga nisbatan 3-4 °C ko'proq sovutishi aniqlangan [4]. Ushbu tadqiqot ishida QFP ostki qismida har xil konfiguratsiyasiga ega sovutish tizimida gidrogel sharchalaridan foydalanish bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan. Gidrogel sharchalari 3 qator joylashtirilgan sovutish tizimidan olingan natijalar eng yaxshisi sifatida keltirilgan. Bu tizimda sovutilmagan tizimga nisbatan harorat 10° C gacha yoki 14 % gacha past bo'lishi aniqlangan. Tizimni joriy etishda QFPda ishlab chiqariladigan elektr energiyasi 7,2 % yuqori bo'lishi aniqlangan. [5]. Tadqiqot ishida QFPni sovutish naychalari yordamida sovutish uchun algoritm ishlab chiqilgan. Ushbu algoritm yordamida tizimni loyihalash uchun quvur diametri, kerakli chiqish haroratiga erishish uchun zarur bo'lgan quvurning minimal uzunligi va shunga o'xshash konstruktiv o'lchamlarni aniqlash mumkin. Algoritmning ishonchliligi real sharoitda tekshirilgan. Xulosa sifatida kerakli sovutish harorati va loyihalashtirilgan sovutish tizimi uchun CFD simulyatsiyasi o'rtasidagi



maksimal harorat farqi $1,7^{\circ}$ K ni tashkil etgan. [6]. Hindistonlik olimlar tomonidan QFPda sovutish tizimini qo'llash orqali tizimning samaradorligini oshirish bo'yicha ko'pgina amaliy ishlar olib borilgan. Mazkur tadqiqot ishida QFPning chiqish parametrlarini yaxshilash uchun Fotovoltaik/termal (PV/T) tizimidan foydalanilgan. Tizimda issiqlik tashuvchi sifatida suvdan, issiqlik energiyasini zaxiralash maqsadida esa fazani o'zgartirish materiallar(parafin RT-30)dan foydalanilgan. Iyun oyida Dwarahat Uttaraxandda PV/T tizimdan foydalanish, sovutish tizimini o'rnatilmagan QFP tizimlardan foydalanishga nisbatan samaradorligi 10,2% yuqori ko'rsatkichni qayd etgan [7]. QFPdagi haroratni nazorat qilish maqsadida tadqiqotchilar tomonidan ko'pgina tadqiqotlar olib borilmoqda jumladan, tabiiy suv va faza o'zgartirishli materialga asoslanagan sovutish tizimi QFP bilan kombinatsiyasi o'rganilgan. Issiqlik energiyasini tashish maqsadida suvni turli balandlik va yuzalardan yo'naltirish orqali samarali sovutish tizimi yaratish imkoniyatlari o'rganilgan. Elektr/issiqlik chiqishi samaradorligi, energiya balansi, sovutish tizimli va sovutish tizimisiz QFPning turli xil parametrlari taqqoslangan. Tajribalar asosida tadbiri qilingan sovutish qo'llanilganda chiqish quvvat 12,4 % oshishi kuzatilgan [8]. Fotovoltaik tizimlar sovutgichlar bilan birgalikda elektrni kamaytirish orqali yuqori iqtisodiy maqsadga muvofiq

energiya tejaydigan sovutish imkoniyatini beradi. Ular qurilish sohasida energiya sarfini kamaytirishi mumkin. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi fotovoltaik suv bilan sovutilgan sovutgichning ishlashini tahlil qilishdir. Tadqiqot ishining yangiligi sifatida bug'latish quvurlarini QFP sovutish tizimida qo'llash va ushbu tizimning samaradorligini aniqlashdir. Tizimda ishlab chiqarilgan har bir kVt-soat energiya uchun sovutish tizimi o'rtacha 11,32 kVt soat issiqlik energiyasi kompensatsiya qilgan [9].

ASOSIY QISM

Buxoro viloyati - Samarqand viloyatining g'arbidan qariyb 225 km janubda, O'zbekistonning markazida, Zarafshon daryosi quyi oqimida joylashgan. Buxoro quruq iqlimga ega hudud hisoblanib Yanvar oyida o'rtacha kunlik harorat $6,6^{\circ}$ C, iyulda o'rtacha $37,2^{\circ}$ darajagacha ko'tariladi. Yillik yog'ingarchilik o'rtacha 135 millimetrni tashkil etadi [10]. Buxoro - O'zbekistonning eng iliq mintaqalaridan biri bo'lib, o'rtacha kunlik yuqori harorat Selsiy bo'yicha 23 darajani tashkil etadi. Yiliga bir necha oy davomida iliq yoki issiq, harorat doimo 25 darajadan yuqori, ba'zan esa 38 darajagacha ko'tariladi [11]. Eng issiq oylar iyun, iyul, avgust va qisman sentabr oylaridir ushbu oylarda kunlik harorat ko'rsatkichlarini quyidagi jadvalda ko'rishimiz mumkin [12].

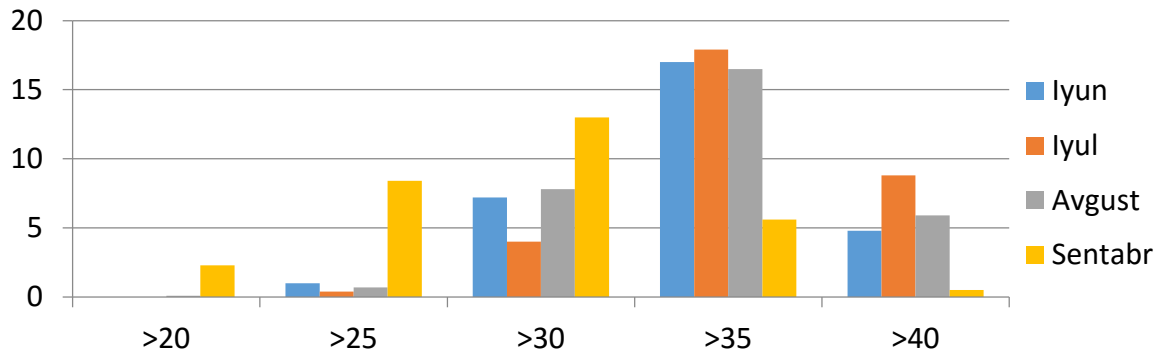
Harorat	Iyun	Iyul	Avgust	Sentabr
>20	0	0	0,1	2,3
>25	1	0,4	0,7	8,4
>30	7,2	4	7,8	13
>35	17	17,9	16,5	5,6

>40	4,8	8,8	5,9	0,5
-----	-----	-----	-----	-----

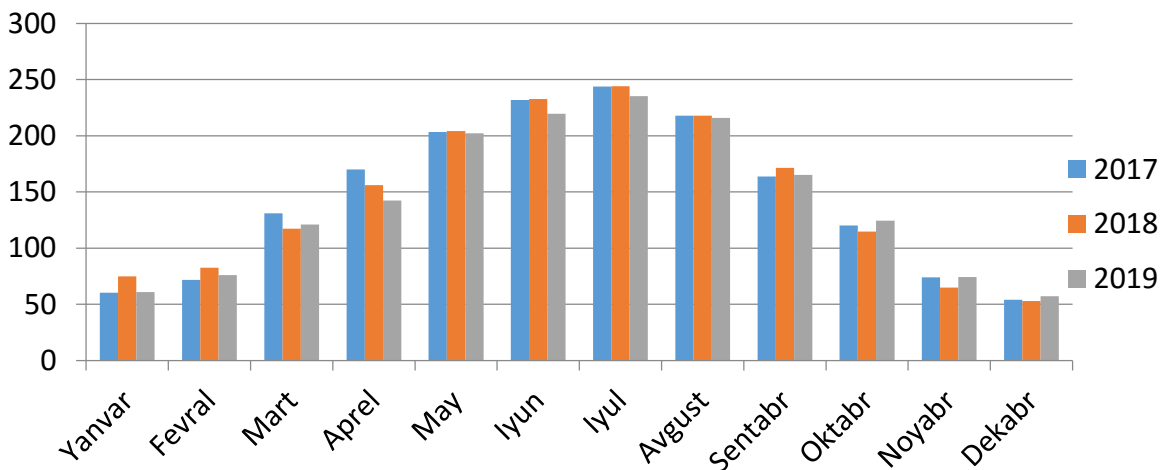
1-jadval. Buxoro viloyatida harorati yuqori kunlar soni oylar kesimida

1-rasm va jadvaldan ko'rinib turibdiki iyul oyida harorat 40 °C dan yuqori kunlar soni eng ko'pdir. Grafikdagi ma'lumotlar

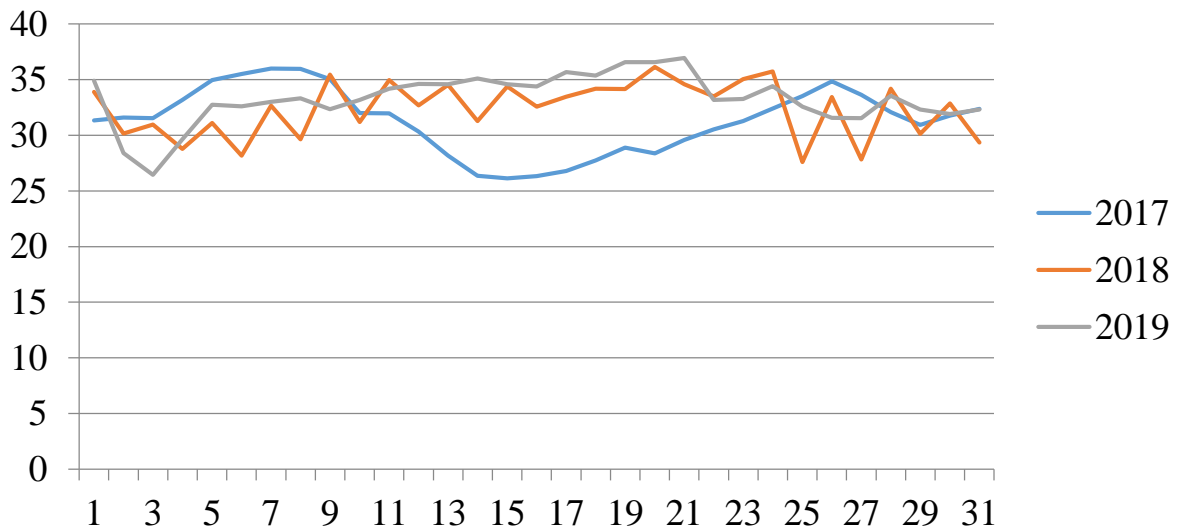
meteoblue.com saytidan olingan bo'lib 30 yilgi ma'lumotlar asosida tuzilgan [13].



1-rasm. Buxoro viloyatida harorati yuqori kunlar soni [13].



2-rasm. Buxoro viloyatida har bir m² yuzaga tushadigan oylik radiatsiya miqdori [14].



3-rasm. Buxoro viloyatida iyul oyida haroratning o'zgarishi [13].

2-rasmda O'zbekiston respublikasida quyosh energiyasida elektr energiyasi ishlab chiqarish imkoniyati yuqoriligi ekanligini ko'rish mumkin. Ayniqsa yoz oylarida boshqa oylarga nisbatan salohiyat ancha yuqori, lekin QFPda samarali sovutish tizimi yo'lga qo'yilmasa, ushbu salohiyatdan elektr energiyasi ishlab chiqarish ulushi kamayib boradi.

3-rasmda, Buxoro viloyatida yilning eng issiq oyi hisoblangan iyul oyida havo haroratining o'zgarishi ko'rsatilgan.

Gibrid energiya manbaining asosiy elementi bu quyosh paneli hisoblanadi. Ularni qo'llash samradorligi hududdagi quyosh radiatsiyasi miqdori, havo harorati, muhitdagi chang miqdori va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi. Bu qurilmalar faqat kunduzi ishlagani sababli ularni boshqa energiya manbalari bilan birgalikda ishlatish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Quyosh fotoelektrik panellaridagi chiqish toki quyidagi tenglama bilan yozilgan (1). Bu erda I_{pv} - foto tok, I_0 -

diodning to'yinish toki, V_t - quyosh panelining ma'lum temperaturadagi kuchlanishi, V - panelning chiqish kuchlanishi, I - PV panelining chiqish toki, R_s va R_p - ketma-ket va shunt ulangan resistorlar qarshiliklari va (a) diodning ideallik konstantasi [15].

$$I_{pv} = I_{ph} - I_0 \left[\exp \left(\frac{V + R_s I_{pv}}{V_t a} \right) - 1 \right] - \left(\frac{V + R_s I_{pv}}{R_p} \right) \quad (1)$$

Fotovoltaik panellar ishlab chiqaradigan tok (I_{ph}) yorug'lik harorati va quyosh nurlanishiga bog'liq. U quyidagi(2) tenglamada ifodalanadi, bu erda T - 300 K haroratdagi va 1000 Wt/m^2 nurlanishdagi, $I_{ph,n}$ - nominal foto-tok. G va G_n - mos ravishda haqiqiy va nominal nurlanish, K_I - tokning harorat koeffitsienti [16].

$$I_{ph} = (I_{ph,n} + K_I \Delta T) \frac{G}{G_n} \quad (2)$$

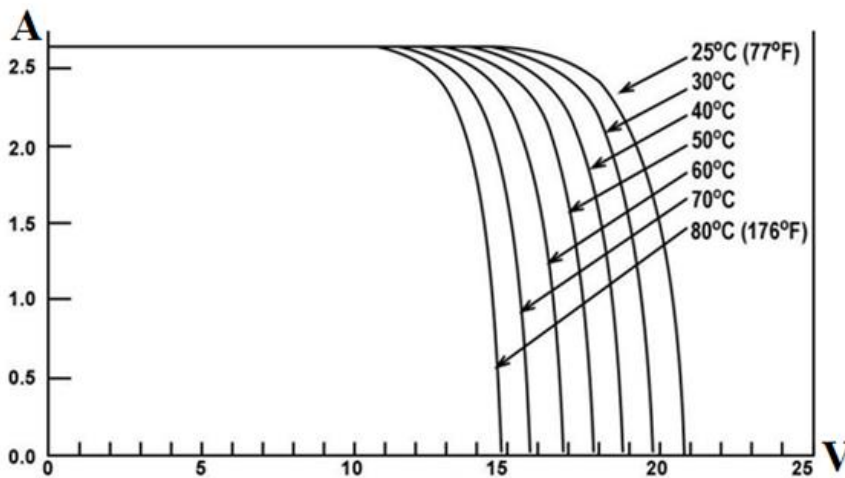
Diodning to'yinish toki (I_0) haroratga bog'liq va quyida tenglama bilan

ifodalanadi. (3). Bu erda K_v - kuchlanishning harorat koeffitsienti, $I_{sc,n}$ - bu nominal sharoitida quyosh foto-panelining qisqa tutashuv toki va $V_{oc,n}$ - bu PV panelining nominal holatidagi salt ishlash kuchlanishi.

$$I_0 = \frac{I_{sc,n} + K_I (T - T_n)}{\exp((V_{oc,n} + K_v \Delta T) / aV_t)}$$

(3)

Fotoelektrik modul chiquvchi elektr energiyasi quvvati uning chiqish kuchlanishiga va toki ko'paytmasiga teng. Fotoelektrik modulning chiqish xarakteristikalarini (VAT) volt-amper tavsifi deb ataladigan egri chiziq bilan tavsiflanadi. 2.22-rasmda FEM ning volt - amper tavsiflari haroratga bog'liq ravishda ko'rsatilgan [17].



4-rasm. Quyosh fotoelementining Volt-Amper tavsifi [17].

Quyosh Foto Elementi (QFE) ning nominal quvvatini aniqlash uchun, chiqish quvvati standart tajribaviy sharoitlar (STC) da o'lchanadi. Real sharoitlarda ishlaydigan QFE uchun shunday ko'rsatkichlarni amalda ta'minlab bo'lmaydi, shuning uchun ishlab chiqaruvchilar QFE uchun "normal sinov sharoitlar" (Standard test conditions=STC) nomlanuvchi ko'rsatkichlar asosida QFE ni sinovdan o'tkazadilar. ya'ni QFEning temperaturasi 25 °S va hududning yoritilganligi 800 Vt/m² bo'lgandagi qiymat tanlab olinadi [18].

Ushbu tadqiqotda Sovutish tizimi qo'llanilgan tizim bilan sovutish tizimi qo'llanilmagan tizim taqqoslangan va QFP ishlab chiqaradigan elektr quvvati 33,3 % gacha oshishi kuzatilgan. Sovutish tizimi sifatida suvdan foydalanilgan. QFP yuzasiga harorat oshib borishi bilan maxsus qurilmalar yordamida suv sepiladi. Tadqiqot davomida sovutish rejimlarini samarali boshqarish orqali suv resursini va elektr energiyasini tejash omillari o'rganilgan. Xulosa sifatida suv bilan sovutiladigan va Impulsi boshqaruvga ega tizim samarali deb baholangan [19].



a)



b)



c)

5-rasm. Dunyoda keng qo'llanilayotgan va tuzulishi nisbatan sodda tuzilgan QFPni sovutish tizimlari. a) Suvni purkash orqali sovutish tizimi [18], b) issiqlik energiyasini tashuvchisi sifatida suvdan foydalanishga asoslangan sovutish tizimi [20], c) Atmosfera havosi orqali sovutish tizimi [22].

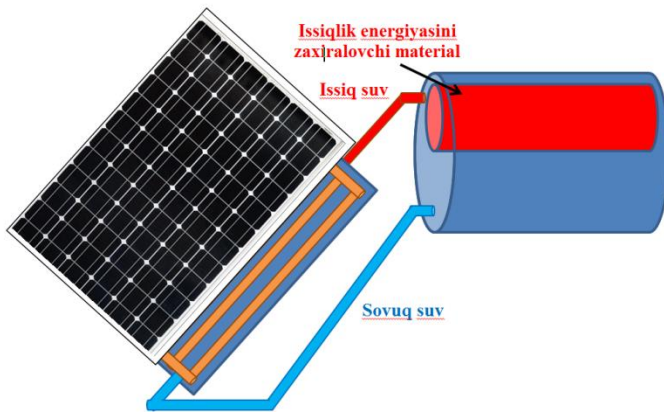
Ushbu tadqiqot ishida Gretsiyada o'rnatilgan bir nechta QFPda tajriba natijalari e'lon qilingan. QFP sovutish tizimida suvdan foydalanilgan. Tadqiqot ishida bir nechta konstruksiyada tajribalar bajarilgan. QFP yuzasida himoya oynasini o'rnatgan holda yoki himoya oynasini o'rnatmagan holda, suv tabiiy aylanishini hosil qilishda izolyatsiya qilingan va izolyatsiyasiz suv hajmlaridan foydalanilgan. Xulosa sifatida suvni tabiiy aylanishiga asoslangan, kattaroq suvni zaxiralash imkoniyatiga ega, tashqi izolyatsiyaga ega hajmlardan foydalanish texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari yuqori ekanligi aniqlandi [21]. Ushbu tadqiqot ishida Ispaniyaning Kartagena shahrida olib borilgan tajriba natijalari keltirilgan. Tadqiqot ishida QFPlarini sovutish maqsadida atmosfera havosidan foydalanish tavsiya etilgan. Sovutish tizimida atmosfera havosidan foydalanish tizimning iqtisodiy ko'rsatkichlarini yaxshilashda katta ahamiyat kasb etadi. Xulosa sifatida tadqiqot ishida tavsiya etilgan amaliy ishlar bajarilsa QFP elektr energiya ishlab chiqarish quvvati 15% ga va

harorati 15 °C ga kamayishi ta'kidlangan [22].

O'zbekistonda tabiiy energetik resurslar zaxirasiga boyligi va aholining ijtimoiy rivojlanishini yaxshilash maqsadida energetik resurslar nisbatan arzon qilib belgilangan. Shu sababli ham respublikamizda qayta tiklanadigan energiya manbalarini tadbiiq qilishda iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichlarini baholash katta ahamiyat kasb etadi. Qayta tiklanadigan energiya manbalarining foydalanib energiya ishlab chiqaradigan energetik qurilmalarning ko'pgina qismi respublikamizda ishlab chiqarilmaydi va chet eldan import qilinadi. Shu sababli ulardan ishlab chiqariladigan energiyaning tan narxi, respublikamizdagi energetik tarmoqlar orqali yetkazib beriladigan energiya tan narxidan qimmat hisoblanadi. Shu sababli respublikamizda qayta tiklanadigan energiya manbalardan foydalanishda yoki qayta tiklanuvchi energiya manbalarida ishlovchi energetik qurilmalarini ishlash sharoitlarini yaxshilovchi tizimlardan foydalanishda

nisbatan arzon tizimlardan foydalanish zarur hisoblanadi. QFPlarida elektr energiyasini ishlab chiqarishda chiqish quvvatini yaxshilashda ishlash haroratini boshqarish katta ahamiyat kasb etadi. Ya'ni yuqori haroratlarda quyosh fotoelementlarini foydali ish koeffitsienti pasayadi quvvat ishlab chiqarishi pasayib ketadi. Shu sababli tizimning elektr energiyasi ishlab chiqarish ko'rsatkichlari

kamayadi va iqtisodiy ko'rsatkichlari pasayishiga olib keladi. Maqolada QFPda sovutish tizimlarini qo'llash bo'yicha ko'pgina olimlar tomonidan tadqiqotlar tahlil qilindi. Tahlillar asosida respublikamizda QFPda sovutish tizimida atmosfera havosi yoki suvning tabiiy aylanishidan foydalanish tavsiya etildi [7,8,19-22].



6-rasm. Quyosh fotoelektrik paneli uchun tavsiya qilinayotgan sovutish tizimi.

XULOSA

Respublikamiz ayniqsa Buxoro viloyati iqlimi issiq bo'lganligi sababli energiya tashuvchi sifatida suvdan foydalanish tavsiya etiladi. Tizimda ajralib chiqqan issiqlik energiyasini jamlash yoki aholi xo'jaliklarida issiq suv ta'minotida qo'llash mumkin (3-rasm). Sovutish tizimi QFP va uning ostida joylashtirilgan mis quvurlardan tashkil topgan. Mis quvurlar ichidagi suv issiqlik energiyasini tashish vazifasini bajaradi ya'ni mis quvurlar ichidagi issiq suv tabiiy konveksiya hodisasi yordamida qurilmaning ustki qismida joylashtirilgan suv bakiga harakatlanadi. Suv bakidagi jamlangan issiqlik energiyasini komunal xo'jalikda foydalanish mumkin. QFPdagi issiqlik energiyasini ko'proq qismini chiqarib olish uchun suv bakini

hajimini yoki suv bakini ichida issiqlik energiyasini zaxiralovchi yoki faza o'zgartiruvchi materiallardan foydalanish zarur(shag'al, tuz, paraffin v.b.). Bundan tashqari harorat yuqori bo'lgan kunlarda suniy konveksiyaning vujudga keltirish maqsadida qo'shimcha nasos qurilmasidan foydalanish mumkin. Nasos qurilmasidan foydalanishda temperaturaga mos ravishda boshqaruv tizimini tashkil etish va qurilmaning quvvatini to'g'ri tanlash muhim ahamiyat kasb etadi. Chunki samarali boshqaruv tizimi joriy qilinmasa yoki motor quvvati to'g'ri tanlanmasa ortiqcha energiya iste'moli vujudga kelib tizimning elektr energiyasi ishlab chiqarish samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.



Taklif etilayotgan sovetish tizimi sodda tuzilgan bo'lib, arzon va xizmat ko'rsatish oson hisoblanadi. Tizimda foydalaniladigan materiallar barchasi mahalliy mahsulotlar bo'lib, tizimdan foydalanishda va ekspluatatsiya jarayonlarida qulayliklar keltirib chiqaradi.

Bundan tashqari ushbu tizim gibril tizim hisoblanib elektr energiyasi ishlab chiqarishi bilan birga issiqlik energiyasi ham ishlab chiqara oladi. Bu esa yoz oylarida uy-xo'jaliklari uchun issiq suv ta'minotida foydalaniladigan energiyani tejashiga olib keladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Xayriddinov B.E., Xolmirzayev N.S., Sattorov B.N. Quyosh energiyasidan foydalanishning fizik asoslari. O'quv-uslubiy qo'llanma, Fan -2011, 8-9 b.
2. Opeyeolu Timothy Laseinde Moyahabo Dominic Ramere. Efficiency Improvement in polycrystalline solar panel using thermal control water spraying cooling. *Procedia Computer Science* 180 (2021) 239–248. DOI: 10.1016/j.procs.2021.01.161
3. Amit Sahay, V.K. Sethi, A.C. Tiwari, Mukesh Pandey. A review of solar photovoltaic panel cooling systems with special reference to Ground coupled central panel cooling system (GC-CPCS). *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 42 (2015) 306–312. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.009>
4. Saber Abdo, Hind Saidani-Scott, Bernardo Borges, M.A. Abdelrahman. Cooling solar panels using saturated activated alumina with saline water: Experimental study. *Solar Energy* 208 (2020) 345–356. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.07.079>
5. Saber Abdo, Hind Saidani-Scott, Jorge Benedi, M.A. Abdelrahman. Hydrogels beads for cooling solar panels: Experimental study. *Renewable Energy* 153 (2020) 777-786. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.02.057>
6. Roozbeh Yousefnejad, Nima Atabaki, Mu Chiao. An algorithm for designing a cooling system for photovoltaic panels. *Solar energy* 194, (2019) pp: 450-460. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.10.031>
7. Rishabh Sharma, Satyendra Singh, Kuber Singh Mehra, Ravi Kumar. Performance enhancement of solar photovoltaic system using different cooling techniques. *Materials Today: Proceedings xxx (xxxx) xxx*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.132>
8. P. Sudhakar, R. Santosh, B. Asthalakshmi, G. Kumaresan, R. Velraj. Performance augmentation of solar photovoltaic panel through PCM integrated natural water circulation cooling technique. *Renewable Energy*, Volume 172, 2021, pp: 1433-1448. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.11.138>.
9. J. Ruiza, P. Martínez, H. Sadafi, F.J. Aguilar, P.G. Vicente, M. Lucas. Experimental characterization of a photovoltaic solar-driven cooling system based on an evaporative chimney. *Renewable Energy* 161 (2020) 43-54. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.06.111>
10. <https://en.wikipedia.org/wiki/Bukhara>
11. <https://www.worlddata.info/asia/uzbekistan/climate-bukhara.php>
12. https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/bukhara_uzbekistan_1217662



13. https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/bukhara_uzbekistan_1217662
14. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
15. Fesharaki, Vahid & Sheikholeslam, Farid & Motlagh, Mohammad. (2017). Implementation of Photovoltaic Panel MPPT Through Robust Feedback Linearization Controller. *International Journal of Emerging Electric Power Systems*. 18. 10.1515/ijeeps-2016-0231.
16. Villalva, M.G. and Gazoli, J.R. Comprehensive Approach to Modeling and Simulation of Photovoltaic Arrays. *IEEE Transactions on Power Electronics*, (2009) 24, 1198-1208. doi:10.1109/TPEL.2009.2013862
17. Elias, Badal & Alsadoon, Sulaiman & Abdulgafar, Sayran. (2014). Modeling and Simulation of Photovoltaic Module Considering an Ideal Solar Cell. 1.
18. Gupta, A. & Kumar, P. & Pachauri, R.K. & Chauhan, Yogesh. (2014). Effect of environmental conditions on single and double diode PV system: A comparative study. *International Journal of Renewable Energy Research*. 4. 849-858.
19. Amirhosein Hadipour, Mehran Rajabi Zargarabadi, Saman Rashidi. An efficient pulsed-spray water cooling system for photovoltaic panels: Experimental study and cost analysis. *Renewable Energy*, vol. 164, 2021, pp 867-875. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.09.021>
20. Manolis Souliotis, Nektarios Arnaoutakis, Giorgos Panaras, Angeliki Kavga, Spiros Papaefthimiou. Experimental study and Life Cycle Assessment (LCA) of Hybrid Photovoltaic/Thermal (PV/T) solar systems for domestic applications. *Renewable Energy*, Vol. 126, 2018, pp- 708-723. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.04.011>.
21. R. Mazón-Hernández, J. R. García-Cascales, F. Vera-García, A. S. Káiser, B. Zamora, "Improving the Electrical Parameters of a Photovoltaic Panel by Means of an Induced or Forced Air Stream", *International Journal of Photoenergy*, vol. 2013, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/830968>
22. Mazón-Hernández, R. & García-Cascales, José & Vera-García, F. & Kaiser, A.s & Zamora, Bryan. (2013). Improving the Electrical Parameters of a Photovoltaic Panel by Means of an Induced or Forced Air Stream. *International Journal of Photoenergy*. 2013. 10.1155/2013/830968