ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 3

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

BUG‘LANISHLI SOVITISH TIZIMINING FOTOELEKTRIK MODULLAR SAMARADORLIGIGA TA’SIRINI TADQIQ QILISH

Komilov Asliddin G‘ulomovich
Energetika vazirligi huzuridagi Qayta tiklanuvchi energiya manbalari milliy ilmiy-tadqiqot instituti, t.f.d., professor
Nasrullayev Yusuf Zokirovich
Qarshi davlat texnika universiteti, t.f.f.d (PhD) dotsent
Xidirov Mirabbos Mirzayor o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti, katta o‘qituvchi

Annotatsiya. Fotoelektrik modullardan elektr energiya ishlab chiqarishda foydalanish muhim va barqaror manbalaridan biri hisoblanadi, biroq haroratning oshishi ularning samaradorligini pasaytiradi. Tahlil natijalariga ko‘ra, bug‘lanishli sovutish tizimi fotoelektrik modul haroratini o‘rtacha 15 °C ga pasaytirgan bo‘lib, 32,6 °C harorat va 62 % nisbiy namlik sharoitida fotoelektrik modullar samaradorligining 8,4 % ga oshishiga olib keldi. Olingan tahlil natijalari bug‘lanishli sovutish tizimlari issiq iqlim sharoitida fotoelektrik modullarning ishlash samaradorligini sezilarli darajada oshirishi mumkinligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: Fotoelektrik modul, bug'lanishli sovutish tizimi, elektr energiya samaradorligi.

Abstract. The use of photovoltaic modules for electricity generation is considered one of the most important and sustainable energy solutions. However, an increase in operating temperature adversely affects their performance and leads to a reduction in energy conversion efficiency. This study investigates the effect of a newly proposed evaporative cooling system on the performance of photovoltaic modules operating under hot climatic conditions. According to the analysis results, the evaporative cooling system reduced the photovoltaic module temperature by an average of 15 °C, resulting in an 8.4% increase in module efficiency under operating conditions of 32.6 °C ambient temperature and 62% relative humidity. The obtained results demonstrate that evaporative cooling systems can significantly enhance the operational efficiency of photovoltaic modules under hot climatic conditions.

Keywords: Photovoltaic module, evaporative cooling system, electrical energy efficiency.

Аннотация. Использование фотоэлектрических модулей для выработки электроэнергии считается одним из наиболее важных и устойчивых источников энергии, однако повышение температуры снижает их эффективность. Согласно результатам анализа, система испарительного охлаждения снизила температуру фотоэлектрического модуля в среднем на 15 °C, что привело к увеличению эффективности фотоэлектрических

ISSN 3030-3907

модулей на 8,4% при условиях температуры 32,6 °C и относительной влажности 62%. Полученные результаты анализа показали, что системы испарительного охлаждения могут значительно повысить эффективность работы фотоэлектрических модулей в условиях жаркого климата.

Ключевые слова: Фотоэлектрический модуль, система испарительного охлаждения, эффективность электрической энергии.

KIRISH.

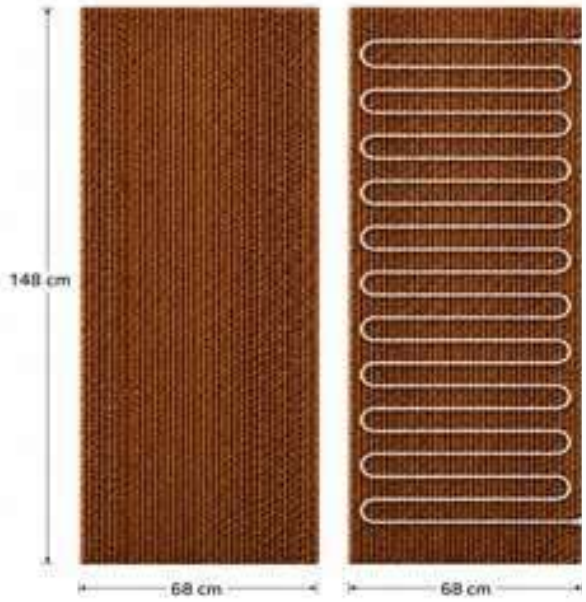
Quyosh energiyasidan foydalanish yer yuzida eng yuqori potensialga ega qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan biri hisoblanadi. FEMlar quyosh energiyasini bevosita elektr energiyasiga aylantiruvchi asosiy (fundamental) texnologiyalardan biri bo‘lib, ular maishiy ehtiyojlar uchun, bino fasadlari va tomlariga, hamda sanoat miqyosidagi yirik elektr stansiyalariga o‘rnatish uchun qulay hisoblanadi [1]. Biroq, ularning hozirgi kunda energiya ishlab chiqarish samaradorligi nisbatan past bo‘lib, odatda 22 % dan oshmaydi. O‘rganilgan adabiyot tahlillarida, fotoelektrik modullarning ishchi haroratini har 1 °C ga oshishi ularning energiya samaradorligini o‘rtacha 0,5 % ga pasayishiga olib keladi [2]. Fotoelektrik modullar haroratini pasaytirish va ularning samaradorligini oshirish maqsadida suv, havo hamda bug‘lanishli sovutish tizimiga asoslangan turli faol va passiv usullar keng qo‘llanilmoqda [3]. Havoni bug‘lantirishga asoslangan sovutish tizimi fotoelektrik modullar bilan integratsiyalashgan holda qo‘llanilib, oldindan sovutilgan tashqi havo haroratini FEMning orqa yuzasiga yo‘naltirilib, ortiqcha issiqlikni samarali kamaytiruvchi takomillashtirilgan sovitish tizimi ishlab chiqildi va FEMning harorati 8–13 °C ga kamayib, energiya ishlab chiqarish quvvati samaradorligi 4,54–18,9% ga oshgani kuzatildi . Almuwailhi va Zeitoun tajribasida fotoelektrik modullarning erkin hamda majburiy bug‘lanish asosidagi sovitish usullari tizimli ravishda o‘rganilgan . Erkin bug‘lanishli sovutish tizimi qo‘llanilganda fotoelektrik modullarning elektr samaradorligi 2,7% ga, majburiy bug‘lanishli sovutish tizimi qo‘llanilganda 3,8% ga oshishi kuzatildi [4].

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Havoni bug‘lantirish asosidagi sovitish tizimiga ega fotoelektrik modulning orqa tomoniga gofrlangan sellyuloza-qog‘oz list biriktirilib, so‘ngra izolyatsiyalangan metall kanal ustiga joylashtirildi. Uch xil qalinlik (50, 100 va 150 mm) sinovdan o‘tkazildi, natijalar 100 mm qalinlikdagi oraliq masofalar eng yuqori samaradorlikni ko‘rsatgani aniqlandi va eksperimental tadqiqot uchun tanlandi 2-rasm. Atmosfera havosi kanalning pastki qismidan uzluksiz ravishda kiritilib, nam gofrlangan sellyuloza-qog‘oz list orqali o‘tkazildi va kanal ichida yo‘naltirilgan holda harakatlanishi ta’minlandi. Atmosfera havosi kanalning pastki qismidan uzluksiz kiritilib, nam gofrlangan sellyuloza-qog‘oz list orqali

ISSN 3030-3907

o‘tkazildi hamda kanal ichida yo‘naltirilgan harakati ta’minlandi. So‘ngra havo kanalning yuqori qismiga o‘rnatilgan, quvvati 12 Vt bo‘lgan markazdan qochma ventilyator yordamida chiqarildi. Suv ilon izi shaklida teshilgan moslashuvchan polietilen truba orqali bir tekisda taqsimlanishi ta’minlandi. Kanal ostiga o‘rnatilgan izolyatsiyalangan rezervuarda to‘plangan suv 15 Vt quvvatli kichik nasos yordamida qayta aylantirilib, sellyuloza qog‘oz listga uzluksiz ravishda yetkazib beradi.



1-rasm. Gofrlangan sellyuloza-qog‘oz list hamda suv taqsimlash quvurlaridan iborat tizimi



2-rasm. Fotoelektrik modullar asosida ishlovchi bug‘lanishli sovitish tizimi

Gofrlangan sellyuloza-qog‘oz list izolyatsiyalangan alikafon bilan qoplangan po‘lat kanal ichiga joylashtirilib, fotoelektrik modul uning ustki qismiga o‘rnatildi. Suv gofrlangan sellyuloza-qog‘oz list yuzasi bo‘ylab oqib, kanalning pastki qismiga yo‘naltirildi va keyinchalik izolyatsiyalangan rezervuarda yig‘ildi. Gofrlangan sellyuloza-qog‘oz listning uch xil qalinligi tijorat standartlari va mavjudlik omillari asosida tanlab olindi 2-rasm.

Bug‘lanishli sovitish tizimida qo‘llaniladigan gofrlangan sellyuloza-qog‘oz list va fotoelektrik modulning xususiyatlari 1-jalvalda keltrilgan.

1-Jadval

№	Material	Sellyuloza-qog‘oz list
1	Kapilyar material modeli	7090
2	Kapillyar material qalinligi (mm)	50, 100, 150
3	Balandlik, mm	1480
4	Kenglik, mm	670
5	Gofrali qatlam burchagi	45°–45°

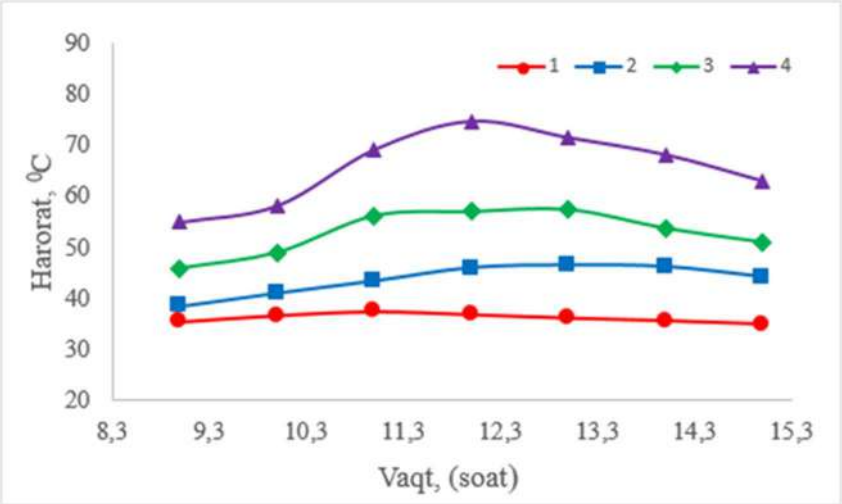
ISSN 3030-3907

6	Gofra balandligi, mm	7
7	Qatlam qalinligi, mm	0.2
8	Materialning g‘ovakligi	0.96

Tajriba tadqiqotlari iyul-avgust oylaridagi quyoshli kunlarda, soat 09:00–15:00 oralig‘ida amalga oshirildi. Ushbu oy yuqori quyosh radiatsiyasi, yuqori harorat va ochiq osmon sharoiti bilan ajralib turishi sababli tanlandi. O‘tkazilgan sinovlar natijasida suv oqim tezligi 3 L/daqiqa (1, 2 va 3 L/daqiqa variantlari orasidan), havo oqim tezligi esa 3 m/s (2; 2,5 va 3 m/s variantlari orasidan) sifatida belgilandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Fotoelektrik modulning orqa yuzasini bug‘lanish asosida sovitish tizimida 50 mm qalinlikdagi gofrlangan sellyuloza-qog‘oz list qo‘llanilganda quyidagi natijalar aniqlandi. Kun davomida sovutilmagan va sovutilgan fotoelektrik modullarning haroratidagi o‘zgarishlari 3-rasmda keltirilgan.



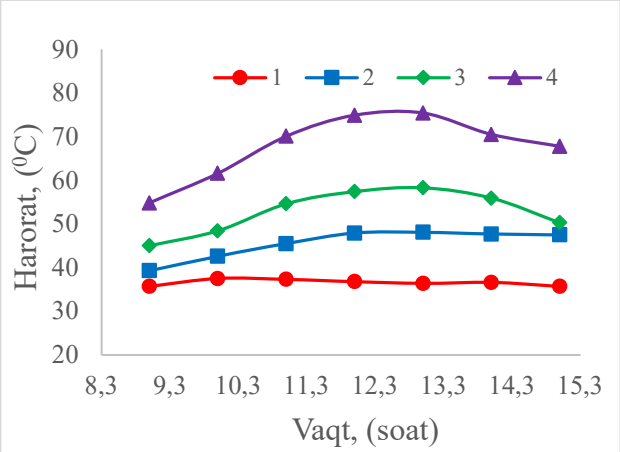
2-rasm. Kun davomida sovutish tizimi qo‘llanilgan va qo‘lnanilmagan fotoelektrik modulda (50 mm sellyuloza-qog‘oz list) harorat o'zgarishi

Grafikdagi to‘rtinchi egri chiziq sovutilmagan fotoelektrik modul haroratini, uchinchi egri chiziq esa sovutilgan fotoelektrik modul haroratini ifodalaydi. Grafikdagi ikkinchi egri chiziq atmosfera havosining haroratini, birinchi egri chiziq esa uzatilayotgan havo haroratini ifodalaydi. Sovutish tizimi qo‘llanilmagan fotoelektrik modul harorati asta-sekin 77 °C gacha ortib, so‘ngra 64 °C gacha pasaygani kuzatildi. Sovutish tizimi qo‘llanilgan fotoelektrik modul harorati tushlik vaqtida 59 °C gacha ko‘tarilib, keyinchalik 52 °C gacha pasaygani kuzatildi. O‘tkazilgan tajriba natijalariga ko‘ra, sovutish tizimi qo‘llanilmagan va qo‘llanilgan fotoelektrik modullarning o‘rtacha haroratlari mos ravishda 69,8 °C va 54,7 °C ni tashkil etgani aniqlandi. Tashqi havo harorati 40–48 °C oralig‘ida bo‘lganda, berilayotgan havo harorati kunning o‘rtasida 37,7 °C gacha ko‘tarilib, soat 15:00 ga kelib 34,5 °C gacha pasaygani kuzatildi.

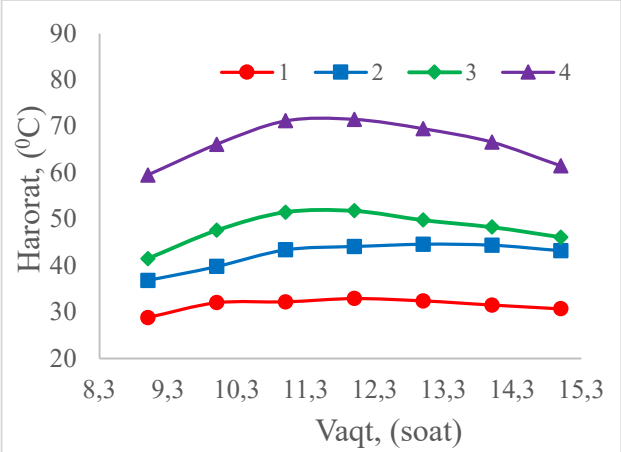
ISSN 3030-3907

Kun davomida sovutish tizimi qo‘llanilgan va qo‘llanilmagan fotoelektrik modullarda harorat o‘zgarishi 50 mm sellyuloza-qog‘oz list asosidagi modullarda sovutish tizimi haroratni

Fotoelektrik modulning orqa yuzasini bug‘lanish asosidagi sovitish tizimida 100 mm qalinlikdagi gofrlangan sellyuloza-qog‘oz list o‘rnatilganda tajriba natijalariga ko‘ra, sovutish tizimi qo‘llanilmagan fotoelektrik modulning o‘rtacha va maksimal harorat ko‘rsatkichlari mos ravishda 64,2 °C va 70,4 °C oralig‘ida o‘zgarishi aniqlandi.



3-rasm. Kun davomida sovutish tizimi qo‘llanilgan va qo‘lnanilmagan fotoelektrik modulda (100 mm sellyuloza-qog‘oz list) harorat o'zgarishi



4-rasm. Kun davomida sovutish tizimi qo‘llanilgan va qo‘lnanilmagan fotoelektrik modulda (150 mm sellyuloza-qog‘oz list) harorat o'zgarishi

Tajriba natijalariga ko‘ra, sovutish tizimi qo‘llanilgan va qo‘llanilmagan fotoelektrik modullarda o‘rtacha harorat farqi 15 °C gacha o‘zgargani va uzatilayotgan havo harorati deyarli barqaror holda 34 °C atrofida barqarorlashgan, tashqi havo harorati esa 37–46 °C oralig‘ida o‘zgarishi aniqlangan.

Gofrlangan sellyuloza-qog‘oz list qalinligi 150 mm gacha oshirilganda bug‘lanish orqali sovitish tizimining samaradorligi oshishi kuzatildi. Qalinlikning ortishi natijasida havo va suv o‘rtasidagi kontakt yuzasi kengayib, bug‘lanish jarayonining intensivligi taxminan 10–20 % ga ortishi mumkin. Bu esa fotoelektrik modulning orqa yuzasidan issiqlikni samaraliroq olib chiqilishiga xizmat qiladi. Natijada sovutish tizimi qo‘llanilgan fotoelektrik modul haroratining qo‘shimcha ravishda 3–6 °C ga pasayishi, ya’ni o‘rtacha qiymatning taxminan 49,2 °C dan 43–46 °C oralig‘igacha kamayishi kuzatildi. Shu bilan birga, uzatilayotgan havo harorati nisbatan barqaror holda 30–32 °C diapazonda o‘zgarishi kuzatildi.

ISSN 3030-3907

FEMda sovutish tizimi qo‘llanilganda ishlab chiqarish quvvati kun davomida izchil ortib borib, tushlik paytida 108 Vt maksimal ko‘rsatkichga erishildi.

Kun davomida quyosh radiatsiyasi o‘rtacha 855 Vt/m² bo‘lganida, sovutish tizimi qo‘llanilgan va qo‘llanilmagan FEMda ishlab chiqarish quvvati o‘rtacha 98,7 Vt va 86,5 Vt ga o‘zgarishi kuzatildi.

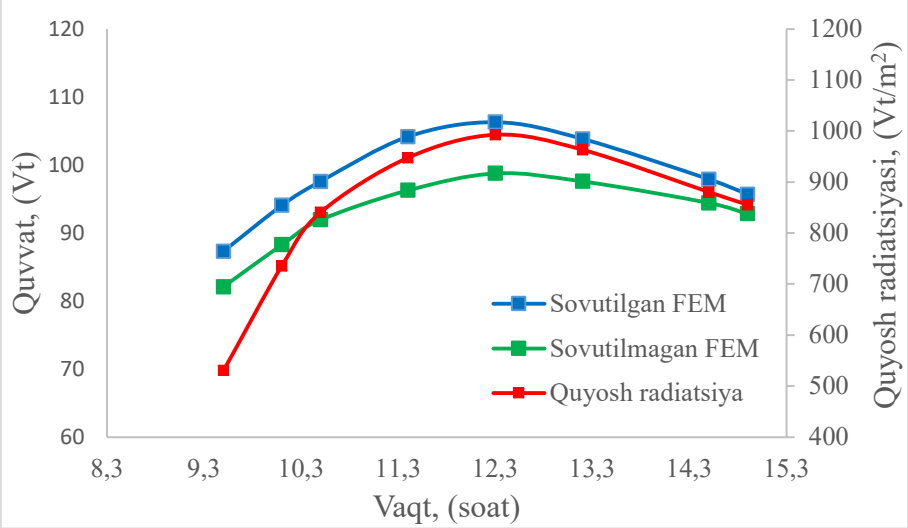
FEMning elektr samaradorligini hisoblashda quyida keltirilgan formula asosida aniqlanadi. [5].

$$\eta = \frac{P}{G \cdot S} \cdot 100\ \% \qquad (1)$$

FEMning elektr samaradorligining nisbiy yaxshilanish darajasi quyida formula yordamida aniqlanadi [6-7].

$$\Delta\eta = \frac{\eta - \eta_s}{\eta_s} \cdot 100\ \% \qquad (2)$$

Bu yerda η — sovutilgan FEMning samaradorligini, η_s esa sovutilmagan FEMning samaradorligini ifodalaydi.



5-rasm. Kun davomida sovutish tizimi qo‘llanilgan va qo‘lnanilmagan fotoelektrik modullarda samaradorligini o'zgarishi

Birinchi holatda tizim samaradorligining ortishi vaqt davomida deyarli barqaror saqlanib, uning maksimal qiymati taxminan 9,3 % ga yetgani kuzatildi. Bu natija jarayonning nisbatan turg‘un va muvozanatli rejimda kechayotganini hamda samaradorlik ko‘rsatkichlari vaqt omiliga sezilarli darajada bog‘liq emasligini ko‘rsatadi.

Ikkinchi holatda esa tizim samaradorligining oshish darajasi yanada yuqori bo‘lib, maksimal qiymat 14,9 % ni tashkil etdi. Mazkur natija ushbu rejimda qo‘llangan usul yoki parametrlarning tizim ishlashiga sezilarli ijobiy ta’sir ko‘rsatganini anglatadi. Taqqoslash natijalari shuni ko‘rsatadiki, ikkinchi holatda kuzatilgan samaradorlik ortishi birinchi holatga nisbatan ancha yuqori bo‘lib,

ISSN 3030-3907

tizimning umumiy ish unumdorligini yaxshilashda samaraliroq ekanligi aniqlandi.

XULOSA. FEMning orqa qismiga sellyuloza-qog‘oz asosidagi maxsus list o‘rnatildi, havo–suv issiqlik almashtirgichi esa bug‘lanish orqali sovutish kanalining kirish qismiga joylashtirildi. Mazkur konstruktiv yechim tizimning issiqlik almashinuvi jarayonini samarali tashkil etish hamda sovutish unumdorligini oshirishga xizmat qiladi. Tizimning asosiy vazifasi FEMning ishchi haroratini me’yoriy darajada ushlab turish, uni barqaror elektr energiyasi bilan ta’minlash va ichki muhitda issiqlik qulayligini yaratishdan iborat bo‘ldi. Jarayon davomida havo issiqlik almashtirgich va namlovchi qatlam orqali o‘tkazilib, sovutilgan hamda namlangan holatda tizimga uzatildi. Natijada, nafaqat FEMning qizib ketishi kamaytirildi, balki atrof-muhit sharoitlarini yaxshilash orqali umumiy energiya samaradorligini oshirishga ham erishildi.

FEMning orqa qismiga qalinligi 100 mm bo‘lgan sellyuloza-qog‘oz qatlam o‘rnatilishi natijasida bug‘lanishli sovutish tizimining samaradorligi sezilarli darajada oshdi. Tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, mazkur tizim FEM ishchi haroratini o‘rtacha 16 °C ga pasaytirishga erishdi, maksimal harorat kamayishi esa 20,4 °C ni tashkil etdi. Bu esa FEMning qizib ketishini sezilarli darajada kamaytirib, uning barqaror ishlashi hamda elektr energiyasi ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga ijobiy ta’sir ko‘rsatdi.

Bug‘lanishli sovutish tizimining qo‘llanilishi natijasida FEMga kiruvchi havo harorati taxminan 10 °C ga pasaytirildi. Shu bilan birga, tizim FEM haroratini maksimal 27,7 °C gacha kamaytirishga erishdi. Olingan natijalar sovutilmagan FEM bilan taqqoslanganda, haroratining umumiy hisobda 36 % ga kamayganini ko‘rsatdi. Mazkur harorat pasayishi FEMning issiqlik rejimini yaxshilab, uning barqaror ishlashi va elektr energiyasi ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Alami A.H., “Effects of Evaporative Cooling on Efficiency of Photovoltaic Modules.,” *Energy Convers. Manag.*, vol. 77, pp. 668–679, 2014.
2. Bayrak F., Abu-Hamdeh N., Alnefaie KA., Öztop HF., “A review on exergy analysis of solar electricity production,” *Renew Sustain Energy Rev.*, vol. 12, no. 3, pp. 755–770, 2017, doi: 10. 1016/j. rser. 2017. 03. 012.
3. M. Chandrasekar and T. Senthilkumar, “Experimental demonstration of enhanced solar energy utilization in flat PV (photovoltaic) modules cooled by heat spreaders in conjunction with cotton wick structures.,” *Energy*, vol. 90, pp. 1401–1410, 2015, doi: 10.1016/j.energy.2015.06.074.
4. K. Z. Haidar ZA., Orfi J., Oztop HF., “Cooling of solar PV panels using evaporative cooling,” *J Therm Eng*, vol. 2, no. 5, pp. 928–933, 2016.

ISSN 3030-3907

5. K. A. Sardarabadi M., Hosseinzadeh M. and Passandideh-Fard M., "Experimental investigation of the efects of using metaloxides/ water nanofuids on a photovoltaic thermal system (PVT) from energy and exergy viewpoints," *Energy*, vol. 138, no. 6, pp. 82–95, 2017, doi: 10. 1016/j. energy. 2017. 07. 046.
6. Kongfu Hu., Ken Chen.., Siyan Chan., Zikai Chen., Yunfei Xu., "Gang PeiExperimental and numerical simulation analysis of spectrally selective photovoltaic/thermal system with phase change materials," *Energy Convers. Manag.*, vol. 347, no. January, p. 120554, 2026.
7. K. Sudhakar., Tulika Srivastava., "Energy and exergy analysis of 36 W solar photovoltaic module," vol. 29, no. 9, pp. 51–57, 2013, doi: 10.1080/01430750.2013.770799.
8. Nasrullayev Yu.Z., Qo'ziyev O.A., Boboqulov Z.A. Fotoelektrik tizimlar energetik ko'rsatkichlarining quyosh nurlanishi intensivligining o'zgarishi va iqlimiy omillar ta'siriga bog'liqligini tadqiq qilish// O'zbekistonning innovatsion taraqqiyotida yoshlarning o'rni, mavzusidagi Respublika ilmiy amaliy anjumani. – Qarshi: QarMII, 2023, 6-10-betlar.
9. Komilov A.G'., Nasrullayev Yu. Z., Ahmadov X.S. Binoga integratsiya qilinadigan fotoelektrik modulni tadqiq qilish stendida eksperimental va simulyatsion natijalarni taqqoslash // "O'zbekistonning innovatsion taraqqiyotida yoshlarning o'rni yosh olimlar va iqtidorli talabalarning mavzusidagi Respublika ilmiy – amaliy anjumani. - Qarshi: QarMII, 2024-yil 5-6-iyun, 4-8 bet.
10. Nasrullayev Yu.Z., Allamuratov A.X. Fotoelektrik modullarni binoga integratsiya qilish usullari va texnologiyalarini tadqiq qilish. Muqobil Energetika ilmiy-texnika jurnali. - 2023. -№1, 63-69 betlar.

ISSN 3030-3907