ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 5

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 5

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

QUYOSH PANELLARINI SAMARADORLIGINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH

Maksumov Mansurbek
Andijon davlat texnika instituti "Qurilish muhandisligi va arxitektura" kafedrasi assistenti
Yunusov Xikmatillo
Andijon davlat texnika instituti "Qayta tiklanuvchi energiya manbalari" yo'nalishi 1-bosqich talabasi
E-mail: xikmatilloyunusovk2@gmail.com
Tel:95.256.59.70

Annotatsiya. Ushbu maqolada issiq va changli iqlim sharoitida fotoelektrik quyosh panellarining ish samaradorligini oshirish va ularni sovitish masalalari tadqiq etilgan. Tadqiqot davomida quyosh panellarining ko'p qatlamli tuzilishi."Comsol .Multiphysics" dasturiy muhitida bitta ekvivalent kompozit material sifatida modellashtirilgan. Maqolada panel yuzasidagi harorat gradiyenti, havo va suv yordamida sovitish tizimlarining samaradorligi hamda issiqlik balansi tenglamalari tahlil qilingan. Olingan natijalar sovitish tizimi orqali panel haroratini sezilarli darajada pasaytirish va tizim samaradorligini 74% gacha yetkazish mumkinligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Quyosh paneli, fotoelektrik o'zgartirgich, samaradorlik, sovitish tizimi, termodinamika, kompozit material. Comsol. Multiphysics, harorat gradiyenti, issiqlik balansi.

Аннотация. В данной статье исследуются вопросы повышения эффективности работы фотоэлектрических солнечных панелей и их охлаждения в условиях жаркого и пыльного климата. В ходе исследования многослойная структура солнечных панелей была смоделирована как единый эквивалентный композитный материал в программной среде."Comsol .Multiphysics". В статье анализируются температурный градиент на поверхности панели, эффективность систем охлаждения с использованием воздуха и воды, а также уравнения теплового баланса. Полученные результаты показывают, что с помощью системы охлаждения можно значительно снизить температуру панели и достичь эффективности системы до 74%.

Ключевые слова: Солнечная панель, фотоэлектрический преобразователь, эффективность, система охлаждения, термодинамика, композитный материал.Comsol.Multiphysics, градиент температуры, тепловой баланс.

Abstract. This article investigates the issues of increasing the operational efficiency of photoelectric solar panels and their cooling under hot and dusty climatic conditions. During the research, the multi-layered structure of solar

panels was modeled as a single equivalent composite material within the."Comsol.Multiphysics" software environment. The paper analyzes the temperature gradient on the panel surface, the efficiency of air and water cooling systems, and heat balance equations. The results demonstrate that the panel temperature can be significantly reduced through a cooling system, achieving a system efficiency of up to 74%.

Keywords: Solar panel, photoelectric converter, efficiency, cooling system, thermodynamics, composite material.Comsol.Multiphysics, temperature gradient, heat balance.

KIRISH.

So‘nggi yillarda energiya resurslariga bo‘lgan global talabning ortishi, an’anaviy yoqilg‘i manbalarining kamayib borishi hamda ekologik muammolarning keskinlashuvi muqobil va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan, xususan quyosh energiyasidan samarali foydalanish zaruratini yanada dolzarb qilib qo‘ymoqda. Quyosh energiyasi ekologik toza, cheksiz va barqaror manba sifatida dunyoning ko‘plab mamlakatlarida energetika tizimining muhim komponentiga aylanmoqda. Shu bilan birga, fotoelektrik quyosh panellarining samaradorligini oshirish va ularning ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilash ilmiy-tadqiqot ishlarining asosiy yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Quyosh panellarining ishlash samaradorligi bevosita ularning harorat rejimiga bog‘liq bo‘lib, yuqori harorat sharoitida fotoelektrik konvertorlarning foydali ish koeffitsiyenti sezilarli darajada kamayadi. Ayniqsa, issiq va changli iqlim sharoitlarida panellar yuzasining qizishi, chang va ifloslanishlarning to‘planishi natijasida energiya yo‘qotishlari ortib boradi. Bu esa ularning uzoq muddatli va barqaror ishlashiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shuning uchun quyosh panellarini sovitish va issiqlik rejimini optimallashtirish dolzarb ilmiy-amaliy muammolardan biri hisoblanadi.

Bugungi kunda quyosh panellarining issiqlik jarayonlarini o‘rganishda matematik modellashtirish va kompyuter simulyatsiya usullari keng qo‘llanilmoqda. Xususan, COMSOL Multiphysics kabi zamonaviy dasturiy muhitlar yordamida murakkab ko‘p qatlamli fotoelektrik tizimlarni ekvivalent kompozit material sifatida modellashtirish, issiqlik uzatish jarayonlarini chuqur tahlil qilish imkonini beradi. Bu esa real sharoitlarga yaqin natijalarni olish va turli sovitish tizimlarining samaradorligini baholashda muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Quyosh panellarining samaradorligini oshirish, ularning issiqlik rejimini boshqarish hamda matematik modellashtirish masalalari bo‘yicha ko‘plab

ISSN 3030-3907

mahalliy va xorijiy olimlar tomonidan tadqiqotlar olib borilgan. Ushbu bo‘limda soha bo‘yicha asosiy ilmiy qarashlar va yondashuvlar tahlil qilinadi.

Avvalo, J.A. Duffie va W.A. Beckman o‘zlarining “Solar Engineering of Thermal Processes” asarida quyosh energiyasini issiqlik va elektr energiyasiga aylantirish jarayonlarining nazariy asoslarini keng yoritib bergan. Ular quyosh panellarining samaradorligi asosan nurlanish intensivligi, ish harorati va material xususiyatlariga bog‘liqligini ta’kidlaydilar hamda issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirish orqali samaradorlikni oshirish mumkinligini asoslab beradilar [1].

F.P. Incropera va D.P. DeWitt o‘zlarining “Fundamentals of Heat and Mass Transfer” asarida issiqlik uzatish jarayonlari, konveksiya va issiqlik balansi tenglamalarini chuqur tahlil qilgan. Ularning qarashlariga ko‘ra, har qanday energiya tizimida, jumladan quyosh panellarida ham issiqlik uzatish jarayonini to‘g‘ri modellashtirish tizim samaradorligini oshirishning asosiy omillaridan biridir [2].

E.E. Anderson “Fundamentals of Solar Energy Conversion” asarida fotoelektrik konvertorlarning ishlash prinsiplarini tahlil qilib, yarimo‘tkazgich materiallarning fizik xususiyatlari va haroratning ularning samaradorligiga ta’sirini ko‘rsatib bergan. Uning fikricha, harorat oshishi bilan kremniy asosidagi quyosh elementlarining elektr samaradorligi pasayadi, bu esa sovitish tizimlarini qo‘llash zaruratini yuzaga keltiradi [3].

COMSOL Multiphysics foydalanuvchi qo‘llanmasida (2023) ko‘p qatlamli materiallarni ekvivalent kompozit tizim sifatida modellashtirish usullari keltirilgan bo‘lib, murakkab issiqlik jarayonlarini raqamli usulda yechish imkoniyati yoritilgan. Ushbu yondashuv orqali real fizik jarayonlarni soddalashtirilgan, ammo yuqori aniqlikdagi modellar orqali tahlil qilish mumkinligi ta’kidlanadi [4].

Shuningdek, O‘zbekistonlik olimlardan M.A. Mamatkosimov va boshqalar o‘zlarining ilmiy ishlarida issiq iqlim sharoitida fotoelektrik panellarning ishlash xususiyatlarini o‘rgangan. Ularning ta’kidlashicha, changli va yuqori haroratli sharoitlarda panellar samaradorligi sezilarli darajada kamayadi va bu holat sovitish hamda tozalash tizimlarini joriy etishni talab etadi [5].

Yuqoridagi ilmiy manbalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, quyosh panellarining samaradorligi nafaqat ularning konstruktiv tuzilishiga, balki issiqlik jarayonlarini boshqarish darajasiga ham bevosita bog‘liqdir. Shu sababli, zamonaviy tadqiqotlarda matematik modellashtirish va kompyuter simulyatsiya usullaridan foydalanish dolzarb yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

METODOLOGIYA.

Ushbu tadqiqotda quyosh panellarining issiqlik jarayonlarini tahlil qilish uchun matematik modellashtirish va sonli simulyatsiya usullari qo‘llanildi. Ko‘p

ISSN 3030-3907

qatlamli fotoelektrik quyosh paneli ekvivalent kompozit material sifatida qaralib, uning issiqlik fizik xususiyatlari yagona tizimga keltirildi. Issiqlik uzatish jarayonlarini o‘rganishda energiya balansi tenglamalari va konveksiya jarayonlari asosiy matematik model sifatida ishlatildi. Hisoblash jarayonlari COMSOL Multiphysics dasturiy muhitida amalga oshirilib, turli sovitish sharoitlarida harorat taqsimoti va gradiyentlari tahlil qilindi. Olingan natijalar havo va suv asosidagi sovitish tizimlarining samaradorligini solishtirish imkonini berdi.

TAHLI VA NATIJALAR.

Quyosh panellarining samaradorligi ularning quyosh energiyasidan elektr energiyasini ishlab chiqarishda foydaliligini aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Quyosh panellari yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirish uchun mo'ljallangan va ularning samaradorligi bunda ularning samaradorligini aniqlashda muhim omil hisoblanadi. Ushbu maqolada quyosh paneli samaradorligi qanday hisoblanganligi va yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda maksimal samaradorlikni ta'minlash uchun uni qanday optimallashtirish mumkinligi batafsil tahlil qilinadi.

Bugungi kunda yarimo‘tkazgichlar sohasidagi nazariy va eksperimental tadqiqotlar natijasida matritsali va ko‘p tomonlama ishlovchi fotoelektrik konvertorlar yaratilmoqdaki, ulardagi yuqori chiqish kuchlanishlarini olishda konsentrlangan quyosh nurlanishidan foydalanilmoqda . Bunday fotoelektrik quyosh panellar quyosh radiatsiyasiga nisbatan sezgir bo‘lib, yarimo‘tkazgichlarni, xususan kremniy iste’molini uch-to‘rt baravargacha kamaytirish imkonini beradi. Ammo, quruq, issiq, kontinental va changli iqlim sharoitida fotoelektrik quyosh panellar qizishi kuzatiladi. Bundan kelib chiqadiki, bunday sharoitlarda ularni samarali sovitish usullarini ishlab chiqish dolzarb vazifalardan birini tashkil etadi**.** Ishlab chiqilgan quyosh va gidroenergiyalarda ishlaydigan gibrid tizimdagi quyosh elektr stansiyasi panelini gidroelektrostansiya energiyasidan foydalanib sovitishda quyosh panelini haroratini o‘zgarishi o‘rganildi . Quyosh fotobatareyasini sovitish va undan ajralgan issiqlik energiyasidan foydalanish borasida qator tadqiqotlar o‘tkazilgan [1]. Ammo ularda atrof muhit va sovitish suyuqligi yoki gazining vaqt davomida o‘zgarishi, quyosh batareyasi uzunligi bo‘yicha kun davomida haroratini o‘zgarishi yetarlicha tadqiq etilmagan. Quyosh elementida issiqlik uzatish jarayonini o‘rganishda fotoelementni tashkil etuvchi qatlamlarning qalinligi va termodinamik xususiyatlarini hisobga olgan holda quyosh panelini ekvivalent kompozitsion materiali “Comsol multiphysics 6.1” dasturiy muhitida matematik modellashtirish asosida hosil qilindi [2]. Olingan natijalardan quyosh panelini turli sharoitlarda ishlatiganda panel sirtidagi turli termodinamik o‘zgarishlarni va xususiyatlarini tahlil etish mumkin. Quyosh fotobatareyasini tashqi maxsus

ISSN 3030-3907

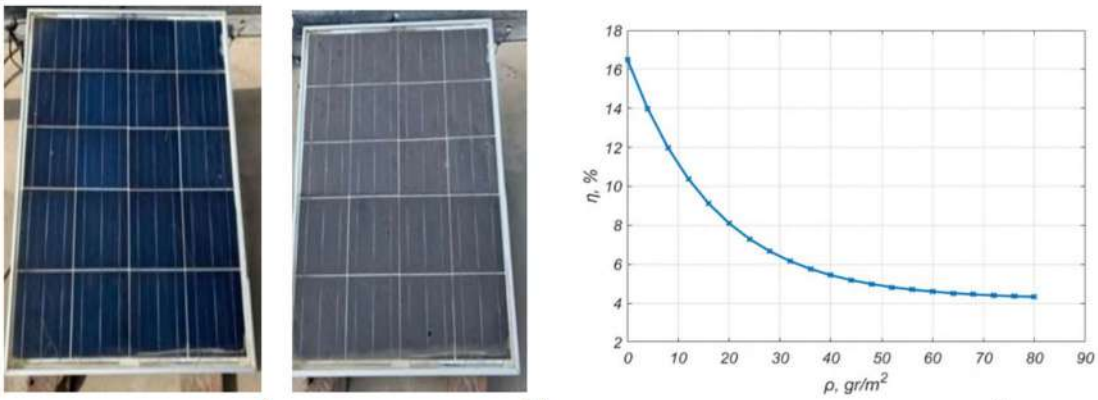
sovutish qurilmasi bilan sovitishda quyosh panelini bitta qatlamdan iborat material sifatida qarash uchun uning shisha, YEVA, va tedlerdan iborat qatlamlardan issiqlik o‘tishini o‘rganilib, uni termodinamik jihatdan ekvivalent bo‘lgan bitta kompozit materialnga almashtirildi. Kompyuterda ortiqcha resurs ishlatmaslik va hisoblash natijasini yuqori aniqlikda amalga oshirish uchun eni va bo‘yi 6 mm bo‘lgan kichik o‘lchamdagi quyosh batareyasi modeli tanlandi. Bunda ustki va ostki yuzalari orasidagi harorat gradiyenti 1 K ga teng deb olindi. Ekvivalent kompozit materialning ekvivalent issiqlik uzatish koeffitsiyenti, issiqlik sig‘imi va zichligi aniqlandi [3].

Quyosh panelining eni va bo‘yi 6 mm, qalinligi 4,71 mm, pastki yuzasidagi harorat T_0=25^{o}C, OX, OY, OZ yo‘nalishlarda harorat gradiyenti mos holdagi yo‘nalishlarda issiqlik o‘tkazuvchanligi o‘rganilganda dT_x=1 K, dT_y=1 K, dT_z =1 K. bo‘lgan holatlar uchun parametrik tadqiqot o‘tkazildi. Bunda quyidagi issiqlik balansi tenglamalaridan foydalanildi:

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} + \rho C_p u \cdot \nabla T + \nabla \cdot q = Q + Q_{ted}$$

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} + \rho C_p u \cdot \nabla T + \nabla \cdot q = Q + Q_p + Q_{vd}$$

bu yerda u-havo tezligi, m/s; q-solishtirma issiqlik miqdori; C_p-doimiy bosimdagi havoning issiqlik sig‘imi, (J/kg*K) ; Q-issiqlik manbai (J); Q_{ted}-termoelastik dempferlash energiyasi (J); Q_p–nuqtaviy issiqlik manbai (J), Q_{vd}–qovushqoqlik evaziga energiya dissipatsiyasi (J) [4].



a) b) c)

1-rasm. Quyosh fotoelektrik batareyasining toza (a), changlanganlik holati (b) va changlanganlik miqdorining qurilmaning samaradorlik ko‘rsatgichiga bog‘liqlik egri chizig‘i (c)

Olingan ekvivalent kompozit material asosida hisoblash natijalariga ko‘ra, tashqi havo harorati 40-45 °C ni tashkil etganda panel yuzasini harorati 108 °C gacha yetdi. Quyosh paneli orqasida o‘rnatilgan va kanallari bo‘lgan alyuminiy qutidan 0,1 m/s tezlikda suv oqib o‘tganda quyosh paneli harorati 49,2 °C, suv harorati 48,2 °C ni tashkil etdi. Yuqorida olingan natijalarga asoslanib, issiq

ISSN 3030-3907

iqlimli hududlarda quyosh panellarini sovutish uchun havo oqimi ishlatilishi mumkinligini aytish mumkin. Yuqori issiqlik uzatish koeffitsiyentiga ega alyuminiy kabi materiallardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Havo tezligining turli qiymatlarida amalga oshirilgan hisob-kitoblar shuni ko‘rsatdiki, bunda havo oqimi tezligi 2 m/s yoki undan ko‘p bo‘lishi kerak. Quyosh panelida uzunasiga joylashtirilgan quyosh batareyalari sonini kamaytirish orqali panelning harorati nazorat qilinishi mumkin. Ya’ni, havo oqimi bo‘ylab elementlarning soni 5 ta bo‘lsa, 2 m/s tezlikda havo bilan sovutilganda paneldagi maksimal harorat 55 °C ni tashkil qiladi. Sovitish qurilmasida ortiqcha bosimni keltirib chiqaradigan kanallardagi harorat gradiyenti tufayli, modeldagi havo chiqish tezligining maksimal qiymati 2,46 m/s, ortiqcha bosimning maksimal qiymati esa 20 Pa ga teng bo‘lgan. Suv o‘rnida atrof-muhit havosi bilan sovutilganda, quyosh paneli harorati 67,7° C bo‘ldi. 2 m^2 quyosh panelini sovutish uchun sarflangan energiya va panelni sovutishda qo‘shilgan quvvatni solishtirganda sovutish tizimining samaradorligi 74% ni tashkil etdi. Bunday harorat va tezlikdagi havo oqimidan turli xil mahsulotlarni quritish uchun foydalanish mumkin [5].

XULOSA.

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, issiq va changli iqlim sharoitlarida quyosh panellarining harorati sezilarli darajada oshib, ularning samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Matematik modellashtirish asosida olib borilgan tahlillar quyosh panellarini sovitish tizimlari yordamida ularning ish haroratini sezilarli kamaytirish mumkinligini tasdiqladi. Havo va suv asosidagi sovitish usullari solishtirilganda, suv orqali sovitish yuqoriroq samaradorlikni ta’minlashi aniqlandi. Shuningdek, havo oqimi tezligini oshirish ham panel haroratini pasaytirishda muhim omil ekanligi ko‘rsatildi. Olingan natijalar quyosh energetikasi tizimlarini yanada samarali loyihalash va ularning ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini yaxshilash uchun ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Comsol Multiphysics 6.1 User's Guide. (2023). Mathematical Modeling of Composite Materials and Heat Transfer Analysis. COMSOL AB, Stockholm, Sweden.
2. Mamatkosimov, M. A., et al. (2022). Yarimo‘tkazgichli fotoelektrik konvertorlarning issiq iqlim sharoitida ishlash xususiyatlari. Toshkent: Fan va texnologiyalar nashriyoti.
3. Anderson, E. E. (2020). Fundamentals of Solar Energy Conversion. New York: Academic Press. (Quyosh nurlanishini elektr energiyasiga aylantirish nazariyasi uchun).

ISSN 3030-3907

4. Incropera, F. P., & DeWitt, D. P. (2017). Fundamentals of Heat and Mass Transfer. John Wiley & Sons. (Issiqlik balansi tenglamalari va konveksiya jarayonlari bo‘yicha).
5. Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley. (Kompozit materiallar va issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentlarini aniqlash metodologiyasi bo‘yicha).

ISSN 3030-3907