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

GELIOISSIQXONALARDA ENERGIYA TEJAMKOR ISITISH TIZIMLARI VA QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGI

Uzoqov G‘ulom Norboyevich
Qarshi davlat texnika universiteti professori, t.f.d.
Ibragimov Umidjon Xikmatullayevich
Qarshi davlat texnika universiteti professori, DSc
E-mail: ibragimov_u@rambler.ru
Qodirov Jobir Ro‘zimamatovich
Buxoro davlat universiteti dotsenti, PhD
E-mail: qodirov.jobir@mail.ru
ORCID: 0000-0003-4596-405X
Xusenov Aslam Aktam o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti assistenti

Annotatsiya. Mazkur maqolada gelioissiqxonalarda energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan zamonaviy isitish texnologiyalari tahlil qilingan. Quyosh energiyasi, issiqlik saqlash tizimlari, yer-havo issiqlik almashinish qurilmalari hamda fotoelektr-termal tizimlarning texnik imkoniyatlari o‘rganilgan. Turli davlatlarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar asosida passiv va faol quyosh isitish tizimlarining samaradorligi baholangan. Issiqlik saqlovchi materiallar va mavsumiy issiqlik akkumulyatsiyasi tizimlarining issiqxona ichki muhitiga ta’siri tahlil etilgan. Tadqiqotlar natijasida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish energiya sarfini kamaytirishi va issiqxona ichki haroratini barqarorlashtirishi aniqlangan. Olingan natijalar gelioissiqxonalarni energiya tejamkor va ekologik xavfsiz tizimlar asosida rivojlantirish istiqbolli yo‘nalish ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: gelioissiqxona, quyosh energiyasi, issiqlik saqlash tizimi, energiya samaradorligi, fotoelektr-termal tizim, issiqlik almashinuvi, qayta tiklanuvchi energiya.

Abstract. This article analyzes modern heating technologies aimed at improving energy efficiency in solar greenhouses. The technical capabilities of solar energy, heat storage systems, ground-air heat exchange devices, and photovoltaic-thermal systems were studied. Based on scientific research conducted in various countries, the efficiency of passive and active solar heating systems was evaluated. The influence of heat storage materials and seasonal heat accumulation systems on the internal greenhouse environment was analyzed. The research results revealed that the use of renewable energy sources reduces energy consumption and stabilizes the internal temperature of the greenhouse. The obtained results show that the

development of solar greenhouses based on energy-efficient and environmentally safe systems is a promising direction.

Keywords: solar greenhouse, solar energy, heat storage system, energy efficiency, photovoltaic-thermal system, heat exchange, renewable energy.

Аннотация. В данной статье проанализированы современные технологии отопления, направленные на повышение энергоэффективности гелиотеплиц. Изучены технические возможности солнечной энергии, систем аккумулирования тепла, грунтово-воздушных теплообменных устройств, а также фотоэлектрическо-тепловых систем. На основе научных исследований, проведённых в различных странах, оценена эффективность пассивных и активных систем солнечного отопления. Проанализировано влияние теплоаккумулирующих материалов и систем сезонного накопления тепла на внутреннюю среду теплицы. Результаты исследований показали, что использование возобновляемых источников энергии позволяет снизить энергопотребление и стабилизировать внутреннюю температуру теплицы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что развитие гелиотеплиц на основе энергоэффективных и экологически безопасных систем является перспективным направлением.

Ключевые слова: гелиотеплица, солнечная энергия, система аккумулирования тепла, энергоэффективность, фотоэлектрическо-тепловая система, теплообмен, возобновляемая энергия.

KIRISH.

Barqaror qishloq xo‘jaligini rivojlantirish bugungi kunda global miqyosdagi muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Aholi sonining ortib borishi oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan talabni yanada kuchaytirmoqda. Shu sababli yil davomida yuqori hosildorlikni таъминlay oladigan issiqxona texnologiyalariga ehtiyoj ortib bormoqda. Biroq issiqxonalar katta miqdorda energiya talab qiluvchi tizimlardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, isitish va yoritish jarayonlarida yuqori energiya sarfi iqtisodiy xarajatlarning ortishiga olib keladi. Shu bilan birga, an’anaviy energiya manbalaridan foydalanish ekologik muammolar va uglerod chiqindilarining ko‘payishiga sabab bo‘lmoqda. Gelioissiqxonalarda quyosh energiyasi va issiqlik saqlash tizimlaridan foydalanish ushbu muammolarni kamaytirishning samarali usuli sifatida qaralmoqda. Mazkur tadqiqotning dolzarbligi issiqxonalarda qayta tiklanuvchi energiya texnologiyalaridan foydalanish orqali energiya samaradorligini oshirish imkoniyatlarini ilmiy asosda tahlil qilish bilan belgilanadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Mazkur tadqiqotda gelioissiqxonalarda qo‘llaniladigan energiya tejamkor isitish tizimlarining samaradorligini baholash metodologiyasi qo‘llanildi. Tadqiqot davomida

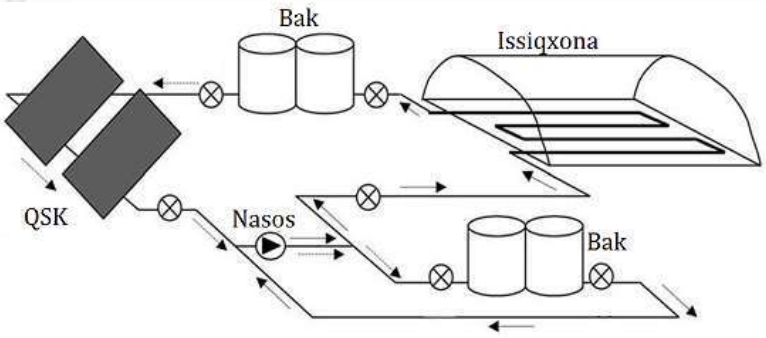
ISSN 3030-3907

mahalliy va xorijiy ilmiy maqolalar, eksperimental tadqiqotlar hamda modellashtirish natijalari tahlil qilindi. Passiv quyosh isitish tizimlari, faza o‘zgaruvchi materiallar, yer-havo issiqlik almashinish qurilmalari va PV/T tizimlari asosiy tadqiqot obyektlari sifatida tanlab olindi. Tizimlarning energiya samaradorligi issiqlik uzatish, energiya saqlash va eksergetik ko‘rsatkichlar asosida baholandi. Shuningdek, turli iqlim sharoitlarida issiqxona ichki haroratining o‘zgarishi va energiya iste’moli ko‘rsatkichlari qiyosiy tahlil qilindi. Tadqiqotda iqtisodiy samaradorlikni aniqlash uchun energiyani qoplash muddati va ekspluatatsion xarajatlar hisobga olindi. Olingan natijalar asosida gelioissiqxonalarda energiya tejovchi va ekologik xavfsiz tizimlarni joriy etish bo‘yicha ilmiy xulosalar shakllantirildi.

NATIJALAR TAHLILI VA MUHOKAMASI. Barqaror rivojlanish doirasida global miqyosda eng murakkab va muhim yo‘nalishlardan biri barqaror qishloq xo‘jaligini ta’minlash hisoblanadi. Ushbu masala uchta asosiy mezon bilan tavsiflanadi: energiyadan foydalanish samaradorligi, atrof-muhitga ta’sir darajasi va iqtisodiy tejamkorlik. Aholi sonining ortib borishi oziq-ovqat ishlab chiqarish va hosildorlik hajmini oshirishni talab etadi. Hosildorlikni ko‘paytirish va turli iqlim sharoitlarida o‘simliklarning o‘sishini nazorat qilish maqsadida issiqxonalardan keng foydalaniladi, biroq ular qishloq xo‘jaligi sohasidagi eng yuqori energiya talab qiluvchi tarmoqlardan biri hisoblanadi. Shu bilan birga, issiqxonalar ochiq maydonlarga nisbatan 10-20 baravar yuqori hosil berishi sababli eng daromadli yo‘nalishlardan biri ham sanaladi [1]. Biroq bunday yuqori hosildorlik katta boshlang‘ich investitsiya, mehnat resurslari, o‘g‘itlar va ayniqsa isitish hamda yoritish uchun katta miqdordagi energiya sarfini talab etadi. Shu bois, issiqxona sektorida energiya iste’molini chuqur tahlil qilish va quyosh issiqxonalari kabi muqobil yechimlarga o‘tish zarurati tobora ortib bormoqda [2]. Issiqxonalar o‘simliklarni yuqori sifatda yetishtirish, ularni shamol, yomg‘ir kabi noqulay tabiiy omillardan himoyalash hamda mavsumdan tashqari davrlarda hosil olish imkonini beradi. Hozirgi vaqtdaga qadar gelioissiqxona isitish tizimlarining samaradorligini oshrish bo‘yicha ko‘p sonli ilmiy tadqiqot ishlari olib borilgan. Bargach va boshqalar [3] qishloq xo‘jaligi issiqxonalarini isitish uchun qo‘llaniladigan ikki xil quyosh tizimining eksperimental tahlilini amalga oshirgan. Birinchi tizim polietilen qoplamali issiqxona tashqarisiga o‘rnatilgan yassi plastinali quyosh kollektorlariga asoslangan. Ikkinchi tizim esa metilen ko‘kining (blue of methylene) selektiv yutilish xususiyatidan foydalangan holda shaffof alveolyar polietilen kollektorlar orqali issiqlik tashuvchi suyuqlik yordamida issiqxona ichida joylashtirilgan bo‘lib, shisha tomli issiqxonada sinovdan o‘tkazilgan (1-rasm). Har ikkala tizim bo‘yicha tajribalar bir necha kun davomida parallel ravishda bajarilgan. Ushbu ishda birinchi tizim bilan isitilgan

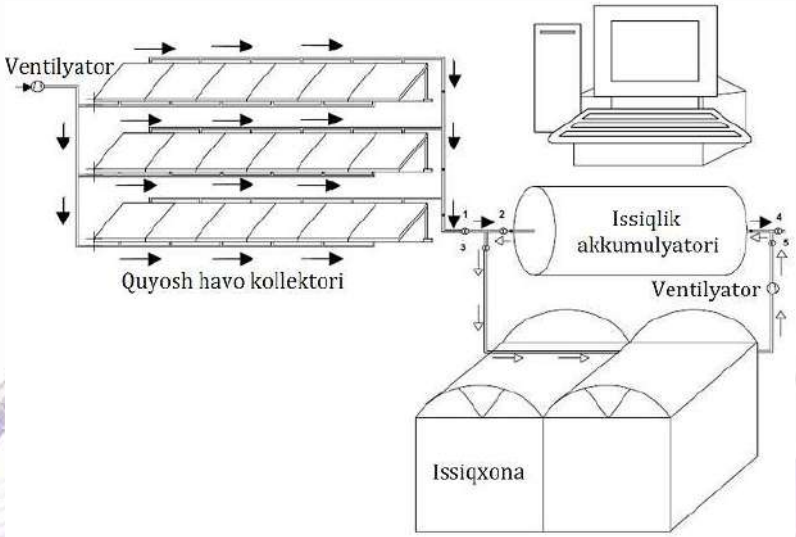
ISSN 3030-3907

plastik issiqxona bo‘yicha olingan eksperimental natijalar hamda ikkinchi tizim bilan isitilishi modellashtirilgan ayni issiqxona uchun hisoblangan natijalar asosida tizimlarning ishlash samaradorligi taqqoslangan.



1-rasm. Issiqxonani quyosh suv kollektorlari yordamida isitish tizimi

Chen va Liu [4] issiqlik saqlash qatlamiga ega bo‘lgan passiv quyosh isitish xonasida issiqlik almashinuvi va havo oqimlarini o‘rgangan. Natijalar issiqlik izolyatsiyasi harorat taqsimotiga va havo aylanishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini aniqlagan. Tosh qatlam uchun o‘tkazilgan tahlil natijalari quyidagilarni ko‘rsatgan: g‘ovaklik ma’lum oraliqda saqlanganda, tosh donalarining kattalashuvi issiqlikni jamlash va isitish effektini kuchaytiradi; g‘ovaklikning ortishi qatlam haroratining ko‘tarilishiga va tosh massasining kamayishiga olib keladi; materialning issiqlik sig‘imi va issiqlik o‘tkazuvchanligi qatlamning o‘rtacha haroratiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli, bunday omillar quyosh isitish tizimini loyihalashda albatta inobatga olinishi lozim. 180 m^2 pol maydoniga ega issiqxonani isitish uchun parafin mumiga asoslangan faza o‘zgaruvchi material (PCM) bilan mavsumiy yashirin issiqlik saqlash tizimi ishlab chiqilgan [5]. Tizim besh asosiy moduldan iborat bo‘lgan: (1) quyosh havo kollektorlari, (2) yashirin issiqlikni saqlash bloki, (3) tajriba issiqxonasi, (4) issiqlik uzatish tizimi va (5) ma’lumotlarni yig‘ish bloki (2-rasm).



2-rasm. Issiqlikni akkumulyatsiyalash va issiqxonani isitish tizimi

ISSN 3030-3907

Tashqi issiqlik yig‘ish bloki janubga yo‘naltirilgan, 55° burchak ostida o‘rnatilgan 27 m^2 quyosh havo isitkichlaridan tashkil topgan. Issiqlik saqlash uchun ishlatilgan po‘lat bakning diametri 1,7 m va hajmi 11,6 m^3 bo‘lib, unga 6000 kg parafin joylashtirilgan, bu issiqxonaning har bir kvadrat metri uchun 33,33 kg PCM ga tengdir. Tizim samaradorligini baholash uchun energiya va eksergiya tahlillari amalga oshirilgan. Yashirin issiqlikni saqlash blokida uzatilgan issiqlik quvvati 1,22-2,63 kVt, saqlangan issiqlik quvvati esa 0,65-2,1 kVt oralig‘ida bo‘lgan. Kunlik o‘rtacha eksergetik issiqlik uzatish va saqlash qiymatlari mos ravishda 111,2 Vt va 79,9 Vt ni tashkil etgan. Tajriba davomida o‘rtacha sof energiya samaradorligi 40,4%, eksergetik samaradorlik esa 4,2% ni tashkil etgan.

Ichki issiqlik pardasi, yer-havo issiqlik almashinish qurilmasi hamda geotermal isitish tizimining turli kombinatsiyalariga asoslangan issiqxonani isitish uchun issiqlik modeli ishlab chiqilgan [6]. Ushbu tahlilda uch zonali issiqxonaning issiqlik xarakteristikasi o‘rganilgan va hisoblashlar Argentinaning janubiy qismida joylashgan odatiy ishlab chiqarish issiqxonasi uchun bajarilgan. Issiqlik pardasi va yer-havo issiqlik almashinish qurilmasi bilan jihozlangan issiqxona issiqlik pardasi va geotermal energiyaga asoslangan issiqxona bilan taqqoslangan. Natijalar o‘simliklar atrofidagi harorat tebranishlari har ikkala holatda ham deyarli bir xil ekanini ko‘rsatgan. Shu bilan birga, geotermal manba mavjud bo‘lmagan hududlarda yer-havo issiqlik almashinish qurilmasi issiqxonani isitish uchun maqbul muqobil manba bo‘la olishi aniqlangan. Biroq, birinchi zonadagi haroratning oshishi geotermal tizimda biroz yuqoriroq bo‘lgani qayd etilgan. Boshqa bir tadqiqotda issiqxonada qalampir turlarini yetishtirish jarayonida yer osti suv qatlamlari orqali issiqlikni boshqarish tizimi qo‘llanilgan [7, 8]. Ushbu tizimning yil davomida ishlash ko‘rsatkichlari eksperimental baholangan. Tizim sug‘orish uchun mo‘ljallangan chuqur quduq orqali olinadigan va yil davomida taxminan 24°C atrofida bo‘ladigan yer osti suvidan foydalanib, qish mavsumida issiqxonani isitish, yoz mavsumida esa sovitish vazifasini bajargan. Tizimning samaradorligi to‘liq qish va yoz sharoitlarida tekshirilgan. Haddan tashqari issiq yoz kunlarida tizim samaradorligini oshirish va nisbiy namlikni yaxshilash maqsadida oddiy bug‘latib sovitish jarayoni ham qo‘shilgan. Natijalar qish mavsumida tunda issiqxona ichki harorati tashqi muhitga nisbatan 7-9°C ga yuqori, yoz kunduzida esa 6-7°C ga past darajada ushlab turilganini hamda harorat tebranishlari kamayganini ko‘rsatgan. Shuningdek, ekstremal yoz sharoitlarida nisbiy namlik darajasining yaxshilangani ham qayd etilgan.

Najjar va Hasan [9] issiqxona ichki haroratini pasaytirish maqsadida faza o‘zgaruvchi materiallardan (PCM) foydalanish imkoniyatini tadqiq qilgan. Ular

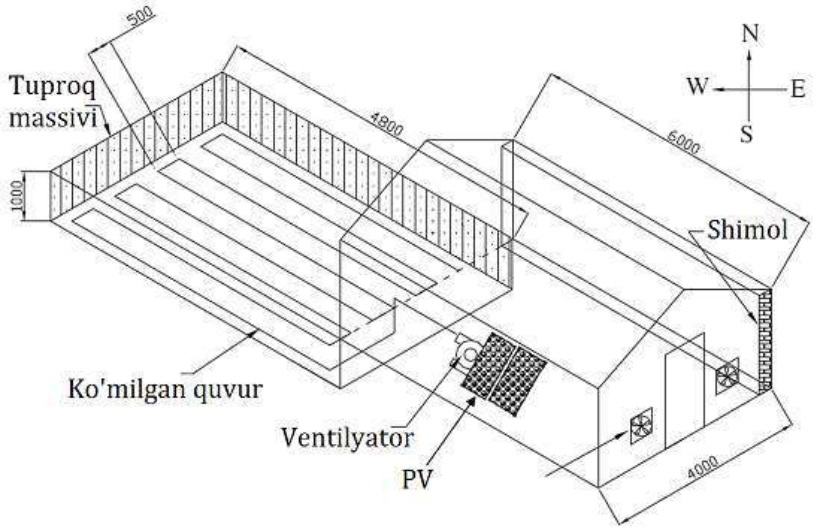
ISSN 3030-3907

issiqlik saqlash materiali va issiqxona muhiti uchun matematik model ishlab chiqib, turli parametrlarning ichki haroratga ta'sirini baholagan. Natijalar PCM qo'llanganda 24 soat davomida maksimal va minimal haroratlar orasidagi farq 3-5°C ga kamayishini ko'rsatgan. Issiqlik almashinuvini kuchaytirish orqali ushbu ta'sirni yanada oshirish mumkinligi qayd etilgan. Shunga o'xshash tarzda, Çakır va Şahin [10] issiqxona o'lchamlari, joylashuvi va yo'nalishiga qarab optimal turini tanlash uchun matematik model ishlab chiqqan. Issiqxonaning uzunligi va kengligi nisbatini ifodalovchi "k" koeffitsiyenti hamda azimut burchagi kiritilgan. Turli maydonlar (50-400 m^2 oralig'ida) uchun barcha kombinatsiyalar hisoblangan. Natijalar sovuq iqlimli hududlarda issiqxonalar samarali ekanini, Bayburt (Turkiya) sharoitida esa barcha holatlarda elliptik shakl eng maqbul variant bo'lganini ko'rsatgan. Tom shakli va turi quyosh radiatsiyasini qabul qilishda asosiy rol o'ynagan. Sethi va hammualliflar [11] murakkab iqlim sharoitlari (qish ham, yoz ham keskin bo'lgan hududlar) uchun 500 m^2 va 250 m^2 maydonli modifikatsiyalangan to'rli issiqxonalar loyihasini taklif etgan. Qishda o'simlik qatorlari ustiga o'rnatilgan past tunellar haroratni 9-10°C ga oshirgan, yozda esa 50% soyalanish to'ri yordamida o'simlik harorati 4-6°C ga pasaytirilgan. 2007-2008 yillarda olib borilgan tajribalar natijasida baqlajon hosildorligi an'anaviy tizimlarga nisbatan 37,6% va 11,5% ga oshgani aniqlangan. Iqtisodiy tahlil modifikatsiyalangan issiqxona eng yuqori sof foyda va eng qisqa qoplash muddatiga ega ekanini ko'rsatgan. Benli va Durmuş [12] issiqxona ichki muhitini tabiiy energiya hisobiga boshqarish maqsadida TIN va faza o'zgaruvchi materialga (TIN-PCM) asoslangan yashirin issiqlik saqlash tizimini ishlab chiqishga uringan. Tadqiqot davomida issiqlik nasosining ishlash koeffitsiyenti hamda PCMning zaryadlash va zaryadsizlanish bosqichlaridagi energiya sig'imi aniqlangan. Turkiyaning Elazığ shahrida 2005-yil 1-sentabrdan 2006-yil 30-aprelgacha bo'lgan isitish mavsumida o'tkazilgan o'lchovlar asosida TIN blokining o'rtacha COP qiymati 2,3-3,8 oralig'ida, butun tizimning umumiy samaradorlik koeffitsiyenti COP esa 2-3,5 oralig'ida ekanligi aniqlangan.

Nayak va Tiwarilar [13] Hindistonning Dehli shahrida joylashgan issiqxonaga integratsiyalashgan fotoelektr-termal (PV/T) va yer-havo issiqlik almashinish qurilmasi tizimining turli iqlim sharoitlarida yillik issiqlik va eksergiya ko'rsatkichlarini baholagan (3-rasm). Tadqiqot Srinagar, Mumbay, Jodhpur, Yangi Dehli va Bangalor shaharlarining iqlim sharoitlarini qamrab olgan. Natijalar quyosh radiatsiyasi intensivligi va quyoshli soatlar soni yuqori bo'lgani sababli Jodhpur shahrida yillik umumiy issiqlik energiyasi 29156,8 $kVt \cdot soat$, yillik elektr tejalishi 1185 $kVt \cdot soat$ va yillik eksergiya 1366,4 $kVt \cdot soat$ eng yuqori ekanini ko'rsatgan. Shu bilan birga, energiyani qoplash muddati

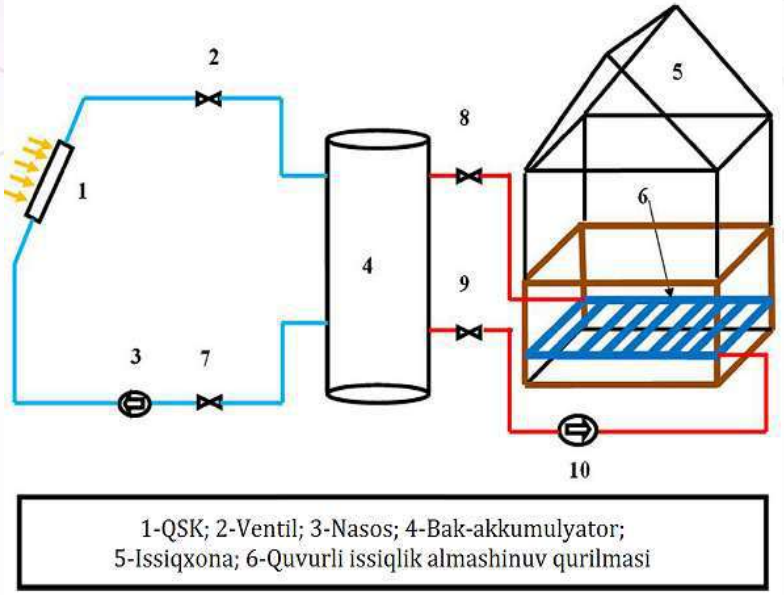
ISSN 3030-3907

Jodhpur uchun eng qisqa 16,7 yil, Srinagar uchun esa eng uzun 21,6 yil bo‘lgan. Attar va boshqalar [14] Tunis iqlim sharoitlariga moslashtirilgan issiqxonalar uchun quyosh suv isitish tizimining ishlash samaradorligini baholagan (4-rasm). Tizim umumiy yuzasi 4 m^2 bo‘lgan ikki dona quyosh kollektori, 200 litrli issiqlik saqlash baki va issiqxonaga integratsiyalashgan kapillyar polipropilen issiqlik almashinish qurilmasidan iborat bo‘lgan. Modellashtirish jarayonida kollektorlarni ketma-ket va parallel ulashning barcha mumkin bo‘lgan variantlari ko‘rib chiqilgan. Bundan tashqari, tizim samaradorligiga ta’sir etuvchi parametrlar-kirish oqim tezligi, bak hajmi va kollektor yuzasi ham alohida tahlil qilingan. Natijalar bak hajmi oshgani sari kollektor chiqishidagi harorat pasayishini ko‘rsatgan. Shu bilan birga, yuqori oqim tezligi issiqlik qatlamlanishi hodisasini kamaytirib, tizim umumiy samaradorligini oshirgan. Tadqiqotchilar issiqlik almashinish qurilmasiga kirish oqimini kamaytirish isitishdagi yo‘qotishlarni qisqartirish uchun samarali usul ekanini qayd etgan.



3-rasm. PV va tuproq issiqlik almashinuv qurilmasi bilan integratsiyalashgan issiqxona sxemasi

ISSN 3030-3907



4-rasm. Tunisdagi issiqxonani isitish tizimi sxemasi

Xu va hammualliflar [15] Xitoyning Shanxay shahrida joylashgan 2304 m^2 maydonga ega, mavsumiy issiqlik saqlash tizimi bilan jihozlangan quyoshdan isitiladigan issiqxonaning ishlash natijalarini keltirgan. Issiqlik saqlash tizimida isitishdan tashqari mavsumda 500 m^2 quyosh kollektori yordamida yig‘ilgan issiqlik 4970 m^3 hajmdagi yer osti tuproq qatlamida U-shaklli issiqlik almashinish quvurlari orqali jamlangan. Isitish mavsumida esa ushbu issiqlik o‘simlik tokchalari ostida va tuproq orqali issiqxonaga uzatilgan. Mazkur tizim issiqlik nasosisiz ishlashi mumkin bo‘lib, bu elektr energiyasi sarfini kamaytirish va quyosh ulushini oshirish imkonini bergan. Birinchi ekspluatatsiya yilida 331,9 GJ issiqlik zaxiraga yig‘ilgan va keyinchalik 208,9 GJ issiqlik issiqxonani isitish uchun sarflangan. Qo‘shimcha isitish uskunalari o‘rnatilmagan bo‘lib, barcha issiqlik ehtiyojlari to‘liq yoki bilvosita quyosh energiyasi orqali qoplangan. Tizim tashqi harorat tungi vaqtda 2°C bo‘lgan holatda ham issiqxona ichida 13°C yuqoriroq haroratni saqlab tura olgan. Birinchi yil uchun elektr samaradorlik koeffitsiyenti (ECOP) taxminan 8,7 ga teng bo‘lgan. Tahlil qilingan tadqiqotlar gelioissiqxona isitish tizimlarining samaradorligini oshirish ko‘p komponentli va kompleks yondashuvni talab qilishini ko‘rsatadi. Passiv quyosh isitish, issiqlik saqlash, oqim va issiqlik almashinuvi jarayonlarini optimallashtirish hamda faol energiya tizimlari bilan integratsiya qilish eng samarali strategiyalar sifatida ajralib turadi. Issiqlik saqlash qatlamlari, faza o‘zgaruvchi materiallar va mavsumiy saqlash tizimlari issiqlik tebranishlarini kamaytirish va energiya barqarorligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Yer-havo issiqlik almashinish qurilmalari va yer osti suv qatlamlaridan foydalanish energiya sarfini sezilarli darajada kamaytiruvchi tabiiy resurslarga asoslangan muqobil yechim sifatida namoyon bo‘lmoqda. PV/T va quyosh kollektorlariga integratsiyalangan tizimlar

ISSN 3030-3907

issiqxonani isitish bilan bir qatorda elektr ta’minotini ham qisman yoki to‘liq qoplash imkonini bermoqda. Shu bilan birga, tizimlarning samaradorligi hududiy iqlim sharoitlari, konstruktiv yechimlar va ekspluatatsiya rejimlariga kuchli bog‘liq ekani aniqlangan. Ko‘plab tadqiqotlarda yuqori samaradorlik laboratoriya yoki cheklangan tajriba sharoitlarida ko‘rsatilgan bo‘lib, real ekspluatatsiya sharoitlaridagi uzoq muddatli barqarorlik kam o‘rganilgan. Shuningdek, iqtisodiy samaradorlik, qoplash muddati va texnik xizmat ko‘rsatish masalalari ko‘pincha ikkilamchi darajada qolmoqda. Shu bois, keyingi tadqiqotlar gelioissiqxona tizimlarini energetik, iqtisodiy va ekologik mezonlar asosida kompleks optimallashtirishga qaratilishi lozim.

XULOSA. Tahlillar natijasi gelioissiqxonalarda quyosh energiyasidan foydalanish energiya samaradorligini sezilarli darajada oshirishini ko‘rsatdi. Issiqlik saqlash tizimlari va faza o‘zgaruvchi materiallar harorat tebranishlarini kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Yer-havo issiqlik almashinish qurilmalari va yer osti suv qatlamlaridan foydalanish energiya sarfini qisqartirish imkonini beradi. PV/T va quyosh kollektorlariga asoslangan tizimlar issiqxonalarni elektr va issiqlik energiyasi bilan samarali ta’minlay olishi aniqlandi. Shu bilan birga, tizimlarning samaradorligi hududning iqlim sharoiti va konstruktiv yechimlariga bog‘liq ekanligi qayd etildi. Yuqori boshlang‘ich investitsiya xarajatlari va uzoq qoplash muddati ayrim tizimlarning keng qo‘llanilishiga to‘sqinlik qilmoqda. Kelgusida gelioissiqxona tizimlarini energetik, iqtisodiy va ekologik mezonlar asosida kompleks optimallashtirish muhim ilmiy yo‘nalishlardan biri bo‘lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Vadiee A., Martin V. Energy management in horticultural applications through the closed greenhouse concept, state of the art. Renew Sustain Energy Rev 2012, 16. – pp. 5087-5100.
2. Vadiee A., Martin V. Energy analysis and thermo economic assessment of the closed greenhouse-the largest commercial solar building. Appl Energy 2013. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.06.051.
3. Taki M., Abdi R., Akbarpour M., Mobtaker H.G. Energy inputs yield relationship and sensitivity analysis for tomato greenhouse production in Iran. Agric Eng Int: CIGR J 2013, 15(1). – pp. 59-67.
4. Bargach M.N., Tadili R., Dahman A., Boukallouch M. Survey of thermal performances of a solar system used for heating of agricultural greenhouses in Morocco. Renewable Energy 2004, 20. – pp. 415-433.
5. Chen W., Liu W. Numerical and experimental analysis of convection heat transfer in passive solar heating room with greenhouse and heat storage. Sol Energy 2004, 76. – pp. 623-633.

ISSN 3030-3907

6. Ozturk H.H. Experimental evaluation of energy and exergy efficiency of a seasonal latent heat storage system for greenhouse heating. Energy Convers Manage 2005, 46. – pp. 1523-1542.
7. Shukla A., Tiwari G.N., Sodha M.S. Thermal modeling for greenhouse heating by using thermal curtain and an earth air heat exchanger. Build Environ 2006, 41(7), - pp. 843-850.
8. Sethi V.P., Sharma S.K. Greenhouse heating and cooling using aquifer water. Energy 2007, 32. – pp. 1414-1421.
9. Sethi V., Sharma S.K. Thermal modeling of a greenhouse integrated to an aquifer coupled cavity flow heat exchanger system. Sol Energy 2007, 81. – pp. 723-741.
10. Najjar A., Hasan A. Modeling of greenhouse with PCM energy storage. Energy Convers Manage 2008, 49. – pp. 3338-3342.
11. Cakir U., Sahin E. Using solar greenhouses in cold climates and evaluating optimum type according to sizing, position and location: a case study. Comput Electron Agric 2015, 117. – pp. 245-257.
12. Sethi V.P., Dubey R.K., Dhath A.S. Design and evaluation of modified screen net house for off-season vegetable raising in composite climate. Energy Convers Manage 2009, 50. – pp. 3112-3128.
13. Benli H., Durmus A. Evaluation of ground-source heat pump combined latent heat storage system performance in greenhouse heating. Energy Build 2009, 41. – pp. 220-228.
14. Nayak S., Tiwari G.N. Energy metrics of photovoltaic/thermal and earth air heat exchanger integrated greenhouse for different climatic conditions of India. Appl Energy 2010, 87. – pp. 2984-2993.
15. Attar I., Naili N., Khalifa N., Hazami M., Farahat A. Parametric and numerical study of a solar system for heating a greenhouse equipped with a buried exchanger. Energy Convers Manage 2013, 70. – pp. 163-173.
16. Xu J., Li Y., Wang R.Z., Liu W. Performance investigation of a solar heating system with underground seasonal energy storage for greenhouse application. Energy 2014, 67. – pp. 63-73.

ISSN 3030-3907