

Quyosh energiyasi asosidagi issiqxona mikroiklimini ta'minlash energiya qurilmasining energetik samaradorligini oshirish

Z.X.Qulboyev
zohid.qulboyev@bk.ru
Jizzax politexnika instituti

Annotatsiya: Mazkur tezisdagi quyosh energiyasi asosida issiqxona mikroiklimini ta'minlashga mo'ljallangan energiya qurilmasining energetik samaradorligini oshirish masalalari ko'rib chiqilgan. Issiqxonalarda harorat, nisbiy namlik, quyosh radiatsiyasi va havo almashinuvi kabi parametrlarni maqbul darajada ushlab turish muayyan miqdorda energiya sarfini talab qiladi. Shu sababli qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish issiqxonalarning energiya sarfini kamaytirishning istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Tadqiqotda quyosh fotoelektrik qurilmasi, energiya akkumulyatori va mikroiklimni ta'minlovchi texnologik qurilmalarni yagona energetik tizimga birlashtirish imkoniyatlari tahlil qilingan. Qurilmaning asosiy konstruktiv-parametrik ko'rsatkichlarini issiqxonaning energiya yuklamasiga moslashtirish orqali tizimning energetik samaradorligini oshirish mumkinligi asoslangan.

Kalit so'zlar: quyosh energiyasi, issiqxona, mikroiklim, fotoelektrik qurilma, energiya samaradorligi, energiya qurilmasi, ventilyatsiya, akkumulyator, qayta tiklanuvchi energiya

Improving the energy efficiency of a greenhouse microclimate based on solar energy

Z.Kh.Qulboyev
zohid.qulboyev@bk.ru
Jizzakh Polytechnic Institute

Abstract: This paper examines issues related to enhancing the energy efficiency of a solar-powered system designed to maintain the microclimate within a greenhouse. Maintaining parameters such as temperature, relative humidity, solar radiation, and air exchange at optimal levels in greenhouses requires a certain amount of energy consumption. Consequently, the use of renewable energy sources represents a promising approach to reducing greenhouse energy consumption. The study analyzes the potential for integrating a solar photovoltaic unit, an energy

storage system, and microclimate control equipment into a unified energy system. It demonstrates that the system's energy efficiency can be improved by aligning the unit's key design and parametric characteristics with the greenhouse's energy load requirements.

Keywords: solar energy, greenhouse, microclimate, photovoltaic system, energy efficiency, energy system, ventilation, battery, renewable energy

Kirish. Jahonda avtonom issiqxonalarni uzluksiz va ishonchli elektr va issiqlik energiyasi ta'minotini ishlab chiqishda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish yetakchi o'rinlardan birini egallamoqda. 2022-yilda 1,7 milliard AQSh dollariga baholangan Smart issiqxonalarining global bozori 2030-yilga borib 3,6 milliard AQSh dollari miqdoriga yetishi kutilmoqda va 2022-2030-yillardagi tahlil davrida yillik o'sish surati (Compound Annual Growth Rate, CAGR) 9,5 foizga oshishi kutilmoqda. Hisobotda tahlil qilingan segmentlardan biri bo'lgan apparat 9 foizga CAGRni qayd etishi va tahlil davri oxiriga kelib 2,9 milliard AQSh dollariga yetishi kutilmoqda. Dasturiy ta'minot va xizmatlar segmentidagi o'sish keyingi 8 yillik davr uchun CAGR 12% ga baholanmoqda. Zamonaviy issiqxona xo'jaliklarida o'simliklarning vegetatsiya jarayonini yil davomida barqaror tashkil etish uchun ichki muhit parametrlarini boshqarish talab qilinadi. Bunda isitish, sovitish, ventilyatsiya, namlantirish, sug'orish va yoritish kabi texnologik jarayonlar qo'shimcha energiya sarfini yuzaga keltiradi. Ilmiy manbalarda issiqxonalar energiya talabchan qishloq xo'jaligi obyektlaridan biri sifatida baholanib, ularning energiya sarfini kamaytirishda qayta tiklanuvchi energiya manbalari va energiya tejamkor boshqaruv usullaridan foydalanish muhimligi qayd etilgan [1, 2].

Iddio va hammualliflar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, issiqxona energiya sarfi nafaqat tashqi iqlim sharoitlari, balki mikroiklimni boshqarish tizimlari, ekin turi, bug'lanish va texnologik qurilmalarning ish rejimlariga ham bog'liq [1]. Shu sababli energiya qurilmasini faqat elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi manba sifatida emas, balki issiqxonaning umumiy energetik tizimining tarkibiy qismi sifatida ko'rib chiqish maqsadga muvofiq.

Asosiy qism. Issiqxona uchun taklif qilinayotgan quyosh energiyasi asosidagi energiya qurilmasi fotoelektrik panellar, zaryadlash kontrolleri, akkumulyator batareyasi, inverter hamda mikroiklimni ta'minlovchi elektr iste'molchilaridan tashkil topishi mumkin. Bunday tizimning asosiy vazifasi quyosh radiatsiyasidan foydalanib elektr energiyasi ishlab chiqarish va uni issiqxonaning texnologik qurilmalariga optimal tarzda taqsimlashdan iborat. Jizzax viloyatida gorizontga nisbatan 35° burchak ostida o'rnatilgan 15 kW quvvatli quyosh panellari yillik o'rtacha elektr energiyasi ishlab chiqarish 80,23 kWh/sutka, yillik umumiy ishlab chiqargan elektr energiyasi 30211,27 kWh ga teng (1-rasm)



1-rasm. 15 kW quvvatli quyosh panellarini ishlab chiqargan elektr energiyasi ko'rsatgichlar

Quyosh fotoelektrik qurilmasining ishlab chiqaradigan energiyasi esa quyosh radiatsiyasi intensivligi, fotoelektrik panel yuzasi, panelning foydali ish koeffitsiyenti va tashqi muhit haroratiga bog'liq. Shuning uchun fotoelektrik panellarning o'rnatish maydoni va quvvatini aniqlashda faqat maksimal yuklama emas, balki sutkalik energiya balansi ham hisobga olinishi kerak. Issiqxonalarda qayta tiklanuvchi energiya texnologiyalarini qo'llash bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarda fotoelektrik panellar, quyosh issiqlik kollektorlari, gibrid PV/T tizimlar, issiqlik akkumulyatorlari va energiya samarador issiqlik nasoslaridan foydalanish istiqbolli ekanligi ko'rsatilgan [2]. Bunday texnologiyalarni birgalikda qo'llash issiqxonaning tashqi elektr energiyasiga bog'liqligini kamaytirish imkonini beradi.

Shuningdek, zamonaviy tadqiqotlarda fotoelektrik panellarni issiqxona konstruksiyasiga integratsiyalash masalasiga alohida e'tibor qaratilmoqda. Bunda PV modullar nafaqat elektr energiyasi ishlab chiqaradi, balki issiqxonaga tushadigan quyosh radiatsiyasi miqdori va natijada ichki mikroiqlimga ham ta'sir ko'rsatadi [3]. 2026-yildagi tizimli tahlillarda PV qoplamasining ulushi oshishi yorug'lik uzatilishini kamaytirishi, shu sababli panel joylashuvi va qoplash ulushini ekinning yorug'lik talablariga mos tanlash zarurligi ko'rsatilgan [4].

Issiqxona energiya qurilmasining samaradorligini baholashda quyidagi ko'rsatkichdan foydalanish mumkin:

$$\eta = \frac{E_{q.t}}{E_u} \cdot 100\%$$

bu yerda η - energetik samaradorlik; $E_{q.t}$ - qayta tiklanuvchi energiya; E_u - tizimga kiritilgan umumiy energiya.

Bundan tashqari, fotoelektrik qurilma quvvati bilan issiqxonaning maksimal elektr yuklamasi o'rtasidagi nisbat ham muhim hisoblanadi. Agar PV tizimi quvvati haddan tashqari kichik tanlansa, energiya ta'minotining uzluksizligi pasayadi; ortiqcha katta quvvat tanlanishi esa qurilmaning iqtisodiy samaradorligini kamaytirishi mumkin. Shu sababli optimal parametrlarni aniqlashda texnik va iqtisodiy mezonlarni birgalikda hisobga olish zarur.

Xulosa. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, quyosh energiyasi asosidagi energiya qurilmasini issiqxonaning mikroiklimini ta'minlash tizimi bilan integratsiyalash energiya samaradorligini oshirish uchun muhim imkoniyat yaratadi. Bunda fotoelektrik panel quvvati, akkumulyator sig'imi, inverter parametrlari va texnologik iste'molchilarning ish rejimlarini o'zaro muvofiqlashtirish muhim ilmiy-texnik vazifa hisoblanadi. Qurilmaning konstruktiv-parametrik ko'rsatkichlarini issiqxonaning real energiya yuklamasi va quyosh radiatsiyasi sharoitlariga mos optimallashtirish orqali qayta tiklanuvchi energiyadan foydalanish ulushini oshirish hamda tashqi energiya manbalariga bog'liqlikni kamaytirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Iddio E., Wang L., Thomas Y., McMorro G., Denzer A. Energy efficient operation and modeling for greenhouses: A literature review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2020, Vol. 117, 109480. DOI: 10.1016/j.rser.2019.109480.

[2] Ahmed H.A., Al-Faraj A., et al. Renewable and sustainable energy saving strategies for greenhouse systems: A comprehensive review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016, Vol. 64, pp. 34–59. DOI: 10.1016/j.rser.2016.05.077.

[3] Yao H., Liang J., Wang Y., Li M., Fan F., Ma X., Xiao X. The influence of photovoltaic modules on the greenhouse micro-environment: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2025, Vol. 210, 115214. DOI: 10.1016/j.rser.2024.115214.

[4] Greenhouse-integrated photovoltaic modules: A systematic review of microclimate impacts and crop performance. Smart Agricultural Technology, 2026, Vol. 14, 102149. DOI: 10.1016/j.atech.2026.102149.