

**EKSPERIMENTAL ISSIQXONANING HISOB-KITOBLARI MATLAB/SIMULINK
DASTURIY TA'MINOT PAKETI YORDAMIDA AMALGA OSHISH****Kamilov Akmal Normurodovich**

Qarshi Davlat Texnika universiteti,

“Muqobil energiya manbalari” kafedrası magistrant.

E-mail: kamilov914731934@gmail.com**Aliyarova Lola Abdujabborovna**

Qarshi Davlat Texnika universiteti

“Muqobil energiya manbalari” kafedrası dotsenti, t.f.f.d.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20722993>

Annotatsiya. Suv va havo oqimini bir vaqtning o'zida qizdirishga mo'ljallangan kombinatsiyalashgan quyosh kollektorining issiqlik texnik xususiyatlari va harorat rejimi tadqiq etilgan. Olingan natijalar gibridd tizimning energetik samaradorligi an'anaviy kollektorlarga nisbatan yuqori ekanligini ko'rsatadi. Ushbu qurilma turar-joylarni issiq suv va issiq havo bilan ta'minlashda energiya sarfini optimallashtirish imkonini beradi.

Аннотация. Были изучены тепловые характеристики и температурный режим комбинированного солнечного коллектора, предназначенного для одновременного нагрева воды и воздуха. Полученные результаты показывают, что энергетическая эффективность гибридной системы выше, чем у традиционных коллекторов. Это устройство позволяет оптимизировать энергопотребление при обеспечении жилых помещений горячей водой и горячим воздухом.

Annotation. The thermal characteristics and temperature regime of a combined solar collector designed for simultaneous heating of water and air flow were studied. The results obtained show that the energy efficiency of the hybrid system is higher than that of traditional collectors. This device allows optimizing energy consumption in providing residential premises with hot water and hot air.

Kirish: Dunyo bo'ylab olimlar va mutaxassislar issiqlik ta'minoti tizimlarida foydalanish muammolari ustida ishlamoqdalar. Issiqlik ta'minoti tizimlarida kollektor qo'llash va takomillashtirish bo'yicha yangi ishlanmalar taklif qilindi. Xususan, olimlar analitik bog'liqliklar va issiqlik balansi tenglamalari asosida issiqlik energiya samaradorligini hisoblash usulini taklif qilishdi. Kollektor samaradorligining asosiy ko'rsatkichi ma'lum bir vaqt ichida foydali issiqlik ishlab chiqarish va shu davrda olingan nisbatidan hisoblanadi. Rossiyada eng chuqur o'rganilgan S.E. Frid . Matritsa tipidagi kollektor uchun dizayn tavsiflangan va eksperimental tadqiqotlar natijalari keltirilgan, bu esa issiqlik almashinuvi isitish yuzasini maksimal darajada oshirishga imkon beradi va shu bilan samaradorlikni oshiradi. Vakuum naychalariga asoslangan yassi kollektorning tahlili va taqqoslanishi amalga oshirildi.

Tahlildan xulosalar chiqarildi va Maxachkala shahri uchun kollektor turini tanlash bo'yicha tavsiyalar berildi. Issiqlik akkumulyatorlari ko'rib chiqildi. Tanlangan qoplamalar va shaffof uyali issiqlik izolyatsiyasi tavsiflangan. asosiy energiya xususiyatlarini hisoblashning umumiy usullarining xususiyatlari batafsil tavsiflangan. Muallif quyosh energiyasi tizimlari uchun mavjud kollektorlar sonini hisoblash usulini taklif qiladi va kollektoridan chiqarilgan issiqlik quvvatini hisoblash uchun ishlab chiqilgan usulni taqdim etadi. Quyosh isitish tizimlarining issiqlik samaradorligini qo'llash va yaxshilash ilmiy maqolalarda batafsilroq o'rganilgan

Biroq, issiqxona issiqlik almashinuv tizimlarida quyosh isitish tizimlaridan foydalanish hali ham kam o'rganilgan. Shuning uchun samarali quyosh isitish tizimlariga ega quyosh isitish tizimlarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy va texnik vazifadir. Issiqxonalarda texnologik jarayonlarning energiya sarfini kamaytirish maqsadida biz quyosh isitish tizimlariga ega issiqlik almashinuv tizimlari uchun quyosh isitish tizimini ishlab chiqdik. Mahalliy iste'molchilar uchun issiqlik ta'minoti tizimlarida quyosh isitish tizimlaridan foydalanish turli omillar ta'sirini hisobga olgan holda ularning samaradorligini tadqiq qilish va baholashni talab qiladi. Issiqxonalarda quyosh isitish tizimlarini ishlatish uchun, biz suvni va atmosfera nurlanishini bir vaqtning o'zida isitadigan issiqlikni qayta tiklash tizimini ishlab chiqdik. Ishlab chiqilgan issiqlikni qayta tiklash tizimlari uchun mo'ljallangan va ish rejimlari batafsil tavsiflangan. Ushbu tadqiqotda 100 m² foydalanishga yaroqli maydonga ega issiqxonalarda issiqlikni qayta tiklash tizimlari uchun issiqlik samaradorligi aniqlanadi. Kollektor issiqlik samaradorligini eksperimental o'rganish Qarshining tabiiy-iqlim sharoitida ishlaydigan eksperimental qurilmada o'tkazildi. Havoni isitish samaradorligini o'rganish jarayonida atrof-muhit haroratidagi havo yetkazib berildi.

To'plamidagi harorat sensorlari va termojuftlar quvur liniyasiga kirish va chiqish joyidan 10 sm dan uzoq bo'lmagan masofada o'rnatiladi. Suv oqimi Portaflow 330 ultratovush oqim o'lchagichi bilan, havo oqimi esa AM-70 anemometri bilan o'lchandi. To'g'ridan-to'g'ri va diffuz ta'minotining intensivligi Mac Solar aktinometri bilan o'lchandi. Ikkita sovutish suyuqligi (suv va havo) ishlaganda samaradorligini aniqlash uchun suv, havo va suv-havo rejimlarida ishlaganda kollektorlarning samaradorligini taqqoslash o'tkazildi. Tajribalar quyidagi sharoitlarda o'tkazildi: havo oqimi – 0,05 ... 0,1 m³/s; suv oqimi – 0,005 ... 0,008 kg/s; kirish joyidagi havo harorati atrof-muhit haroratiga teng, suv harorati 20°C. Kollektorda tajribalar o'tkazishda quyidagi talablar bajarildi.

Ishlashni aniqlash uchun kollektor toza havo sharoitida ish harorati oralig'ida sinovdan o'tkazilishi kerak. Quyidagi shartlarni qondiradigan o'lchangan qiymatlar kollektorning ish harorati oralig'ini qamrab oluvchi kamida to'rtta suyuqlik kirish harorati uchun olinishi kerak. Iloji boricha aniqroq aniqlash uchun, iloji bo'lsa, kirish haroratidan biri kollektordagi o'rtacha suyuqlik haroratiga mos kelishi kerak, bu atrof-muhit harorati $\pm 3K$ ga teng. Agar sovutish suvi suv bo'lsa, maksimal harorat taxminan 70°C bo'lishi kerak. Tajribalarda quyidagi ma'lumotlar o'lchandi:

- Umumiy kollektor maydoni F_k , teshik maydoni F_a ;
- Kollektor teshigidagi ;
- Kollektor teshigidagi diffuz (faqat ochiq havoda);
- To'g'ridan-to'g'ri tushish burchagi (burchakni hisoblash orqali aniqlash mumkin);
- Kollektor teshigiga parallel havo oqimi tezligi;
- Atrof-muhit havosi harorati;
- Kollektor kirishidagi sovutish suyuqligi harorati;
- Kollektor chiqish joyidagi sovutish suyuqligi harorati;
- sovutish suyuqligi oqim tezligi.

Eksperimental metodologiya muvofiq qabul qilindi.

Hududning quyosh energiyasi resurslarini baholash uchun Qarshi shahri uchun o'rtacha oylik quyosh energiyasi intensivligi qiymatlari aniqlandi. Issiqlik samaradorligi quyidagi metodologiya yordamida hisoblab chiqildi.

Muayyan vaqtda kollektordan chiqarilgan foydali energiya plitasi tomonidan yutilgan quyosh energiyasi miqdori va oqava suvlarni tozalash inshootiga yo'qotilgan energiya miqdori o'rtasidagi farqdir. Deyarli barcha mavjud dizaynlarini hisoblashda qo'llaniladigan tenglama :

$Q = FR FK [I(\tau\alpha) - UL(ti - t_0)]$ bu yerda Q foydali energiya, W; FR SC dan issiqlik uzatish koeffitsienti; I umumiy SR oqimi zichligi, W/m²; τ shaffof qoplamalarning o'tkazuvchanligi; α SC plastinkasining yutilish qobiliyati; UL SC ning umumiy issiqlik yo'qotish koeffitsienti, W/(m²·°C); t_i SC kirish qismidagi suyuqlik harorati, °C; t_0 – atrof-muhit harorati, °C.

Eksperimental issiqxonaning hisob-kitoblari MATLAB/SIMULINK dasturiy ta'minot paketi yordamida amalga oshish.

Issiqxonaning issiqlik balansini hisoblash uchun dastlabki ma'lumotlar

Havo zichligi $\rho = 1.29$ kg/m³

Issiqxona hajmi $V=300$ m³

Havoning izobarik solishtirma issiqlik sig'imi $J/(kg \text{ } ^\circ C)$ 1005

Issiqxonadagi yopiq havoning optimal harorati $t \text{ } ^\circ C$ 16...20

Bug'lanish issiqligi r J/kg 2455

Suvning solishtirma issiqlik sig'imi $J/(kg \text{ } ^\circ C)$ 4180

Isitish tizimidagi issiqlik tashuvchisi (suv) oqim tezligi G kg/s 0.3...0.5

Isitish tizimidagi issiqlik tashuvchisining solishtirma issiqlik sig'imi $J/(kg^\circ C)$ 4180

Issiqxonaning isitish tizimidagi issiqlik tashuvchisining boshlang'ich harorati $t \text{ } ^\circ C$ 60

Issiqxonaning isitish tizimidagi issiqlik tashuvchisining yakuniy harorati $t \text{ } ^\circ C$ 45

Hisoblangan tashqi havo harorati t_{to} yingan $^\circ C = -6$

Issiqxonani o'rab turgan konstruksiyaning issiqlik uzatish koeffitsienti (ikki qavatli plyonka) k Vt/(m²·°C) 5.8...10

Issiqxona maydoni F m² 100

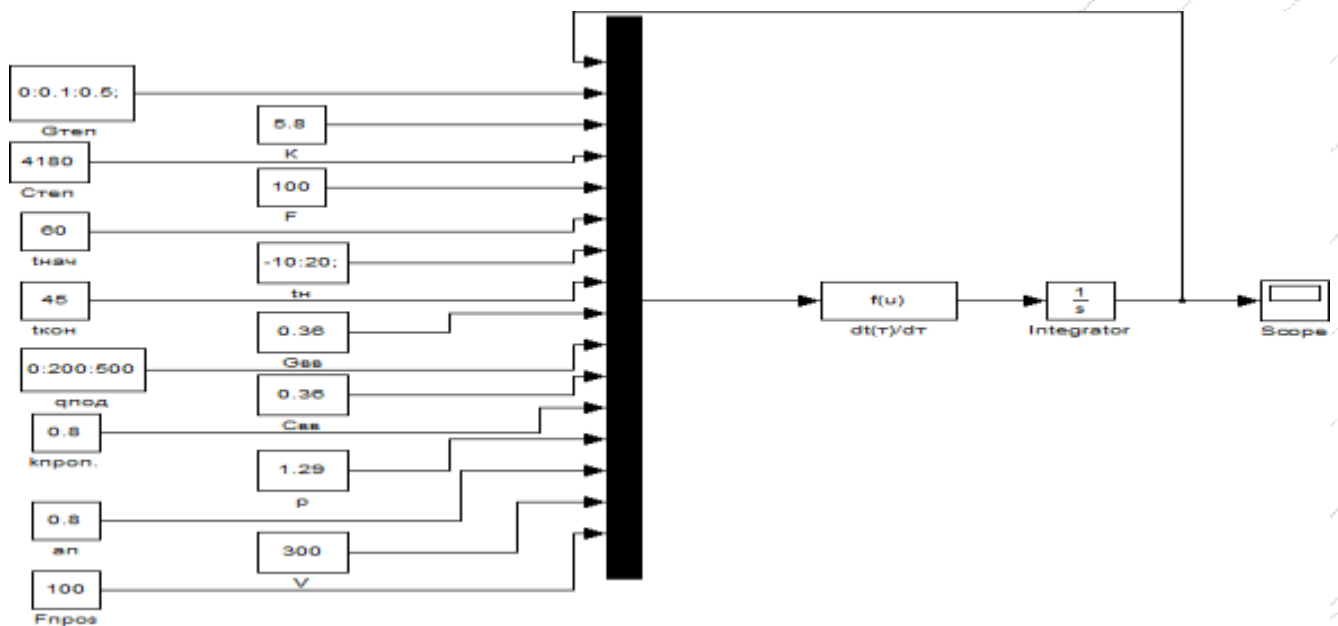
Shamollatish havosi oqimi tezligi G kg/s 0.36

Issiqxonaning ichki havosining boshlang'ich harorati $t \text{ } ^\circ C$ 10

Issiqxona harorati va namligini modellashtirish natijalarini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, qish sharoitida (Qarshi shahri uchun) 100 m² foydali maydonga ega issiqxonada kerakli haroratni (+18...+20°C) yaratish uchun 0,4 kg/s sovutish suvi oqimi tezligi talab qilinadi. Qish sharoitida, tashqi havo harorati 0...-5°C bo'lgan holda, kerakli issiqxona haroratini 20°C ta'minlash uchun issiqxona uchun isitish yuki 18...24 kVt ni tashkil qiladi. μ ning issiqxonaning umumiy issiqlik balansiga ta'sirini hisobga olgan holda, ushbu sharoitlarda 300 Vt/m² da zarur isitish yuki ikki baravar kamayadi ($\mu = -10^\circ C$).

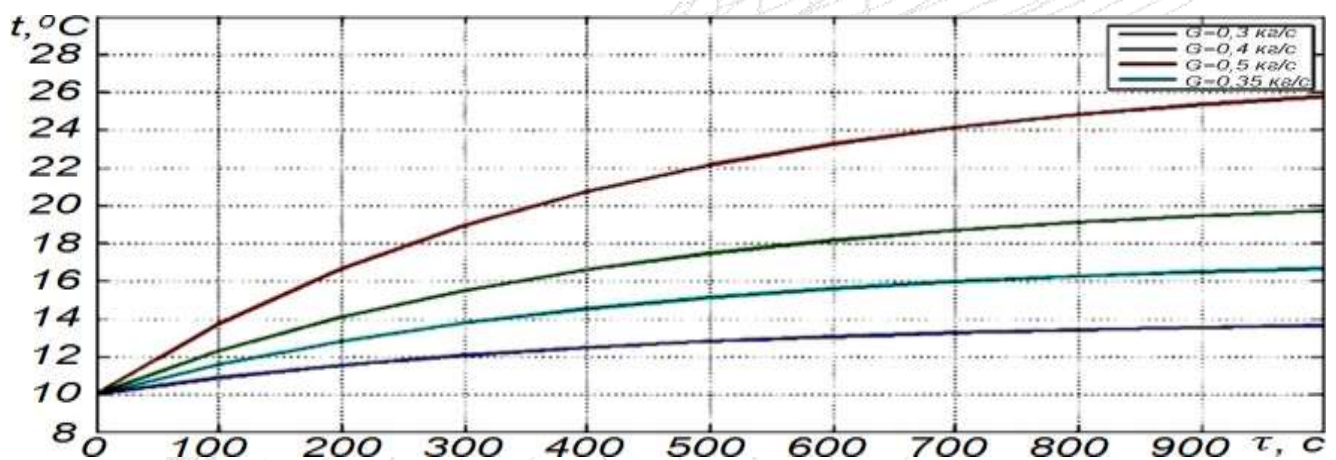
Olingan ma'lumotlarga asoslanib, issiqxona uchun optimal +18...+20°C haroratni saqlab turish uchun zarur isitish yukini aniqlash mumkin, bu tashqi havo harorati $t = -6^\circ C$ da 22...24 kVt ni tashkil qiladi. Modellashtirish shuningdek, isitish tizimlari o'chirilgan va yoqilgan holda, vaqt va quyosh issiqlik o'sishiga qarab issiqxonadagi ichki havo haroratining o'zgarishi grafiklarini ham berdi.

Ekspirimental issiqxonaning hisob-kitoblari MATLAB/SIMULINK dasturiy ta'minot paketi yordamida amalga oshirildi(Rasm 1.1).

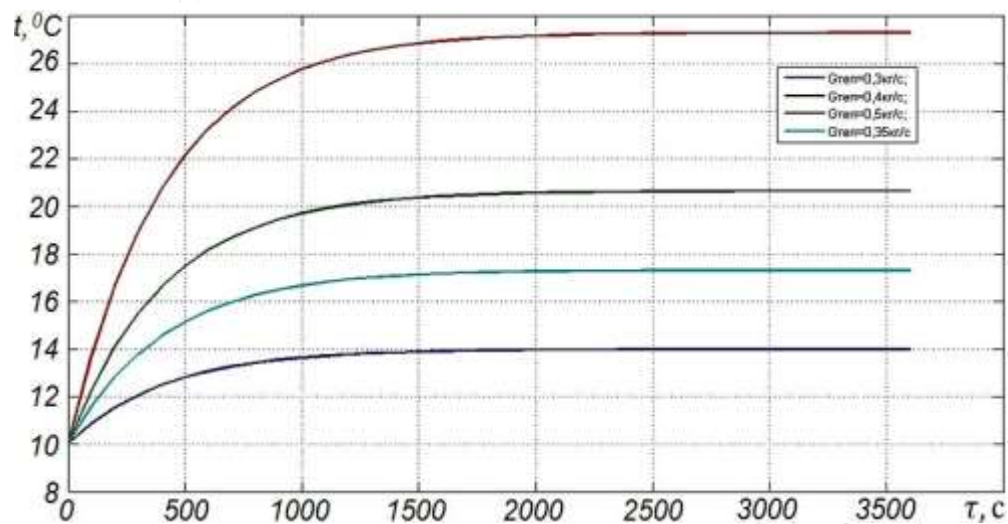


Rasm 1.1

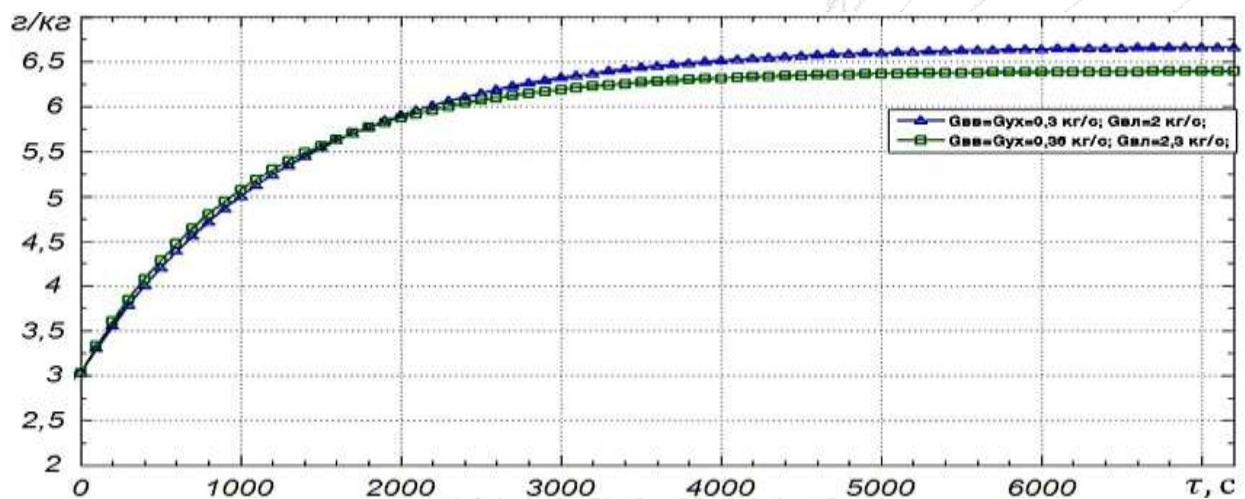
Ekspirimental issiqxona modellashtirish uchun hisob-kitoblar natijalari 1.2 – 1.7- rasmlarda keltirilgan.



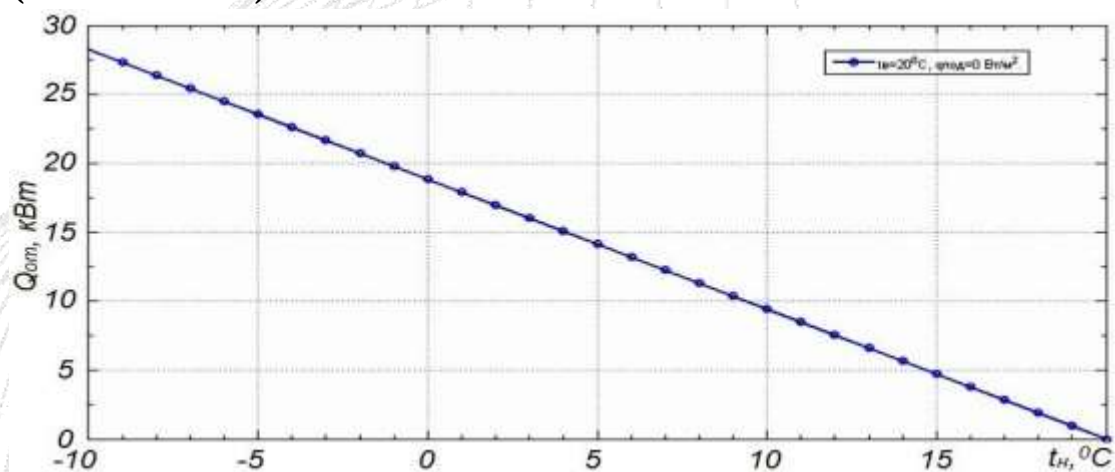
1.2-rasm. Isitish tizimining sovutish suvi oqim tezligi va vaqtiga qarab ichki havo haroratining o'zgarishi grafigi ($\tau = 0 \div 10000$ sek).



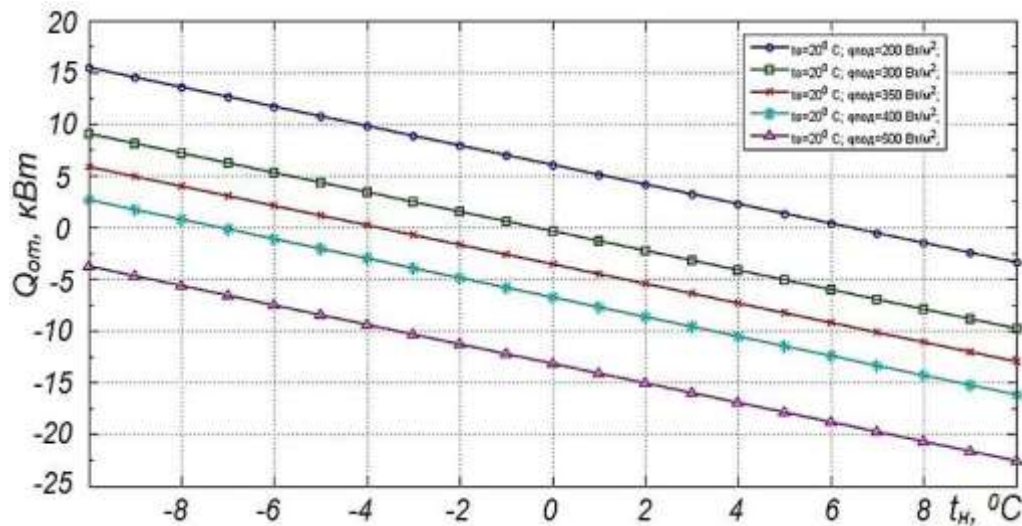
1.3-rasm. t ning va G ga bog'liqlik grafigi ($0 \div 4000$ sek da).



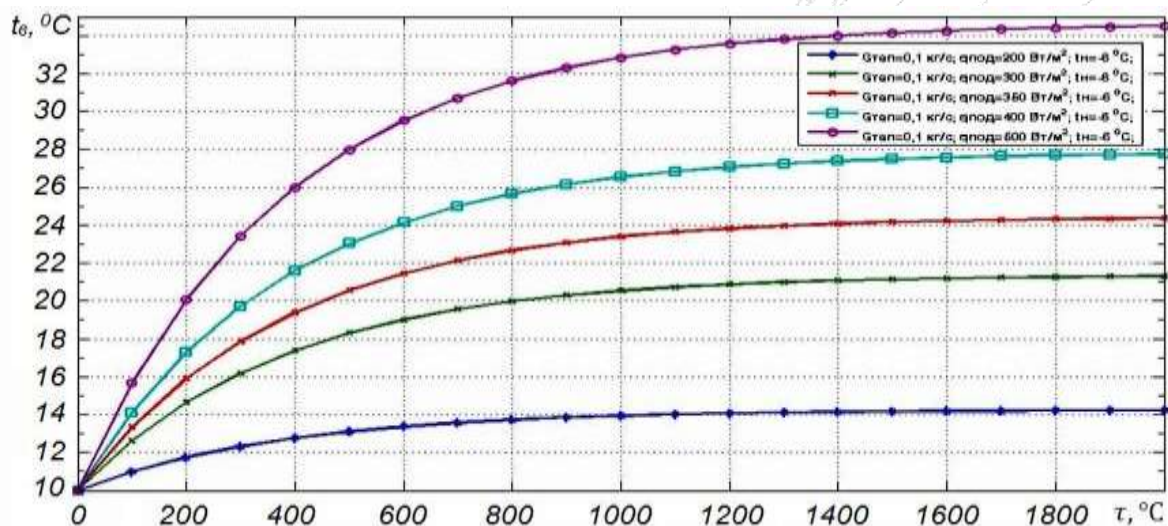
1.4-rasm. Issiqxonaning ichki havosi namligining namlik sarfiga qarab o'zgarishi grafigi ($\tau = 0 \div 7000$ sek).



1.5-rasm. Eksperimental issiqxonaning isitish yuklamasining tashqi havo haroratiga qarab o'zgarishi grafigi ($q = 0$).



1.6-rasm. Tashqi havo harorati va tushayotgan quyosh nurlanishiga qarab issiqxona isitishining issiqlik quvvatining o'zgarishi grafigi



1.7-rasm. Quyosh issiqligining ortishini hisobga olgan holda (isitish tizimlari ishlayotganda) eksperimental issiqxonaning ichki havo haroratining vaqt o'tishi bilan o'zgarishi grafigi.

Shunday qilib, harorat va namlik rejimining taklif qilingan matematik modeli hududdagi tashqi havo haroratining pasayishiga qarab isitish yukini sozlash imkonini beradi.

Issiqlon uchun harorat va namlik rejimining ishlab chiqilgan matematik modeli ish joyidagi harorat va namlik o'zgarishi jarayonlarini yetarlicha tavsiflaydi va shuningdek, atrof-muhit harorati va nisbiy namlikning ta'sirini hisobga olgan holda issiqxonadagi harorat va namlik xususiyatlarini o'rganish imkonini beradi.

Xulosa

1. Issiqxona quyosh isitish tizimlari uchun kontaktli issiqlik almashtirgich va kontaktli issiqlik almashtirgich bilan quyosh isitish tizimi ishlab chiqildi. O'tkazilgan tadqiqotlar asosida suv massasi oqim tezligi diapazoni baholandi. Ko'rsatilishicha, 2,0 m² uchun ish sharoitida suv oqim tezligi chiqish joyidagi sovutish suyuqligining zarur isitish haroratiga qarab 0,005 dan 0,008 kg/s gacha o'zgaradi.

2. Ishlab chiqilgan "suv + havo" isitish rejimida sovutish suyuqligining chiqish harorati mos ravishda 40–42°C (havo) va 45–50°C (suv) ga yetishi aniqlandi, bu esa issiqxona quyosh isitish tizimlari uchun maqbuldir.

3. Eksperimental tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, "suv + havo" isitish rejimidagi birlashtirilgan shunga o'xshash suv va havo kollektorlaridan ustundir. Havo isitish rejimida o'rtacha kunlik samaradorligi $\bar{\eta} = 0.48$, suv isitish rejimida esa $\bar{\eta} = 0.51$ ni tashkil etdi. Ishlab chiqilgan "suv + havo" isitish rejimida o'rtacha kunlik samaradorligi $\bar{\eta} = 0.57$ ni tashkil qiladi.

4. Eksperimental tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, o'rtacha kunlik samaradorligi $\bar{\eta} = 0.57$, ya'ni shunga o'xshash havo bilan isitiladigan qaraganda 15-16% va shunga o'xshash suv bilan isitiladigan kollektorlarga qaraganda 13-15% yuqori.

5. Eksperimental natijalar shuni ko'rsatdiki, havo oqimi tezligini 0.05 m³/s dan 0.1 m³/s gacha oshirish o'rtacha kunlik samaradorlikni ikki baravar oshiradi.

ADABIYOTLAR

1. International Energy Agency. *CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2020*. IEA, Paris, 2020.
2. Muzaffar Khudayarov. Nuriddin Normamatov. Power system steady state calculations using artificial neural networks. *E3S Web of Conferences* 216. 01102 (2020). RSES 2020.doi.org/10.1051/e3sconf/202021601102
3. WHO. *Air Pollution and Health*. World Health Organization, 2022. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
4. Kalogirou, S.A. "Solar Energy Engineering: Processes and Systems." *Academic Press*, 2nd ed., 2014.
5. Duffie, J.A., & Beckman, W.A. *Solar Engineering of Thermal Processes*. 4th ed., Wiley, 2013.
6. Mahmudov, M. "Quyosh issiqlik tizimlarining samaradorligi." *Energiya muammolari jurnali*, 2019, №2, 45–49.
7. Xo'jayev, A. "Quyosh kollektorlari va ularning ishlash prinsiplari." *Texnika va texnologiyalar*, 2020, №4, 67–72.
8. To'xtayev, R. & Qodirov, I. "O'zbekiston sharoitida quyosh energiyasidan foydalanish istiqbollari." *Barqaror energiya rivoji*, 2021, №3, 15–22.
9. O'zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi. *Quyosh energiyasi bo'yicha strategik rejalar*. Toshkent, 2023.
10. Hossain, M.S., et al. "Comparative performance analysis of water, air and hybrid solar collectors." *Renewable Energy*, vol. 146, 2020, pp. 2474–2485.
11. Zeng, Y. et al. "Experimental study on the performance of hybrid PV/T solar air–water collector." *Applied Thermal Engineering*, vol. 172, 2020, 115117.
12. Qodirov, I. & To'xtayev, R. "Quyosh kollektorlari orqali CO₂ emissiyasining kamaytirilishi." *Energiya va ekologiya*, 2018, №1, 19–24.
13. Nasriddinov, B. "Quyosh kollektori burchagi va samaradorligi o'rtasidagi bog'liqlik." *Texnika fanlari axborotnomasi*, 2021, №2, 33–38.
14. Mahmudov, M. "Kombinatsiyalashgan suv-havo kollektorlarining afzalliklari." *Qishloq xo'jaligida energiya tejash*, 2019, №3, 12–17.

15. Xolmatov, A. "Energiya manbalarining qishloq hududlarida barqarorligi." *Hududiy iqtisodiy rivojlanish*, 2020, №2, 40–45.
16. Kalogirou, S.A. "Solar thermal collectors and applications." *Progress in Energy and Combustion Science*, vol. 30, 2004, pp. 231–295.
17. Duffie, J.A., & Beckman, W.A. *Solar Engineering of Thermal Processes*. Wiley, 3rd ed., 2006.
18. Wang, Y., et al. "Performance evaluation of hybrid solar air and water collector." *Energy Conversion and Management*, vol. 203, 2020, 112240.
19. Lyu, X., et al. "Design and analysis of a hybrid solar collector system." *Solar Energy*, vol. 195, 2020, pp. 228–239.