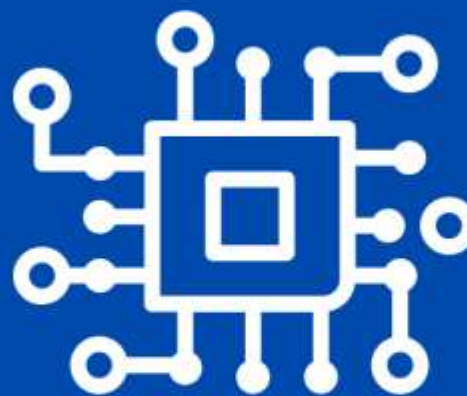




# **TECH SCIENCE**

ISSN 3030-3702

**TEXNIKA FANLARINING  
DOLZARB MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL  
SCIENCES**



**№ 9 (3) 2025**

**TECHSCIENCE.UZ**

*№ 9 (3)-2025*

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB  
MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES  
OF TECHNICAL SCIENCES**

**TOSHKENT-2025**

**BOSH MUHARRIR:**

KARIMOV ULUG'BEK ORIFOVICH

**TAHRIR HAY'ATI:**

Usmankulov Alisher Kadirkulovich - Texnika fanlari doktori, professor, Jizzax politexnika universiteti

Fayziyev Xomitxon – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Rashidov Yusuf Karimovich – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Adizov Bobirjon Zamirovich – Texnika fanlari doktori, professor, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti;

Abdunazarov Jamshid Nurmuxamatovich - Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax politexnika universiteti;

Umarov Shavkat Isomiddinovich – Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax politexnika universiteti;

Bozorov G'ayrat Rashidovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

Maxmudov Muxtor Jamolovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

Asatov Nurmuxammat Abdunazarovich – Texnika fanlari nomzodi, professor, Jizzax politexnika universiteti;

Mamayev G'ulom Ibroximovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Jizzax politexnika universiteti;

Ochilov Abduraxim Abdurasulovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Buxoro muhandislik-texnologiya instituti.

---

**OAK Ro'yxati**

Mazkur jurnal O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2025-yil 8-maydagi 370-son qarori bilan texnika fanlari bo'yicha ilmiy darajalar yuzasidan dissertatsiyalar asosiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

---

**Muassislar:** "SCIENCEPROBLEMS TEAM" mas'uliyati cheklangan jamiyati;  
Jizzax politexnika insituti.

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA  
FANLARINING DOLZARB**

**MASALALARI** elektron jurnali  
15.09.2023-yilda 130343-sonli  
guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan  
o'tkazilgan.

**TAHRIRIYAT MANZILI:**

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik  
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.  
Elektron manzil:  
[scienceproblems.uz@gmail.com](mailto:scienceproblems.uz@gmail.com)

**Barcha huqular himoyalangan.**

© Sciencesproblems team, 2025-yil

© Mualliflar jamoasi, 2025-yil

## MUNDARIJA

*Xo'jayev Otabek, Ro'zmetova Zilola*

MA'LUMOTLARNI INTELLEKTUAL TAHLIL QILISH USULLARI: MASHINAVIY O'QITISH,  
CHUQUR O'RGANISH VA BASHORAT MODELLARI TAHLILI ..... 4-7

*Matchonov Shohrux, Asatov Timur*

MASHINALI O'QITISH MODELLARI UCHUN BELGILAR FAZOSINI SHAKLLANTIRISH  
YONDASHUVI .....8-13

*Elov Botir, Amirkulov Ma'rufjon, Suyunova Malika*

O'ZBEK-INGLIZ PARALLEL KORPUSIDA METAMA'LUMOTLAR VA FORMATLASH MASALASI  
HAMDA O'ZBEK TILI UCHUN MAVJUD NLP VOSITALARI..... 14-21

*Jurayev Mansurbek, Khashimov Akhmad*

DEVELOPING A NEW MODEL OF CLUSTERING NODES WITH THE HELP OF IOT  
PROTOCOLS..... 22-30

*Ортиков Элбек*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ГАЗА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧАХ  
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ..... 31-36

*Ismailova Zumrad, Anarbaev Anvar, Vaxidov Umid*

ISSIQXONADA HARORAT-NAMLIK REJIMINI BOSHQARISH ..... 37-41

*Eshmamatov Arslonbek*

YASSI QUYOSH HAVO KOLLEKTORLARIDA TO'SIQ-TURBULIZATORLAR YORDAMIDA  
ISSIQLIK-GIDRODINAMIK JARAYONLARNI JADALLASHTIRISH ILMIY ASOSLARI..... 42-48

*Chuyanov Dustmurod, Bo'riyev Muhriddin, Fayziyev To'xtamurod*

AVTOTRANSPORT TARMOG'I KORXONALARINI LOYIHALASHDA ZAMONAVIY  
YONDASHUVLAR..... 49-54

*Abdirazakov Akmal, Boyqobilova Mahliyo*

GAZ VA GAZKONDENSAT QUDUQLARINI TA'MIRLASH SAMARADORLIGINI OSHIRISH  
USULLARI TAHLILI..... 55-62

## YASSI QUYOSH HAVO KOLLEKTORLARIDA TO'SIQ-TURBULIZATORLAR YORDAMIDA ISSIQLIK-GIDRODINAMIK JARAYONLARNI JADALLASHTIRISH ILMIY ASOSLARI

**Eshmamatov Arslonbek Xalil o'g'li**

Tadqiqotchi

Email: [eshmamatovarslon@gmail.com](mailto:eshmamatovarslon@gmail.com)

**Annotatsiya.** Ushbuda yassi quyosh havo kollektorlarining (YAQHK) energetik nazoratni nazorat qilish bo'yicha olib borilgan va amaliy tahlil qilingan. Tadqiqotda to'siq-turbulizatorli kollektor konstruktsiya issiqlik-gidrodinamik jarayonlarning fizik modeli ishlab chiqilib, COMSOL Multiphysics material asosida sonli modellash tirish o'rnatish. Natijalarda to'siqlar soni, shakli va joylashishning issiqlik va quvvat yo'qotilishiga ta'siri baholangan. Olingan manbalardan shu ma'lumki, to'g'ridan-to'g'ri sonning optimal 2–4 oralig'ida bo'lganda maksimal issiqlik samaradorlik 15–21% ga oshadi. Qayta tiklanadigan energiya tizimlarini qo'llab-quvvatlashni yaxshilashda amaliy ahamiyatga ega.

**Kalit so'zlar:** quyosh havo kollektori, issiqlik issiqlik, turbulizator, gidrodinamika, COMSOL, energiya ishlab chiqarish, modellash tirish, qayta tiklanadigan energiya.

## SCIENTIFIC FOUNDATIONS OF ACCELERATING THERMAL-HYDRODYNAMIC PROCESSES USING BARRIER-TURBULIZERS IN FLAT SOLAR AIR COLLECTORS

**Eshmamatov Arslonbek Khalil oglu**

Researcher

**Annotation.** This paper presents a practical analysis of the energy management of flat-plate solar air collectors (SACs). The study included the development of a physical model of thermal and fluid dynamics in a baffle-type collector and numerical simulations using COMSOL Multiphysics. The results assess the impact of the number, shape, and arrangement of baffles on heat and energy losses. The results indicate that the maximum thermal efficiency increases by 15–21% with an optimal number of baffles (2 to 4). This has practical implications for improving the support of renewable energy systems.

**Keywords:** solar air collector, thermal energy, turbulator, fluid dynamics, COMSOL, energy production, modeling, renewable energy.

DOI: <https://doi.org/10.47390/ts-v3i9y2025No7>

**Kirish.** Hozirgi global davrda miqyosda energiya manbalarini saqlash va ekologik muammolarni ta'minlash masalalari insoniyat oldidagi eng muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Shu nuqtai nazaridan, quyosh energiyasidan harakatlanish, ayniqsa, issiqlik energiyasi ishlab chiqarishda yassi quyosh havo kollektori (YAQHK) ahamiyati yildan-yilga ortib ketadi.

Jahon amaliyotida qayta tiklanadigan energiya manbalari (QTEM)dan qayta kengayib tekshirish. Masalan, 2021 yil oxiriga kelib dunyo bo'yicha o'zidan quyosh issiqlik quvvati 522 GVtni tashkil qildi, bu 746 million kvadrat metr kollektor maydoniga teng. Bu esa 4.7

mln.tonneft va 147.5 mln.tonna CO<sub>2</sub> ning xavfsizligini nazorat qilish xizmat qilgan [3]. Shu bilan, yassi quyosh havo kollektorlarida issiqlik almashinuvi jarayonini ta'minlash, konstruktiv yechimlarni optimallashtirish va yuqori samaradorlikka ega modellarni muhim ilmiy yo'nalishlardan biri.

O'zbekiston Respublikasida ham "Yashil iqtisodiyot" strategiyasi doirasida 2030 yilga borib quyosh energiyasining ulushini umumiy energetika balansida 6 foizga yetkazish ishlab chiqarish [1; 2]. Bunda YAQKlarning yukini oshirishni kuchaytirishga innovatsion texnologiyalarni ishlab chiqarish va joriy etish ishlab chiqarishdan biri sifatida o'rin oladi.

Ilmiy manbalar tahliliga ko'ra, absorber issiqlik quvvatiga turli shakldagi turbulizatorlar o'rnatish issiqlik o'tkazishni sun'iy ravishda turbulentlashtirib, olish jarayonini 15–40% gacha jadallashtirishi mumkin [3, 4, 5]. Shu sababli kollektor ichida havo qo'llab-quvvatlashni ishlab chiqarish uchun harakatga keltirish, to'siq-turbulizatorni ishlatish uchun umumiy samaradorlikni oshirish mumkin.

Ushbu tadqiqotda aynan shu yo'nalishda to'siq-turbulizatorli kollektorlarning issiqlik va gidrodinamik jarayonlari modellashtirilib, energiyani ishlab chiqarish bo'yicha optimal konstruktiv parametrlar aniqlangan. Shu bilan birga, elektr energiyasini ishlab chiqarish va ularni sanoat, qishloq xo'jaligida, yashash joylarida, binolarda qo'llash mumkin bo'lgan quvvatni saqlab qoladi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili: So'nggi yillarda qayta tiklanadigan energiya manbalariga bo'lgan ehtiyojning ortishi natijasida quyosh havo kollektorlarining (QHK) samaradorligini oshirish muammosi muhim ilmiy yo'nalishlardan biriga aylandi. Dunyo tajribasida issiqlik almashinuvini jadallashtirishda absorber yuzasida sun'iy g'adir-budirliklar, qovurg'ali va turbulizatorli konstruksiyalar keng qo'llanilmoqda [3, 8, 9].

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, absorber sirtidagi turbulizatorlar havo oqimining laminar qatlamini buzadi, natijada konvektiv issiqlik uzatish intensivligi ortadi, bu esa QHK ning issiqlik-texnik samaradorligini 15–25% gacha oshirish imkonini beradi. Masalan, V-simon, yarim sferik, konussimon va U-simon shakldagi to'siqlar yordamida havo oqimining qayta aralashuvi kuchayadi, issiqlik oqimi chegaraviy qatlamdan tashqariga chiqadi va turbulentlik darajasi ortadi. Shu bilan birga, issiqlik yo'qotishning kamayishi va absorber yuzasining haroratining bir tekis taqsimlanishi kuzatiladi.

Quyosh havo kollektorlarida issiqlik almashinuvni modellashtirish uchun Computational Fluid Dynamics (CFD) asosidagi sonli modellar qo'llanilib, ular orqali oqim tezligi, bosim pasayishi, issiqlik oqimi zichligi va Nusselt sonining o'zgarishi aniqlanadi [12, 15, 16]. Shu yo'l bilan optimal to'siq geometriyasi tanlanadi.

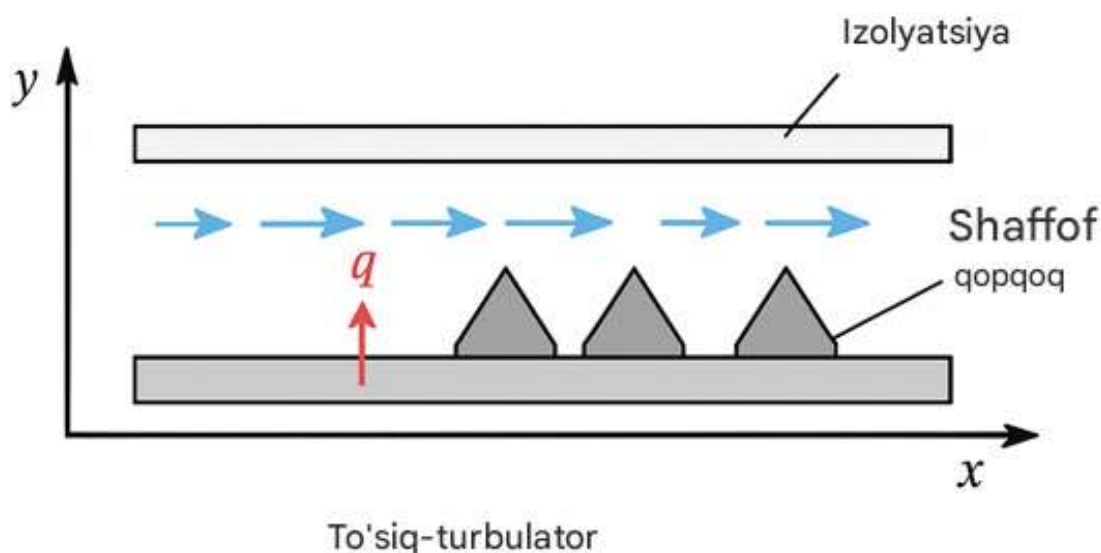
**Tadqiqot metodologiyasi:** Quyosh havo kollektorlarida issiqlik-gidrodinamik jarayonlarni jadallashtirishning ilmiy asoslarini o'rganishga qaratilgan bo'lib, unda to'siq-turbulizatorlar yordamida havo oqimining harakatini optimallashtirish orqali issiqlik almashinuv samaradorligini oshirish maqsad qilingan. Tadqiqot ob'ekti sifatida havo oqimi yo'nalishida ko'ndalang joylashtirilgan to'siqlarga ega yassi quyosh havo kollektori tanlandi. Kollektor alyuminiy absorber plastinasi, shaffof qoplama, issiqlik izolyatsiyalangan korpus hamda kirish va chiqish kanallaridan iborat bo'lib, havo kirish qismidan oqib kiradi va to'siqlarga urilgach, oqim yo'nalishi o'zgaradi, natijada turbulentlik darajasi ortadi hamda issiqlik uzatish jadallashadi [6, 7, 8]. Ushbu jarayon issiqlik oqimining absorberdan havo zarrachalariga samarali uzatilishini ta'minlaydi.

Tadqiqot nazariy jihatdan kompyuterli modellash (CFD — Computational Fluid Dynamics) usuliga asoslanadi. Bu usulda issiqlik va suyuqlik harakatini tavsiflovchi Navye-Stoks va energiyani saqlanish tenglamalari yechilib, havo tezligi, bosim taqsimoti, harorat gradientlari va issiqlik oqimi zichligi aniqlanadi. Hisoblashlarda oqim barqaror va siqilmaydigan deb qabul qilinadi, materiallarning issiqlik-fizik xossalari doimiy, devorlardan issiqlik yo'qotilishi esa e'tiborga olinmaydi. Modellash COMSOL Multiphysics dasturiy muhitida olib borilib, chekli elementlar usuli yordamida yechim topildi. Har bir element uchun oqim tezligi va harorat o'zgarishlari hisoblandi.

Modelda chegaraviy shartlar sifatida quyidagilar qabul qilindi: kirish qismida havoning tezligi 0,5 dan 2 m/s gacha, kirish harorati 300 K, chiqish bosimi 1 atmosfera, absorber yuzasida issiqlik oqimi  $800\text{--}1000 \text{ Wt/m}^2$ , devorlar esa issiqlik o'tkazmaydigan qilib qabul qilindi. Ushbu parametrlar yordamida oqimning harakatlanish tabiati, issiqlikning kollektor bo'ylab tarqalishi va to'siqlarning o'lchami, soni hamda joylashuvi kollektor samaradorligiga qanday ta'sir ko'rsatishi tahlil qilindi.

Hisoblash bosqichlari ketma-ket quyidagicha amalga oshirildi: avvalo, kollektorning uch o'lchamli geometrik modeli tuzildi; so'ngra chegaraviy shartlar kiritildi va hisoblash tarmog'i tuzildi; har bir elementda tezlik, bosim va harorat qiymatlari aniqlanib, modellash yakunida natijalar tajriba ma'lumotlari bilan solishtirildi. Olingan natijalar oqim tezligi vektorlari va harorat taqsimotlari orqali tahlil qilinib, optimal to'siqlar soni aniqlashtirildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, to'siqlarning soni ortgani sari issiqlik almashinuv jadallashadi, biroq bosim yo'qotilishi ham ortadi. Natijada issiqlik-gidravlik samaradorlik mezoniga ko'ra eng maqbul variant to'siqlar soni to'rt dona bo'lganda kuzatildi. Bu holda kollektorning umumiy samaradorligi 79 foizga yetdi.

Quyida tadqiqotda foydalanilgan modellashirilgan quyosh havo kollektorining fizik sxemasi keltirilgan rasmda to'siq-turbulizatorlar, absorber, shaffof qoplama va izolyatsiyalangan korpusdan iborat.



Tadqiqot ob'ekti - havo oqimi yo'nalishida ko'ndalang to'siqlari o'rnatilgan yassi quyosh havo kollektoridir. Kollektor alyuminiy asosli absorber, shaffof qoplama va izolyatsiyalangan korpusdan iborat.

**Tahlil va natijalar:** Quyosh havo kollektorlarida issiqlik-gidrodinamik jarayonlarni jadallashtirish maqsadida to'siq-turbulizatorlardan foydalanish natijalarini tahlil qilishda

asosiy e'tibor *oqim strukturasi shakllanishi, harorat taqsimoti va bosim yo'qotilishining o'zgarishiga* qaratildi. Tadqiqot natijalari *COMSOL Multiphysics* dasturida olingan hisoblash ma'lumotlariga asoslanadi.

Modelda absorber plastinasi ostidagi havo oqimi turli sonli va shakldagi to'siqlardan o'tadi. Har bir to'siq oqimni qayta yo'naltirib, uyurmalar hosil qiladi, bu esa *chegaraviy qatlamni yupqalash va issiqlik oqimini intensivlashtirish* imkonini beradi. Shu bilan birga, ortiqcha to'siqlar bosim pasayishini oshirishi sababli umumiy energiya samaradorligi kamayadi. Shu asosda optimal variant aniqlangan.

Issiqlik almashinuv: Tadqiqotda havo kirish tezligi 0,5–2,0 m/s oralig'ida o'rganildi. Har bir tezlik qiymati uchun issiqlik oqimi zichligi va chiqish harorati tahlil qilindi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, *to'siqlarsiz holatga nisbatan issiqlik oqimi 1,8–2,3 baravar oshgan*, chiqish harorati esa 12–16°C ga yuqori bo'lgan.

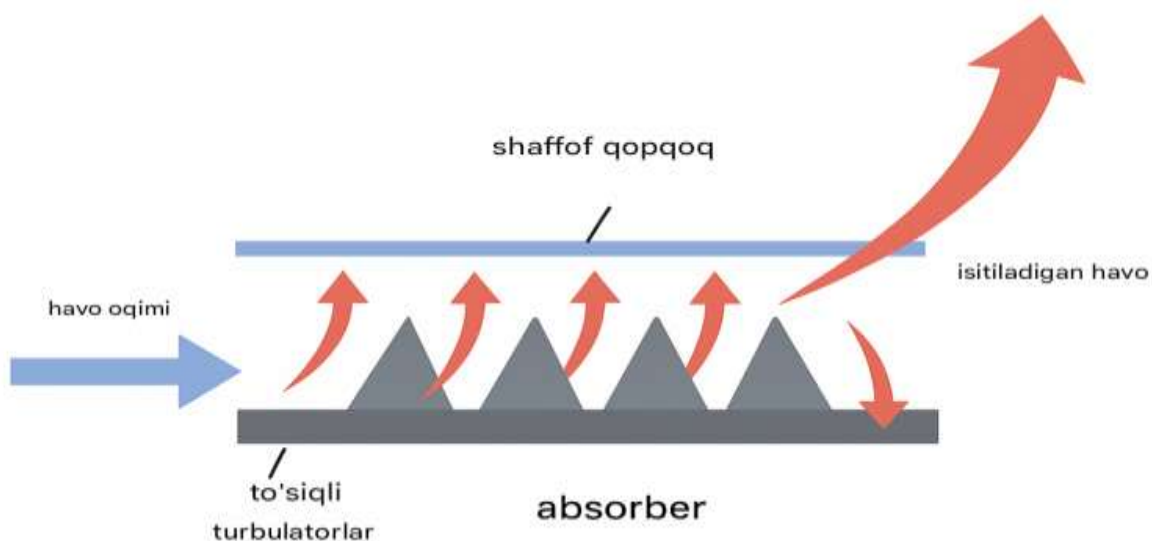
To'siqlar sonining issiqlik samaradorlikka ta'siri

| To'siq soni | Havo chiqish harorati (°C) | Nusselt soni (Nu) | Bosim yo'qotilishi $\Delta P$ (Pa) | Umumiy samaradorlik (%) |
|-------------|----------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------------|
| 0 (oddiy)   | 47,8                       | 1,00              | 0                                  | 65,2                    |
| 2           | 54,6                       | 1,75              | 4,8                                | 73,4                    |
| 4           | 58,9                       | 2,31              | 9,2                                | 79,1                    |
| 6           | 59,7                       | 2,48              | 15,3                               | 76,4                    |

Jadvaldan ko'rinadiki, to'siqlar soni oshgani sayin issiqlik almashinuvi intensivligi ortadi, lekin bosim yo'qotilishi ham ko'payadi. Shu sababli *to'siqlarning optimal soni — 4 dona* deb topildi. Bu holatda issiqlik-gidravlik samaradorlik eng yuqori qiymatni tashkil etdi.

Gidrodinamik jarayonlarni: Oqimning tezlik vektorlari va uyurmalar taqsimoti CFD natijalarida aniq ko'rinadi. Quyidagi sxemada havo oqimining yo'nalishi, to'siqlar atrofida hosil bo'lgan retsirkulyatsiya zonalarini hamda harorat gradientlari tasvirlangan:

**To'siq-turbulizatorli kollektor ichidagi oqim va harorat taqsimoti**

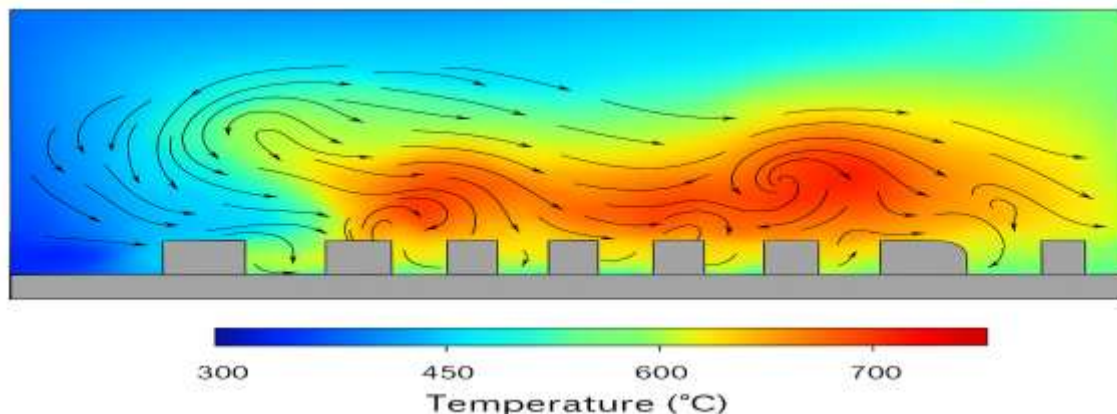


*(Sxemada oqim to'siqlar oralig'ida qayta yo'naladi, oqim tezligi to'siq orqasida kamayadi, yuqori haroratli havo esa absorberga yaqin qatlamlarda to'planadi.)*

Tahlil natijalariga ko'ra, oqimning o'rtacha tezligi 1,4–1,8 m/s oralig'ida, eng yuqori turbulent energiya esa to'siqlarning chiqish qismida hosil bo'ladi.

Bu shuni anglatadiki, havo zarrachalari to'siqlar bilan to'qnashganidan so'ng kuchli aylanish (uyurma) hosil qiladi, bu esa absorber yuzasidan issiqlikning samarali uzatilishiga olib keladi.

### **CFD modellashtirilgan kollektorning natijaviy harorat va tezlik maydoni.**



*(Rasmda oqim yo'nalishlari, uyurmalar markazlari va harorat gradientlari rangli konturlarda tasvirlangan.)*

Issiqlik-gidravlik samaradorlikni baholash:

Tadqiqotda issiqlik-gidravlik samaradorlik quyidagi ifoda asosida hisoblandi:

$$\eta = \frac{Nu/Nu_0}{(f/f_0)^{1/3}}$$

bu yerda:

$Nu$  – Nusselt soni;

$f$  – ishqalanish koeffitsiyenti;

indeks 0 – to'siqlarsiz holatni bildiradi.

Hisoblash natijalari bo'yicha to'siqlar soni 4 ta bo'lganda issiqlik uzatish 2,3 baravar ortgan bo'lsa, ishqalanish koeffitsiyenti atigi 1,5 baravar oshgan. Natijada umumiy samaradorlik 21% ga yaxshilangan.

### **Natijalarning umumiy tahlili**

Tadqiqotdan quyidagi asosiy ilmiy xulosalar aniqlandi:

1. To'siq-turbulizatorlarning mavjudligi havo oqimining laminar qatlamini buzadi va issiqlik oqimini ikki baravargacha oshiradi.

2. To'siqlar soni ortishi bilan bosim pasayishi kuchayadi, shuning uchun issiqlik-gidravlik nisbatni muvozanatlash muhim.

3. Optimal konstruktiv yechim sifatida 4 ta to'sikli model tavsiya etiladi, bu holatda energiya sarfi minimal, issiqlik chiqishi esa maksimal bo'ladi.

4. Natijalar tahlili shuni ko'rsatadiki, CFD modellashtirish amaliy tajribalarga yuqori aniqlikda mos keladi va real kollektorlar uchun ishonchli hisoblash usuli sifatida qo'llanilishi mumkin.

### **Xulosa va takliflar**

Yassi quyosh havo kollektorlarida issiqlik-gidrodinamik jarayonlarni chuqur o'rganish natijasida aniqlanishicha, kollektor ichiga o'rnatilgan to'siq-turbulizatorlar havo oqimining laminar qatlamini buzib, oqimning turbulent shaklini hosil qiladi va shu orqali issiqlik almashinuv jarayonini sezilarli darajada kuchaytiradi. Oqim to'siqlar bilan to'qnashganda hosil bo'ladigan uyurmalar va qayta aralashuv zonalarida absorber yuzasi bilan havo zarrachalari orasidagi issiqlik uzatishni jadallashtiradi. Bu jarayon natijasida absorber sathining harorati yanada bir tekis taqsimlanadi va havo chiqish harorati oshadi. Modellashtirish natijalari shuni ko'rsatdiki, to'siqlarning soni ortgani sari issiqlik almashinuv intensivligi oshadi, biroq shu bilan birga bosim yo'qotilishi ham ortadi. Shuning uchun kollektorning umumiy samaradorligini ta'minlash uchun to'siqlar soni va ularning joylashuvi optimal tanlanishi lozim.

Hisoblash natijalari asosida aniqlanishicha, to'siqlar soni to'rt dona bo'lganda issiqlik-gidravlik samaradorlik eng yuqori qiymatga ega bo'ladi. Bunday konfiguratsiyada issiqlik oqimi zichligi o'rtacha 2, 3 baravar oshgan holda, bosim yo'qotilishi nisbatan kichik qiymatda saqlanib qolgan. Bu holatda kollektorning umumiy samaradorligi 79 foizni tashkil etadi. Shu sababli bunday konstruktsiya issiqlik energiyasini tejash va havoning qizish darajasini oshirish nuqtai nazaridan eng maqbul yechim hisoblanadi. Oqimning tezlik maydoni va harorat gradientlarini tahlil qilish natijalari havo to'siqlar oralig'ida qayta yo'nalishini, retsirkulyatsiya zonalarida esa yuqori haroratli havo to'planishini ko'rsatdi. Bu esa issiqlik uzatish yuzasida samarali konvektiv harakat hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

Olingan natijalar issiqlik tizimlarining energetik samaradorligini oshirish, qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish darajasini ko'tarish va ekologik toza texnologiyalarni keng joriy etish uchun muhim ilmiy asos yaratadi. To'siq-turbulizatorli kollektorlar odatiy tekis kollektorlar bilan solishtirilganda o'rtacha 20–25 foizga yuqori issiqlik chiqishini ta'minlaydi. Bu ularni sanoat binolari, issiqxonalar, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini quritish tizimlari hamda ventilyatsiya qurilmalari uchun samarali energiya tejovchi yechim sifatida qo'llash imkonini beradi. Kelgusida turli shakldagi, masalan, V-simon, yarim sferik yoki konussimon turbulizatorlarning issiqlik-gidravlik jarayonlarga ta'sirini eksperimental tahlil qilish, CFD modellarini amaliy o'lchov natijalari bilan taqqoslab verifikatsiya qilish va to'siqlarning material hamda joylashuv kombinatsiyalarini optimallashtirish bo'yicha tadqiqotlarni davom ettirish tavsiya etiladi.

### **Adabiyotlar/Литература/References:**

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 10 iyuldagi PF-4779-son Farmoni "Iqtisodiyotning energiya samaradorligini oshirish va mavjud resurslarni jalb etish orqali iqtisodiyot tarmoqlarining yoqilg'i-energetika mahsulotlariga qaramligini kamaytirishga doir qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida".
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 22 avgustdagi PQ-4422-son Qarori "Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanadigan energiya manbalarini rivojlantirish to'g'risida".
3. Alam T., Kim M.-H. Performance improvement of double-pass solar air heater – A state of art of review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 79 (2017), 779–793.

4. Yeh H.M., Ho C.D. Heat-transfer enhancement of double-pass solar air heaters with external recycle. *J. Taiwan Inst. Chem. Engineers*, 42(5), 2011, 793–800.
5. Fudholi A., Sopian K., Othman M.Y., Ruslan M.H., Bakhtyar B. Energy analysis and improvement potential of fined double-pass solar collector. *Energy Conversion and Management*, 75 (2013), 234–240.
6. Gabhane M.G., Kanase-Patil A.B. Experimental analysis of double flow solar air heater with multiple C-shape roughness. *Solar Energy*, 155 (2017), 1411–1416.
7. Abdullah A.S., Abou A.M.M., Omara Z.M. va boshqalar. Performance evaluation of a new counter flow double-pass solar air heater with turbulators. *Solar Energy*, 173 (2018), 398–406.
8. Daliran A., Ajabshirchi Y. Theoretical and experimental research on effect of fins attachment on operating parameters and thermal efficiency of solar collector. *Information Processing in Agriculture*, 5 (2018), 411–421.
9. Priyam A., Chand P. Thermal and thermohydraulic performance of wavy finned absorber solar air heater. *Solar Energy*, 130 (2016), 250–259.
10. Kabeel A.E., Khalil A., Shalaby S.M., Zayed M.E. Experimental investigation of thermal performance of flat and V-corrugated plate solar air heater with and without PCM as thermal energy storage. *Energy Conversion and Management*, 113 (2016), 264–272.
11. Ozgen F., Esen M., Esen H. Experimental investigation of thermal performance of a double-flow solar air heater having aluminum cans. *Renewable Energy*, 34 (2009), 2391–2398.
12. Chabane F., Grira F., Moumami N., Brima A. Experimental study of a solar air heater by adding an arrangement of transverse rectangular baffles perpendicular to the air stream. *International Journal of Green Energy*, 16 (2019), 1264–1277.
13. Mahanand Y., Senapati J.R. Thermo-hydraulic performance analysis of a solar air heater (SAH) with quarter-circular ribs on the absorber plate: A comparative study. *International Journal of Thermal Sciences*, 161 (2021), 106747.
14. Menni Y., Azzi A., Chamkha A.J. Optimal thermos-aerodynamic performance of S-shaped baffled channels. *Journal of Mechanical Engineering Science*, 12(3) (2018), 3888–3913.
15. Menni Y., Chamkha A.J., Zidani C., Benyoucef B. Heat transfer in air flow past a bottom channel wall-attached diamond-shaped baffle – using a CFD technique. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering*, 63(2) (2019), 100–112.
16. Bopche S.B., Tandale M.S. Experimental investigations on heat transfer and frictional characteristics of a turbulator roughened solar air heater duct. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 52 (2009), 2834–2848.

**TECHSCIENCE.UZ**

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB  
MASALALARI**

***№ 9 (3)-2025***

**TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL SCIENCES**

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA  
FANLARINING DOLZARB MASALALARI**  
elektron jurnali 15.09.2023-yilda 130346-  
sonli guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan  
o'tkazilgan.

**Muassislar:** "SCIENCEPROBLEMS TEAM"  
mas'uliyati cheklangan jamiyati;  
Jizzax politexnika insituti.

**TAHRIRIYAT MANZILI:**

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik  
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.

Elektron manzil:

[scienceproblems.uz@gmail.com](mailto:scienceproblems.uz@gmail.com)