ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME -12

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 12

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

PASSIV QUYOSH ENERGIYASI YORDAMIDA ISHLOVCHI ISSIQLIK QUVURINING MATEMATIK MODELI

Ochilov L.
Buxoro davlat universiteti.
Iskandarov N.
Buxoro davlat universiteti.
Ashurova U.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. Maqolada passiv quyosh energiyasi yordamida ishlovchi issiqlik quvurlari bilan jihozlangan devor (IQJD)ning matematik modeli o‘rganilgan. Unda issiqlik quvurlarining yuqori issiqlik uzatish xususiyatlari orqali binolarda energiya tejamkorligini oshirish imkoniyatlari tahlil qilingan. Tadqiqotda qishda quyosh energiyasi yordamida tashqi devordan ichki muhitga issiqlik uzatilishi, yozda esa ortiqcha issiqlik tashqariga chiqarilishi ko‘rsatib berilgan.

Kalit so‘zlar. IQJD, mikrogravitatsion issiqlik quvuri, EIUK, issiqlik qarshiligi, ekvivalent issiqlik o‘tkazuvchanligi.

Abstract. The article investigates a mathematical model of a wall equipped with heat pipes operating by means of passive solar energy (HPWE). The study analyzes the possibilities of improving energy efficiency in buildings through the high heat-transfer characteristics of heat pipes. It is shown that in winter, heat is transferred from the external wall to the indoor environment using solar energy, while in summer excess heat is removed to the outside environment.

Keywords: HPWE, microgravity heat pipe, EHTC, thermal resistance, equivalent thermal conductivity.

Аннотация. В статье исследована математическая модель стены, оснащённой тепловыми трубами, работающими с использованием пассивной солнечной энергии (IQJD). Проанализированы возможности повышения энергоэффективности зданий за счёт высоких теплообменных характеристик тепловых труб. Показано, что зимой тепло передаётся от наружной стены во внутреннюю среду с использованием солнечной энергии, а летом избыточное тепло выводится наружу.

Ключевые слова: IQJD, микрогравитационная тепловая труба, эквивалентный коэффициент теплопередачи, тепловое сопротивление, эквивалентная теплопроводность.

KIRISH.

Binoning eng asosiy shakllaridan biri bo‘lgan devor binoning muhofazasi tuzilishida energiyani tejashning asosiy komponentidir [1-6]. An'anaviy ravishda, devor o‘rnatilgandan so‘ng, uning issiqlik qarshiligini asosan doimiy deb hisoblash mumkin, bu esa energiyani tejashga yordam bermaydi [7,8]. Qishda

ISSN 3030-3907

tashqi devorning tashqi yuzasi harorati atrof-muhit haroratidan yuqori bo‘ladi va quyosh radiatsiyasi natijasida devorning ichki yuzasi haroratidan yuqori bo‘lishi aniq. Agar devorning issiqlik qarshiligi yuqori bo‘lsa, issiqlik devor orqali binoga samarali o‘tkazilmaydi [9]. Aksincha, agar devorning issiqlik qarshiligi pastroq bo‘lsa, issiqlik uzatish isitish yukini kamaytirish uchun devorning ichki yuzasi haroratini oshiradi va shu bilan termal muhitni yaxshilaydi. Yuqorida aytib o‘tilgan termal jarayon, shuningdek, isitish davridan oldin yoki keyin bosqich uchun ichki issiqlik muhitini samarali ravishda yaxshilashi mumkin. Xuddi shunday, tashqi devorning tashqi yuzasi harorati yozda tunda ichki yuzadan pastroq bo‘lsa, pastroq issiqlik qarshiligi issiqlik tarqalishiga yordam beradi, bu esa konditsioner yukini kamaytiradi va termal konforni yaxshilaydi.

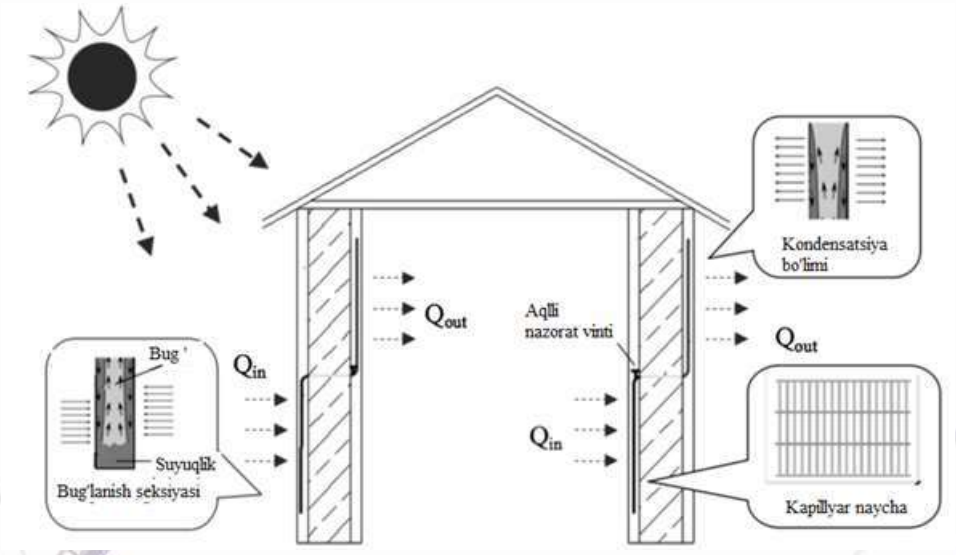
Issiqlik quvuri eng samarali issiqlik uzatish elementlaridan biri bo‘lib, harorat farqi kichik bo‘lganda, qo‘shimcha quvvat sarflamasdan katta miqdordagi issiqlikni uzatishi mumkin [21]. Shuning uchun issiqlik quvurlari issiqlikni qayta tiklashda [22 24], shuningdek, xonani isitishda keng qo‘llanilgan. Chjan va boshqalar. [25] termosifon o‘rnatilgan polning issiqlik ko‘rsatkichi oddiy plastik o‘rnatilgan radiatsion polga qaraganda ancha yaxshi issiqlik ko‘rsatkichiga ega ekanligini aniqladi. Zhao va boshqalar. [26] quyosh termosifon o‘rnatilgan radiatsion pol quyosh isitish tizimining iqtisodini yaxshilashi mumkinligini isbotlash uchun tajribalar o‘tkazdilar. Bian [27] past haroratli issiqlik manbasidan foydalanishi mumkin bo‘lgan va ichki makonni egallamaydigan devor bilan birlashtirilgan issiqlik trubkasi qurilmasini o‘rgandi. Devor tomonidan so‘rilgan quyosh energiyasidan foydalanish uchun issiqlik quvurlarining afzalliklarini ta'minlash uchun tortishish issiqlik quvurlarini devor bilan birlashtirish, ya'ni issiqlik quvurlari bilan jihozlangan devor (IQJD) ilgari surildi. Samarali issiqlik uzatish xususiyati natijasida issiqlik quvurlarining bir tomonlama issiqlik o‘tkazuvchanligi va issiqlik o‘tkazuvchanligi [28-31] qishda issiqlikni binolarga, yozda esa binolardan tashqariga o‘tkazishga olib kelishi mumkin. IQJDning issiqlik uzatish va energiya tejash xususiyatlari nazariy va eksperimental jihatdan o‘rganildi.

Mikrogravitatsion issiqlik quvurlari millimetr darajasida [32] izolyatsiya plitasi tashqarisida joylashgan gipsli ohak yorig‘iga, kondensatsiyalash qismi (yoki bug‘lanish qismi) ichki yuzaning tsement ohakchasiga joylashtiriladi. Gravitatsiyaviy issiqlik quvurlari devorning devor tuzilishi bilan yaxshi bog‘langanligini va mustahkamlik nuqtai nazaridan devorning ishlashiga juda kam zarar etkazganini hisobga olish mumkin. Har xil turdagi devorlar uchun kondensatsiya va bug‘lanish qismi o‘rtasida izolyatsiya materialining o‘zgarishi issiqlik quvurlarining ishlashiga ta'sir qilmaydi.

ISSN 3030-3907

IQJD birlashtirilgan issiqlik quvurlari va devor issiqlik izolyatsiyasi texnologiyasi bilan avtomatik boshqaruv faza o‘zgarishi, issiqlikni saqlash va issiqlik chiqarish bilan yangi passiv kompozit devor hosil qiladi. Gravitatsion issiqlik quvurlarining samarali bir yo‘nalishli issiqlik o‘tkazuvchanligi tufayli, IQJDning tashqi va ichki yuzalari o‘rtasidagi harorat farqi qishda tashqi havodan binoga issiqlik o‘tkazuvchanligini ta'minlaydi, tashqi sirt harorati pastroq bo‘lsa, u ichki makondan tashqariga. yozda ichki sirt haroratidan ko‘ra. Gravitatsion issiqlik quvurlariga xos bo‘lgan issiqlik o‘tkazgichi qishda devorning katta miqdorda issiqlik yo‘qotilishiga yo‘l qo‘ymaydi, yozda esa u juda ko‘p issiqlikni o‘zlashtiradi, bu esa xona ichidagi haroratning oshishiga olib keladi. Shu sababli, IQJD tashqi konvertning izolyatsiyasi va tabiiy manbalardan foydalanish o‘rtasidagi ziddiyatni yanada qulayroq ichki va issiqlik muhitini saqlab qolish uchun mohirlik bilan hal qiladi.

1-rasmda IQJDning ishlash printsipi ko‘rsatilgan. Ichki issiqlik muhitini induktsiya qilish orqali IQJDni aqlli boshqarishni amalga oshirish uchun adiabatik qismda aqlli boshqaruv klapan o‘rnatilgan. Qishda janubiy devordagi nazorat valfi ochiq, shimoliy devordagi valf esa yopiq. Janubiy tashqi devor quyosh energiyasini o‘zlashtirish orqali tashqi sirt haroratini asta-sekin oshiradi va ma'lum bir kümülatif vaqt ichida yuqori tashqi sirt haroratini saqlaydi. Tashqi yuzaning harorati ichki sirt haroratidan yuqori bo‘lsa, devordagi bug‘lanish qismining ishchi muhiti bug‘lanish uchun issiqlikni o‘zlashtiradi va keyin devor qoplamasidagi kondensatsiyalash qismidagi bug‘ issiqlikni chiqarish uchun kondensatsiyalanadi. yopiq.



1-rasm. IQJDning ishlash prinsipi

Ushbu yaxshilanishlar ichki issiqlik muhitini yaxshilash uchun qishda tashqi devorning ichki yuzasi haroratini oshiradi. Yozda shimoliy devordagi nazorat valfi ochiq, janubiy devordagi valf yopiq bo‘ladi. Shimoliy devor kamroq

ISSN 3030-3907

issiqlik nurlanishini o‘zlashtirganligi sababli, shimoliy devorning tashqi sirt harorati past, ayniqsa kechasi. Tashqi devorning tashqi sirt harorati ichki yuzadan pastroq bo‘lsa, devor qoplamasidagi bug‘lanish qismining ishchi muhiti bug‘lanish uchun issiqlikni yutadi, so‘ngra devorning kondensatsiyalanuvchi qismidagi bug 'chiqishi uchun kondensatsiyalanadi. tashqariga issiqlik. Ushbu yaxshilanishlar tashqi devorning ichki yuzasi haroratini pasaytiradi va shu bilan ichki issiqlik muhitini yaxshilaydi.

NAZARIY TAHLIL.

IQJDning issiqlik uzatish jarayoni juda murakkab, chunki u issiqlik quvurlarining issiqlik o‘tkazuvchanligini, devorning issiqlik o‘tkazuvchanligini va issiqlikni saqlashni va boshqalarni o‘z ichiga oladi. Taraqqiyotni nazariy jihatdan tekshirish uchun quyidagi taxminlar qo‘llaniladi:

devor va issiqlik quvurlarining issiqlik uzatish jarayoni barqaror;

issiqlik quvurlaridagi bug‘ning Reynolds soni tovush tezligidan kamroq;

issiqlik quvurlarida ishlaydigan muhitning yopishqoqligining o‘zgarishi natijasida yuzaga keladigan harorat o‘zgarishi e'tiborga olinmaydi;

polistirol plitali izolyatsiyalangan devor tufayli, kondensatsiya bo‘limining issiqlik almashinuvi va devorning tashqi yuzasi ham e'tiborga olinmaydi.

IQJDning issiqlik uzatish jarayonini soddalashtirish mumkin, chunki Issiqlik mos ravishda devor va issiqlik quvurlari orqali uzatiladi. Devordagi issiqlik trubkasi qattiq dumaloq novda bilan bir xil o‘lchamda hisoblanadi, uning roli issiqlik ko‘prigiga teng. Issiqlik trubasining issiqlik o‘tkazuvchanligiga qarshilik ko‘rsatadi[30]

$$R_h = \frac{\ln(d_o/d_i)}{2\pi\lambda_h L_e} + \frac{1}{\alpha_e \pi d_i L_e} + \frac{1}{\alpha_c \pi d_i L_c} + \frac{\ln(d_o/d_i)}{2\pi\lambda_h L_c} \qquad (1)$$

bu yerda λ_h-issiqlik quvurlari devorining issiqlik o‘tkazuvchanligini ifodalaydi; α_e va α_c mos ravishda bug‘lanish va kondensatsiya bo‘limining issiqlik uzatish koeffitsientini ifodalaydi. Tenglamalar quyidagicha [30,33]

$$\alpha_e = 0.32 \left(\frac{\rho_l^{0.65} \lambda_l^{0.3} C_{pl}^{0.7} g^{0.2} q_e^{0.4}}{\rho_v^{0.25} h_{fg}^{0.4} \mu_l^{0.1}} \right) \left(\frac{p_{sat}}{p_a} \right)^{0.3} \qquad (2)$$

$$\alpha_c = 0.943 \left\{ \frac{\rho_l g \lambda_l^3 (\rho_l - \rho_v)[h_{fg} + 0.68 C_{pl}(T_{sat} - T_{ex})]}{\mu_l L_c (T_{sat} - T_{ex})} \right\}^{1/4} \qquad (3)$$

Isiqlik quvurining ekvivalent issiqlik o‘tkazuvchanligi

$$\lambda_{eq} = \frac{L_h}{R_h A c_h} = \frac{4L^2}{d_o^2} \left\{ 1/\left[\frac{\ln(d_o/d_i)}{2e} + \frac{\lambda_h}{\alpha_e d_i e} + \frac{\lambda_h}{\alpha_c d_i c} + \frac{\ln(d_o/d_i)}{2c} \right] \right\} \lambda_h \qquad (4)$$

Issiqlik quvurining ekvivalent issiqlik uzatish koeffitsienti (EIUK) quyidagi tenglama bilan ifodalanadi.

$$k_h = \frac{\lambda_{eq}}{L} = \frac{4L}{d_o^2} \left\{ 1/\left[\frac{\ln(d_o/d_i)}{2e} + \frac{\lambda_h}{\alpha_e d_i e} + \frac{\lambda_h}{\alpha_e d_i c} + \frac{\ln(d_o/d_i)}{2c} \right] \right\} \lambda_h \qquad (5)$$

ISSN 3030-3907

Tashqi devor uchun gipsning harorat gradienti kichik bo‘lganligi sababli, uni taxminan izotermik deb hisoblash mumkin. Gipsning harorati (T_{av}) - gipsning tashqi va yon yuzasining o‘rtacha harorati.

$$T_{av} = \frac{(T_{op}+T_{ip})}{2} \quad (6)$$

Bug‘lanish qismining issiqlik oqimi

$$q_e = \frac{(T_{av}-T_{sat})}{(1/2\pi\lambda_h)\ln(d_o/d_i)} \quad (7)$$

IQJDning EIUK - bu maydon birligi uchun o‘rtacha issiqlik uzatish qobiliyati.

$$k_{eq} = \frac{k_w A_w + k_h A c_{ah}}{A_w + A c_{ah}} \quad (8)$$

bu yerda A_w - devorning a; A_C-devor orqali o‘tadigan issiqlik quvurlarining maydonini ifodalaydi; k_w - devorning issiqlik uzatish koeffitsienti.

$$k_w = \frac{1}{Rc_{in}+Rc_w+Rc_{os}} \quad (9)$$

Joriy tadqiqotda havo harorati (T) haqiqiy muhitda devorning tashqi yuzasi haroratini hisoblash uchun kiritilgan bo‘lib, u tomonidan aniqlangan [34]

$$T_{sa} = T_a + \frac{dl}{h_{os}} \quad (10)$$

bu yerda T_a - tashqi havo harorati; h_{os} - radiatsiya va konveksiya uchun issiqlik uzatish koeffitsienti; a - quyosh nurlanishining sirtning yutilish qobiliyati; I_T-quyosh radiatsiyasi.

XULOSA.

IQJD tizimining ishlash prinsipi, issiqlik almashinuvi jarayonlari va ularning nazariy asoslari bayon etilgan. Shuningdek, issiqlik quvurining ekvivalent issiqlik o‘tkazuvchanligi hamda issiqlik uzatish koeffitsiyentlarini aniqlash formulalari keltirilgan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, IQJD tizimi binolarning ichki issiqlik muhitini yaxshilaydi, isitish va sovitish yuklamalarini kamaytiradi hamda energiya sarfini sezilarli darajada qisqartirish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Yu J.H., Yang C.Z., Tian L.W., Liao D. Evaluation on energy and thermal performance for residential envelopes in hot summer and cold winter zone of China // Applied Energy. – 2009. – Vol. 86, No. 10. – P. 1970–1985.
2. Yu J.H., Yang C.Z., Tian L.W. Low-energy envelope design of residential building in hot summer and cold winter zone in China // Energy and Buildings. – 2008. – Vol. 40. – P. 1536–1546.
3. Zhang Y., Lin K., Zhang Q., Di H. Ideal thermophysical properties for free-cooling (or heating) buildings with constant thermal physical property material // Energy and Buildings. – 2006. – Vol. 38. – P. 1164–1170.

ISSN 3030-3907

4. Aste N., Angelotti A., Buzzetti M. The influence of the external walls thermal inertia on the energy performance of well insulated buildings // Energy and Buildings. – 2009. – Vol. 41. – P. 1181–1187.
5. Sadineni S.B., Madala S., Boehm R.F. Passive building energy savings: a review of building envelope components // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2011. – Vol. 15, No. 8. – P. 3617–3631.
6. Daouas N. A study on optimum insulation thickness in walls and energy savings in Tunisian buildings based on analytical calculation of cooling and heating transmission loads // Applied Energy. – 2011. – Vol. 88, No. 1. – P. 156–164.
7. Zhang Y., Zhang Y.P., Wang X., Chen Q. Ideal thermal conductivity of a passive building wall: determination method and understanding // Applied Energy. – 2013. – Vol. 112. – P. 967–974.
8. Zeng R.L., Wang X., Di H.F., et al. New concepts and approach for developing energy efficient buildings: ideal volumetric specific heat for building internal thermal mass // Energy and Buildings. – 2011. – Vol. 43, No. 5. – P. 1081–1090.
9. Yang Z., Yu W.H., Zhang F.R. Analysis on the utilization of solar energy in south rooms of building in winter // Acta Energiae Solaris Sinica. – 2005. – Vol. 26, No. 1. – P. 104–109.
10. Noie S.H. Heat transfer characteristics of a two-phase closed thermosyphon // Applied Thermal Engineering. – 2005. – Vol. 25. – P. 495–506.
11. Zhang H., Zhuang J. Research, development and industrial application of heat pipe technology in China // Applied Thermal Engineering. – 2003. – Vol. 75, No. 4. – P. 295–306.
12. Noie-Baghban S.H., Majideian G.R. Waste heat recovery using heat pipe heat exchanger (HPHE) for surgery rooms in hospitals // Applied Thermal Engineering. – 2000. – Vol. 27. – P. 1271–1282.
13. El-Baky M.A.A., Mohamed M.M. Heat pipe heat exchanger for heat recovery in air conditioning // Applied Thermal Engineering. – 2007. – Vol. 27. – P. 795–801.
14. Zhang Y.F., Hao B., Xie H., Liu T. Thermal performance of thermosyphon embedded floor heating // Journal of Tianjin University. – 2007. – Vol. 40, No. 10. – P. 1209–1214.
15. Zhao W., Zhang Y.F., Deng N., Guo X.J. Experimental investigation on the performance of solar-thermosyphon embedded radiant floor heating system // Acta Energiae Solaris Sinica. – 2008. – Vol. 29, No. 6. – P. 637–643.
16. Bian A.P. The Research of Heating Terminal Device and Equipment Combined Heat Pipe with Wall. – Harbin: Harbin Industrial University, 2013. – Dissertation for Master Degree.

ISSN 3030-3907

17. Lee Y., Mital U. A two-phase closed thermosyphon // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 1972. – Vol. 15, No. 9. – P. 1695–1707.
18. Lin M.C., Chun L.J., Lee W.L., Chen S.L. Thermal performance of a two-phase thermosyphon energy storage system // Solar Energy. – 2003. – Vol. 75, No. 4. – P. 295–306.
19. Reay D.A., Kew P.A. Heat Pipes. – 5th ed. – United Kingdom: Butterworth-Heinemann, 2006.
20. Negishi K., Sawada T. Heat transfer performance of an inclined two-phase closed thermosyphon // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 1983. – Vol. 26, No. 8. – P. 1207–1213.
21. Ju J.L., Zhang Z.G., Zhang W. Analysis on the selection of working fluid in the small diameter gravity heat pipe-based on a new passive technology // In: 3rd International Conference on Green Building, Materials and Civil Engineering. – Taiwan, 2013.
22. Imura H., Kusuda H., Ogata J.I., et al. Heat transfer in two-phase closed-type thermosyphons // Heat Transfer—Japanese Research. – 1979. – Vol. 8. – P. 41–53.

ISSN 3030-3907