

A.B. Nusratov

Buxoro davlat universiteti

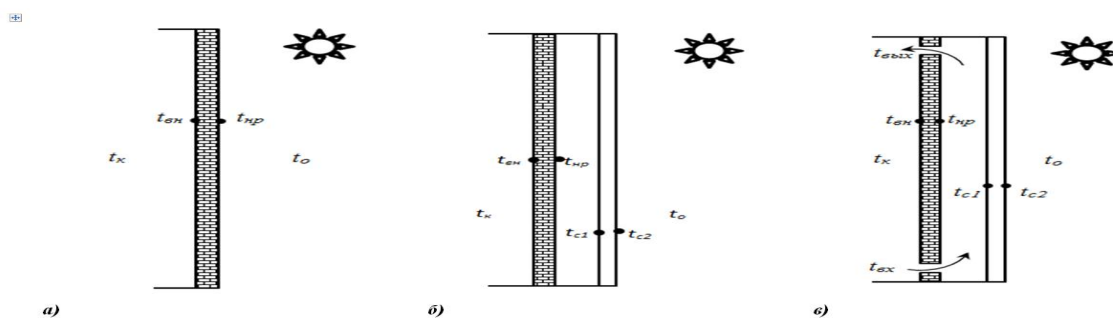
TROMB DEVORILI PASSIV QUYOSH ISITISH TIZIMIDA SODIR BO'LUVCHI ISSIQLIK JARAYONLARINING NOSTATSIONAR MODELI

Annotatsiya: Mazkur ishda tromb devorili passiv quyosh isitish tizimida sodir bo'luvchi issiqlik jarayonlarining nostatsionar modeli qilingan. Passiv quyosh isitish tizimlarida tromb devorining harorat rejimi va issiqlik o'tkazuvchanligi bo'yicha hisoblangan natijalar keltirilgan. Tromb devorining statsionar bo'lmagan issiqlik uzatilishining matematik modeli ishlab chiqildi va analitik echimlarni taqqoslash orqali matematik model tekshirildi.

Kalit so'zlar: quyosh energiyasi, issiqlik akkumulyatsiyalovchi devor, iqtisodiy ko'rsatgichlar, ekologik ko'rsatgichlar, temperatura, issiqlik miqdori.

Passiv quyosh isitish tizimlarida tromb devorining harorat rejimi va issiqlik o'tkazuvchanligi bo'yicha hisoblangan natijalar keltirilgan. Tromb devorining statsionar bo'lmagan issiqlik uzatilishining matematik modeli ishlab chiqildi va analitik echimlarni taqqoslash orqali matematik model tekshirildi. Hisob-kitoblar O'zbekistonning iqlim sharoitlari uchun amalga oshirildi (yanvar oyi uchun Toshkent shahrining geografik ma'lumotlari). Tashqi devorning uchta varianti ko'rib chiqiladi. Muayyan kiruvchi va chiquvchi issiqlik oqimlari uchta variantda taqqoslanadi. Variantdagi natijalar shuni ko'rsatadiki, issiqlik yo'qotilishi boshqa variantlarga qaraganda ikki baravar kam va issiqlik oqimini tartibga solish imkoniyati mavjud.

Tromb devori asosan massiv devordan (tashqi tomondan qoraygan) va engil shaffof to'siqdan iborat. Ba'zan devorning pastki va yuqori qismlarida teshik bor va bu teshiklar orqali havo oqimini turli yo'nalishlarda boshqarish mumkin. Bunday tizimlar birinchi marta 1881 yilda Edvard Mors tomonidan taklif qilingan, keyin bu tizim Feliks tromb tomonidan takomillashtirilgan. Tromb devorining issiqlik xususiyatlari tekshirildi va natijalarda keltirilgan. Tromb devorining issiqlik xususiyatlarini o'rganish uchun tadqiqotchilar matematik model, hisoblash algoritmi va dasturiy ta'minotni ishlab chiqdilar va meteorologik ma'lumotlarning samaradorligi, izolyatsiya darajasi, devorning geometrik o'lchamlari va turar-joy binolarida bunday tizimlardan foydalanish imkoniyatlarini baholadilar. O'rganilayotgan ob'ektning tavsiflari Ushbu ishda passiv tizimlarning tashqi devorlarining uchta varianti o'rganilgan (1-rasm). 1): variant a-g'isht ishlari(umumiy qalinligi 39,5 sm bo'lgan gips bilan); Varian



Rasm 1. Janubiy devorning sxematik diagrammalari passiv quyosh isitish tizimiga ega bino.

Matematik model Matematik modelni yaratish uchun o'rganilayotgan ob'ektning har bir elementi uchun issiqlik balansi tenglamalari yoziladi. A varianti uchun: devorning tashqi qismi uchun

$$c_{uu}\rho_{uu}\Delta x \frac{dt_{hp}}{d\tau} = \frac{\lambda_{uu}}{\Delta x_{uu}} + \frac{2 \lambda_{cm}}{\Delta x_{cm}}^{-1} (t_{cpi} - t_{hp}) + h_{k.hp-cl}(t_o - t_{hp}) + h_{u.cm-cl}(t_o - t_{hp}) + \alpha_{uu}q_{nao} \quad (1)$$

devorning o'rta qismlari uchun

$$c_{cm}\rho_{cm}\Delta x_{cm} \frac{dt_{cm.i}}{d\tau} = \frac{\lambda_{cm}}{\Delta x_{cm}}(t_{cm.i-1} - t_{cm.i}) + \frac{\lambda_{cm}}{\Delta x_{cm}}(t_{cm.i+1} - t_{cm.i}) \quad (2)$$

devorning ichki qismi uchun to'siq

$$c_{uu}\rho_{uu}\Delta x \frac{dt_{\theta H}}{d\tau} = h_{k.cm-K}(t_K - t_{\theta H}) + \frac{\lambda_{uu}}{\Delta x_{uu}} + \frac{2 \lambda_{cm}}{\Delta x_{cm}}^{-1} (t_{cpi} - t_{\theta H}) \quad (3)$$

Ko'p qavatli devorning termofizik xususiyatlari [1, 3] ga muvofiq aniqlanadi. B varianti uchun: devorning tashqi qismi uchun

$$c_{uu}\rho_{uu}\Delta x \frac{dt_{hp}}{d\tau} = \frac{\lambda_{uu}}{\Delta x_{uu}} + \frac{2 \lambda_{cm}}{\Delta x_{cm}}^{-1} (t_{cpi} - t_{hp}) + h_{k.cm-cl}(t_{cl} - t_{hp}) + h_{u.cm-cl}(t_{cl} - t_{hp}) + \alpha_{uu}q_{nao} \quad (4)$$

massiv devorning o'rta va ichki qismi uchun kirish (2) va (3) tenglamalar sifatida aniqlanadi. shaffof panjaraning birinchi oddiy qatlami uchun

$$m_{c1}c_{c1} \frac{dt_{c1}}{d\tau} = h_{u.c1-cm}F_{c1}(t_{hp} - t_{c1}) + h_{k.c1-cm}F_{c1}(t_{cm} - t_{c1}) + h_{k.c1-c2}F_{c1}(t_{c2} - t_{c1}) + h_{u.c1-c2}F_{c1}(t_{c2} - t_{c1}) + \alpha_{c1}F_{c1}q_{nao} \quad (5)$$

shaffof panjaraning ikkinchi oddiy qatlami uchun

$$m_{c2}c_{c2} \frac{dt_{c2}}{d\tau} = h_{u.c2-cl}F_{c2}(t_{cl} - t_{c2}) + h_{k.c2-cl}F_{c2}(t_{cl} - t_{c2}) + h_{k.c2-o}F_{c2}(t_o - t_{c2}) + h_{u.c2-n}F_{c2}(t_n - t_{c2}) + \alpha_{c2}F_{c2}q_{nao} \quad (6)$$

Variant uchun: devorning tashqi qismi uchun

$$c_{uu}\rho_{uu}\Delta x \frac{dt_{hp}}{d\tau} = \frac{\lambda_{uu}}{\Delta x_{uu}} + \frac{2 \lambda_{cm}}{\Delta x_{cm}}^{-1} (t_{cpi} - t_{hp}) + h_{k.cm-n}(t_n - t_{hp}) + h_{u.cm-cl}(t_{cl} - t_{hp}) + \alpha_{uu}q_{nao} \quad (7)$$

massiv devorning o'rta va ichki qismi uchun kirish (2) va (3) tenglamalar sifatida aniqlanadi. shamollatish rejimida shaffof panjaraning birinchi oddiy qatlami uchun

$$m_{c1}c_{c1} \frac{dt_{c1}}{d\tau} = h_{u.c1-cm}F_{c1}(t_{cm} - t_{c1}) + h_{k.c1-n}F_{c1}(t_n - t_{c1}) + h_{k.c1-c2}F_{c1}(t_{c2} - t_{c1}) + h_{u.c1-c2}F_{c1}(t_{c2} - t_{c1}) + \alpha_{c1}F_{c1}q_{nao} \quad (8)$$

shaffof panjaraning ikkinchi oddiy qatlami uchun

$$m_{c2}c_{c2} \frac{dt_{c2}}{dt} = h_{uc2-cl}F_{c2}(t_{c1} - t_{c2}) + h_{kc2-cl}F_{c2}(t_{c1} - t_{c2}) + h_{kc2-o}F_{c2}(t_o - t_{c2}) + h_{uc2-n}F_{c2}(t_n - t_{c2}) + \alpha_{c2}F_{c2}q_{nad} \quad (9)$$

ventilyatsiya qilingan qatlamda havo oqimi uchun

$$\rho_n \delta_n c_n \frac{\partial t_n}{\partial \tau} + \frac{Gc_n}{l} \frac{\partial t_n}{\partial x} = h_{k,np-n}(t_{np} - t_n) + h_{k,c1-n}(t_{c1} - t_n) \quad (10)$$

(10) tenglamalarni yechib, biz quyidagilarni olamiz [1]

$$\frac{t_{\theta,n} - t_x}{t_{\theta,n} - t_o} = \exp - \frac{h_{k,cm-n}t_{cm} + h_{k,c1-n}t_{c1}}{c_{\theta}j} x \quad (11)$$

$$t_{\theta,n} = \frac{h_{k,cm-n}t_{cm} + h_{k,c1-n}t_{c1}}{h_{k,cm-n} + h_{k,c1-n}} \quad (12)$$

havo qatlamining barqaror harorati. Havo oqimining o'rtacha harorati va massa havo oqimida keltirilgan usul bilan belgilanadi. Issiqlik uzatish koeffitsientlarini tanlash Ko'rib chiqilayotgan tizim elementlari orasidagi nurlanish va konveksiya orqali issiqlik uzatish koeffitsientlari quyidagi tenglamalar bilan aniqlanadi.

Hisoblash usuli Yuqoridagi differentsial tenglamalar tizimini echish uchun biz cheklangan farq sxemalaridan (raqamli usullar) foydalandik. Olingan algebraik tenglamalar tizimlari iterativ usullar bilan hal qilinadi. Shaklda keltirilgan ma'lumotlar chegara sharti sifatida ishlatiladi. 2. Tromb devorining geometrik va issiqlik muhandislik parametrlarida berilgan. Natijalar Asosiy hisoblangan natijalar sek. 4-5. Natijalar shuni ko'rsatadiki, b variantidagi Janubiy devorning tashqi va ichki qismining harorati boshqa variantlardan yuqori, b varianti esa a variantidan yuqori.

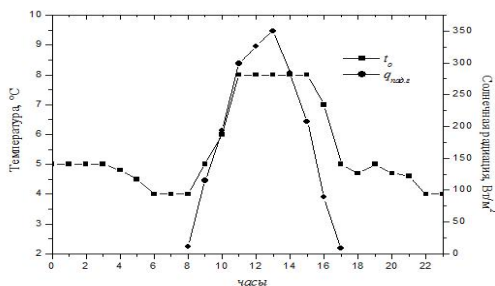


Рис. 2. Суточные изменения температуры окружающей среды и падающая солнечная радиация на горизонтальной поверхности (за январь месяц, г. Ташкент)

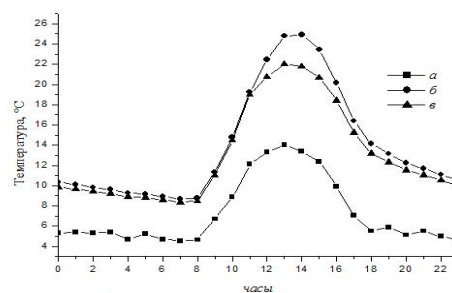


Рис. 3. Суточные изменения температуры наружной части стены

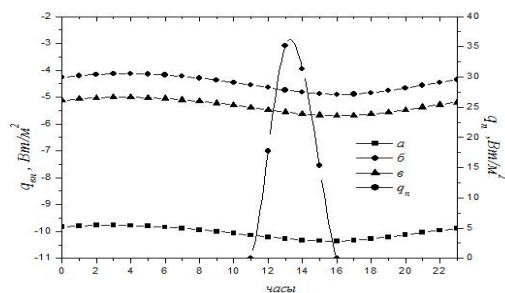
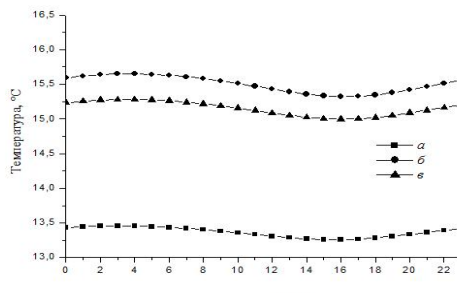


Рис. 4. Круглосуточные изменения температуры внутренней части стены

5. Issiqlik yo'qotishlarining kunlik o'zgarishi devorning ichki qismi va kirish joyi teshik orqali issiqlik oqimi Ammo rasmda ko'rsatilgandek, a variantidagi issiqlik yo'qotishlari qolganlarga qaraganda ko'proq. 5 taxminan 13,5 Vt / m². B (taxminan 4,5 Vt/m²) va C (taxminan 5 Vt/m²) variantlarida nisbatan past issiqlik yo'qotishlari devorning tashqi qismidagi ushbu variantlarda ikki qavatli shaffof to'siqlar joylashtirilganligi bilan izohlanadi. Kundalik issiqlik balansidagi bu to'siqlar issiqlik izolatsiyasi vazifasini bajaradi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, b variantida issiqlik yo'qotilishi b variantiga qaraganda yuqori. Ammo b variantida issiqlik yo'qotilishi biroz boshqacha xarakterga ega, ya'ni.ichki havodan devorning ichki qismiga uzatiladigan issiqlikning bir qismi havo oqimlari bilan qaytadi. Yuqori teshikning chiqishidagi issiqlik oqimining maksimal qiymatlari 35 Vt/m² ga etadi. Topilmalar Natijalar shuni ko'rsatadiki, passiv quyosh isitish tizimlarida tromb devorlaridan foydalanish

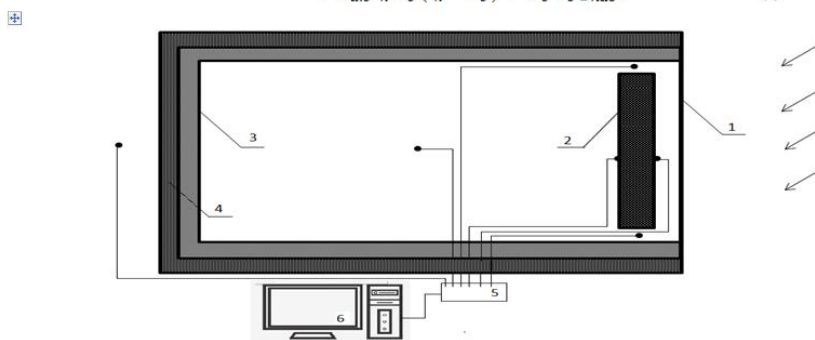
Natijalar shuni ko'rsatadiki, RMS xatosi va RMS xatosining o'zgaruvchanlik koeffitsienti mos ravishda 1,6°C va 6,2% ni tashkil qiladi.

Turli hisob-kitoblarga ko'ra, O'zbekistonda binolarda energiya iste'moli 150 dan 690 kVt:soat/m² gacha va bu rivojlangan mamlakatlarga qaraganda 2-3 baravar ko'p. O'zbekistonda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalangan holda turar-joy binolarini isitish uchun energiya sarfini kamaytirish uchun Real imkoniyatlar mavjud (texnik salohiyat milodiy 179 million yil). Qazib olinadigan yoqilg'i iste'molini kamaytirishning eng yaxshi strategiyalaridan biri bu foydalanishdirpassiv tizimlar binolarda. Optimal dizayn va foydalanish bilan, passiv tizimlar binoda sovutish va isitish uchun issiqlik yuklarini mos ravishda 54% va 87% gacha kamaytirishi mumkin.

Passiv tizimning bir varianti tromb devori. Passiv ish rejimining batafsil tavsifi tromb devori bo'lgan quyosh isitish tizimida keltirilgan. Bugungi kunga qadar O'zbekiston iqlim sharoitida tromb devori bo'lgan passiv quyosh isitish tizimlariga bag'ishlangan bir qator raqamli va eksperimental tadqiqotlar o'tkazildi. Bitta

Tromb devorining harorat rejimining matematik modelini ishlab chiqish uchun ko'rib chiqilayotgan tizimning har bir elementi uchun issiqlik muvozanatining differentsial tenglamalari yoziladi: - shamollatish rejimida shaffof panjara uchun

$$m_c c_c \frac{dt_c}{d\tau} = h_{u,c-cm} F_c (t_{cm} - t_c) + h_{x,c-n} F_c (t_n - t_c) + h_{x,c-o} F_c (t_o - t_c) + h_{u,c-h} F_c (t_h - t_c) + \alpha_c F_c q_{nad}, \quad (1)$$



Rasm 3. Tromb devori bilan passiv quyosh isitishning sxematik diagrammasi. 1-shaffof to'siqlar; 2-Janubiy beton devor; 3-ko'pik; 4 - to'siqlarning tashqi qismi (sunta); 5 - Arduino; 6 - kompyuter; • - harorat sezgichlari. - ventilyatsiya qilingan qatlamda havo oqimi uchun

$$\rho_n \delta_n c_n \frac{\partial t_n}{\partial \tau} + \frac{\dot{m}_n c_n}{W} \frac{\partial t_n}{\partial x} = h_{k.cm-n}(t_{np} - t_n) + h_{k.c-n}(t_c - t_n). \quad (2)$$

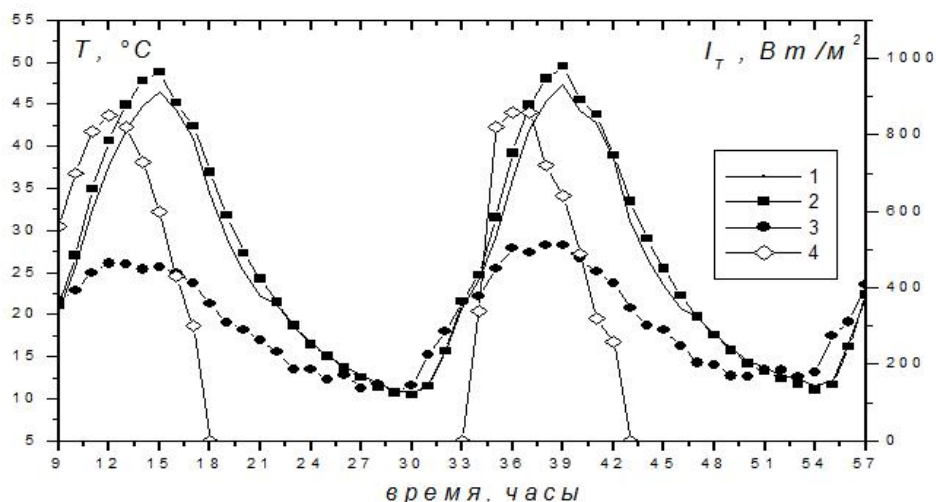
Решая уравнение (2), используя метод преобразования Лапласа [8], получим следующее выражение

$$t_{вых} = \frac{F'}{a} [1 - \exp(-a \cdot H)] + T_K \exp(-a \cdot H), \quad (3)$$

где

$$F' = (h_{k.cm-n} t_{np} + h_{k.cl-n} t_{cl}) \frac{W}{\dot{m}_n \cdot c_n}, \quad a = (h_{k.cm-n} + h_{k.cl-n}) \frac{W}{\dot{m}_n \cdot c_n}.$$

bu yerda p , sp , $p p$, TP , MP -mos ravishda, zichlik, o'ziga xos issiqlik, qalinligi, harorati, massa havo oqimi; mc , cc , tc , FC , v C-mos ravishda, massa, o'ziga xos issiqlik, harorat, sirt maydoni, shaffof panjara nurining yutilish koeffitsienti; va -nurlanish; k - konveksiya; st -devor; K -ichki havo; W -ob'ektning kengligi; h -issiqlik uzatish koeffitsienti; qp -frontal yuzaga tushadigan umumiy quyosh nurlanishi. Devorning issiqlik balansi, havo oqimining o'rtacha harorati va massa havo oqimi [9,10] da keltirilgan usul bilan belgilanadi.



Rasm 4. Tromb devorining sxematik diagrammasi va fizik modeli.

Tromb devorining sxematik diagrammasi va fizik modeli sek.1 va 2. Balandligi jismoniy modellar 0,6 m, kengligi 0,6 m, uzunligi 1 m, Janubiy betonning qalinligi devor 6 sm va qora bo'yoq bilan bo'yalgan (nurni yutish koeffitsienti $y_{st} = 0,8$). Beton devor (2) shunday joylashtirilganki, pastki va yuqori qismida 1,5 sm balandlikdagi teshiklar qoladi, Janubiy devordan 1,5 sm masofada bir qavatli shaffof panjara mavjud (1).

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Daffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. Fourth Edition. – Madison, New York: John Wiley & Sons, Inc., – 2013. P.944.

2. Селиванов Н.П., Мелуа А.И., Зоколей С.В. и др.; Энергоактивные здания, Под ред. Э.В. Сарнацкого и Н.П. Селиванова. – М.: Стройиздат, 1988. – 376с.: ил.
3. Patent № 246, 626, USA. Warming and Ventilating Apartments by Sun's Rays / Morse E.L. – 1881.
4. Trombe F., Michel J. Naturally Air-Conditioned Dwellings. US Patent – 1972.
5. Wang D., Hu L., Du H., Liu Y., Huang J., Xu Y., Liu J. Classification, experimental assessment, modeling methods and evaluation metrics of Trombe walls // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2020. – Vol.124. 109772.
6. Saadatian O., Sopian K., Lim C.H., Asim N., Sulaiman M.Y. Trombe walls: a review of opportunities and challenges in research and development // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2012. – Vol.16. – P.6340-6351.
7. Авезов Р.Р., Орлов А.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. - Ташкент: ФАН. 1988. - 288с.
8. Jan F. Kreider, Peter S. Curtiss, Ari Rabl. Heating and cooling of buildings. Design for Efficiency, Taylor & Francis Group, 2010, P.866.
9. Самиев К.А. Математическое моделирование теплового режима инсоляционного пассивного система солнечного отопления с трехслойными вентилируемыми светопрозрачными ограждениями // Гелиотехника. –Ташкент. 2009. -№4. -С.121-126.
10. Самиев К.А., Халимов А.С., Файзиев Ш. Многокритериальная оптимизация интеграции стены Тромба в здании с помощью полного факторного эксперимента // Гелиотехника. – 2022. – №1. – С.60-73.
11. Zhang H., Shu H.A. Comprehensive Evaluation on Energy, Economic and Environmental Performance of the Trombe Wall during the Heating Season // Journal of Thermal Science. – 2019. – Vol.28. – P.1141-1149.
12. Возобновляемые источники энергии. / В кн. Первое национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Фаза2. Главное управление по гидрометеорологии при КМ Республики Узбекистан. –Ташкент, 2001, -С.34-36.
13. Авезов Р.Р., Орлов А.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. - Ташкент.: Фан, 1988. -288с.