SUYUQLIKLI DERAZA BLOKINING ISSIQLIK XOSSALARINI ANIQLASH UCHUN MATEMATIK MODEL VA UNI EKSPERIMENTAL TEKSHIRISH

Axrorova M.I.

Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent

Annotatsiya. Bugungi kunda zamonaviy binolarni qurishda katta o‘lchamli deraza oynalardan foydalanish keng joriy etilmoqda. Ammo, deraza oynalari orqali bino ichiga kiradigan infraqizil nular va yoritilganlikning miqdorini oshishi ish faoliyatiga yomon ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli, deraza oynalarida turli izolyatsiyalarni qo‘llash bilan tizimdagi kamchiliklar bartaraf etiladi. Shaffof to‘siqlar orasini suyuqlik bilan to‘ldirish orqali binoni sovutish uchun kondensionerda bo‘lgan talabni kamaytiradi va yoritilganlikni me’yorda saqlaydi.

Ushbu maqolada suyuqlik oqimli deraza bloki energetik qurilmasi yordamida binoga kiruvchi issiqlik oqimini kamaytirib, suyuqlik qatlami sirtga tushgan quyosh radiatsiyasini yutishi natijasida hosil bo‘lgan issiq suvdan turli ehtiyojlar uchun foydalanib yoqilg’i energiyasini tejash, hamda atrof-muhitga chiqadigan CO_2 miqdorini kamaytirish yechimlari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: suyuqlikli deraza bloki, energiya tejash, issiqlik, quyosh nurlanishi, suv qatlami, issiqlik oqimi, harorat, issiqlik uzatish koeffitsienti, massa sarfi, qalinlik, solishtirma issiqlik sig'imi.

Аннотация. В настоящее время в строительстве современных зданий широко внедряется использование крупногабаритных оконных стекол. Однако увеличение количества инфракрасных лучей и освещенности, проникающих в здание через оконные стекла, негативно влияет на работоспособность. Поэтому недостатки в системе устраняются применением различной изоляции на оконных стеклах. Заполнение прозрачных перегородок жидкостью снижает потребность в конденсаторе для охлаждения здания и поддерживает нормальную освещенность.

В данной статье представлены решения по экономии топливной энергии и снижению выбросов CO_2 в окружающую среду, используя горячую воду, образующуюся в результате поглощения солнечной радиации, падающей на поверхность слоя жидкости, для различных нужд, уменьшая тепловой поток, поступающий в здание с помощью энергетической установки жидкостного оконного блока.

Ключевые слова: жидкостный оконный блок, энергосбережение, тепло, солнечная радиация, слой воды, тепловой поток, температура, коэффициент теплопередачи, массовый расход, толщина, удельная теплоемкость.

Abstract. Currently, the use of large-sized window glass is being widely implemented in the construction of modern buildings. However, the increase in the

ISSN 3030-3907

number of infrared rays and lighting entering the building through the window glass negatively impacts performance. Therefore, the system's shortcomings are eliminated by applying various insulators to the window panes. Filling transparent partitions with liquid reduces the need for a condenser to cool the building and maintains normal lighting.

This article presents solutions for saving fuel energy and reducing CO_2 emissions into the environment by using hot water generated from the absorption of solar radiation falling on the surface of the liquid layer for various needs, reducing the heat flow entering the building using an energy unit with a liquid window block.

Keywords: liquid window block, energy saving, heat, solar radiation, water layer, heat flow, temperature, heat transfer coefficient, mass flow rate, thickness, specific heat capacity.

Kirish.

So‘ngi yillarda mamlakatimiz aholisining soni oshib borishi, aholining elektr uskuna va jihozlaridan foydalanish ko‘lamining yildan-yilga kengayib borayotgani elektr energiyasi iste'moli kun sayin oshib borishiga sabab bo‘lmoqda[1]. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 4 oktabrdagi; PQ-4477 sonli “2019 — 2030-yillar davrida o‘zbekiston respublikasining “yashil” iqtisodiyotga o‘tish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” gi qarori energiya resurlarini tejash va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalnish rivojlantirish muammolari aytib o‘tilgan. Dasturda energiya resurslari iste’molini diversifikatsiyalash va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni rivojlantirish muammolarini aniqladi[2]. Binoning energiya tejamkorligini oshirishda deraza romlarini shaffof to‘siq(oyna)lar bilan qoplash muhim rol o‘ynaydi. Shaffof to‘siqlarning issiqlik izolyatsiyasi xususiyatlarini tanlashda atrof-muhitning iqlimiy parametrlari muhimdir. Sovuq hududlarda derazalarning yuqori issiqlik izolyatsiyasini talab qiladi, shu bilan birga ular quyosh energiyasining xonaga kirishiga imkon berishi kerak. Issiq hududlarda binolarni sovutish xarajatlarini kamaytirish maqsadida oynalar uchun issiqlik izolyatsiyasi xususiyatiga ega bo‘lish muhimdir.

Shaffof to‘siq (deraza oynasi) issiqlik izolyatsiyasi nuqtai nazaridan bino qurilishida zaif element hisoblanadi. Global iqlim o‘zgarishiga qarshi kurashish uchun shaffof to‘siqlarning issiqlik ko‘rsatkichlarini yaxshilash energetik jihatdan tejamkorlikka olib keladi [3]. Binolar uchun deraza oynasining turi va geometrik o‘lchamlari yordamida energitik tejamkorlika erishish mumkin [4].

Shaharsozlik qoidalariga ko‘ra, deraza oynalarining o‘lchami binoning foydalanish mumkin bo‘lgan yuzasining 12% ni tashkil qiladi [5].

Binolarda deraza yuzasi orqali eneriya yo‘qotish foizi umumiy yo‘qotishga nisbatan 13% dan 24% gacha yetadi [6].

ISSN 3030-3907

Issiqlik yo‘qotilishini kamaytirish uchun, energiya samaradorligi innovatsion bir va ikki qatlamli havo oqimiga ega shaffof to‘siqlar taklif qilingan [7-8].

Chunying Li va Tin-tai Chow olimlar Hong Kong shahri uchun ikki qatlamli deraza bloklari orasini suyuqlik sifatida suv bilan to‘ldirilgan tizimining yangi ko‘rinishini taklif etdilar. Suv bilan to‘ldirilgan deraza yordamida binoni sovutish energiyasiga bo‘lgan talabni kamaytirib foydali issiqlik energiya olish mumkin[3]. Binolarda suv oqimli derza bloklarini qo‘llagan holda sovutish mavsumida elekrt energiyasini tejash hamda issiq suv olish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan[9]. Ikki qatlamli deraza oynalari orasida suv oqimini issiqlik balansi tengalarini matematik modellashtirish muammolari ko‘rib chiqilgan va natijalar sonli usulda taqdim etilagn[10].

Passiv quyosh isitish tizimiga ega bo‘lgan uch qavatli shamollatiladigan shaffof to‘siqli oyna bloki bilan isitiladigan xonaning issiqlik rejimini matematik modellashtirish muammolari ko‘rib chiqildi[11]. Passiv quyosh isitish tizimlarida shaffof to‘siqning issiqlik samaradorligini aniqlash bo‘yicha raqamli va eksperimental tadqiqotlar natijalari keltirilgan[12]. Passiv quyosh isitish tizimiga ega bo‘lgan uch qavatli shaffof to‘siqli binolarning statsionar issiqlik jarayonini modellashtirish natijalari keltirilgan[13].

Matematik model.

Suyuqlikli deraza blokining matematik modelini ishlab chiqishda uning har bir elementi uchun issiqlik balansi tenglamalari yozildi.

Tadqiq etilayotgan suyuqlikli deraza blokining tashqi shaffof qatlami uchun differensial ko‘rinishdagi issiqlik balansi tenglamasi quyidagicha bo‘ladi:

$$c_1 m_1 \frac{dT_{g_1}}{d\tau} = h_{r_ex} F_1 (T_n - T_{g_1}) + h_{c_ex} F_1 (T_{ex} - T_{g_1}) + \\ + h_{r_in} F_1 (T_{g_2} - T_{g_1}) + h_{c_w} F_1 (T_w - T_{g_1}) + (\tau\alpha)_1 F_1 I_T \quad (1)$$

bunda c_1, $m_{1,}$ va T_1 tashqi oynaning solishtirma issiqlik sig'imi, massasi va harorati, $\tau -$ vaqt, s; $h_{r_ex} -$ tashqi oynadan atrof-muhitga nurlanish orqali issiqlik almashish koeffitsienti, $W/(m^2 \cdot K)$; $h_{c_ex} -$ tashqi oynadan atrof muhitga konveksiya orqali issiqlik almashish koeffitsienti, $W/(m^2 \cdot K)$; $h_{c_w} -$ tashqi oynadan suyuqlikka konveksiya orqali issiqlik almashish koeffitsienti, $W/(m^2 \cdot K)$; $F_1 -$ tashqi oynaning yuzasi, m^2; $I_T -$ tashqi oynaga tushadigan yig’indi quyosh radiatsiyasi, W/m^2; $T_{ex} -$ atrof-muhit harorati, K; $T_n -$ atrof-muhitning radiatsiyaviy (osmon gumbazi) harorati, K; $T_{g_2} -$ ichki oynaning harorati, K; $T_w -$ suyuqlikning o‘rtacha harorati, K; $(\tau\alpha)_1 -$ tashqi oynaning effektiv nur yutish koeffitsienti.

Ichki oyna uchun issiqlik balansi tenglamasi

ISSN 3030-3907

$$c_2 m_2 \frac{dT_{g_2}}{d\tau} = h_{r_in} F_2 (T_R - T_{g_2}) + h_{c_w}\ F_2 (T_w - T_{g_2}) + \\ + h_{c_in} F_2 (T_R - T_{g_2}) + (\tau\alpha)_2 F_2 I_T \quad (2)$$

bunda c_2, m_2 - ichki oynaning solishtirma issiqlik sig'imi va massasi, h_{c_in} – ichki oyna va xona elementlari orasidagi nurlanish yo‘li bilan issiqlik almashish koeffitsienti, $W/(m^2 \cdot K)$; F_2 – ichki oynaning yuzasi, m^2; T_R – xona elementlarining radiatsiyaviy harorati, K; $(\tau\alpha)_2$ – ichki oynaning effektiv nur yutish koeffitsienti;

Suyuqlik uchun issiqlik balansi tenglamasi:

$$c_w m_w \frac{dT_w}{d\tau} = h_{c_w_1}\ F_w (T_{g_1} - T_w) \\ +\ h_{c_w_2} (T_{g_2} - T_w)\ F_w + c_w \dot{m}_w H \frac{dT_w}{dx}\ F_w + (\tau\alpha)_w\ F_w I_T \quad (3)$$

bunda c_w , $\dot{m}_w$ –suyuqlikning solishtirma issiqlik sig'imi va massasi; F_w – suyuqlik qatlamining yuzasi, m^2; $(\tau\alpha)_w$ – suyuqlikning effektiv nur yutilish koeffitsienti.

Suyuqlikli deraza bloki tomonidan olingan foydali quvvat:

$$Q_w = c_w \dot{m} (T_{w_out} - T_{w_in}) \quad (4)$$

bunda T_{w_in} va T_{w_out} suyuqlikning deraza blokiga kirishdagi va chiqishdagi harorati, ℃.

Deraza bloki tomonidan suyuqlikni isitish samaradorligi (η) quyida keltirilgan formula bo‘yicha aniqlanadi, bu suv qatlami tomonidan olingan issiqlikni xuddi shu davrda deraza yuzasiga tushgan quyosh nurlanishiga nisbatidir:

$$\eta = \frac{Q_w}{I_T\ F_w} \quad (5)$$

Tajriba modeli.

Tajriba qurilmalari yog’ochdan va shishadan foydalangan holda yasaldi. Foydali yuzasi 42x57 sm^2. Yog’ochga shishalar germetik qilib yelimlangan. Shishalarning har birining qalinligi 6 mm dan va ular orasidagi masofa 8 mm [14]. Tabiiy sharoitda tajriba tadqiqoti o‘tkazildi atrof-muhit harorati va quyosh radiatsiyasi qiymatlari 30.05.2024 yil holati uchun data.meteo.uz saytidan foydalanib aniqlandi. Tajriba qurilmasi uchun ikkita deraza oynasi tayyorlangab bo‘lib, ularning birida etilingilikol (ASTM D3306 standarti asosida tayyorlangan ko‘k rangli muzlamaydigan suyuqlik) va ikkinchisi suv bilan to‘ldirildi.

ISSN 3030-3907



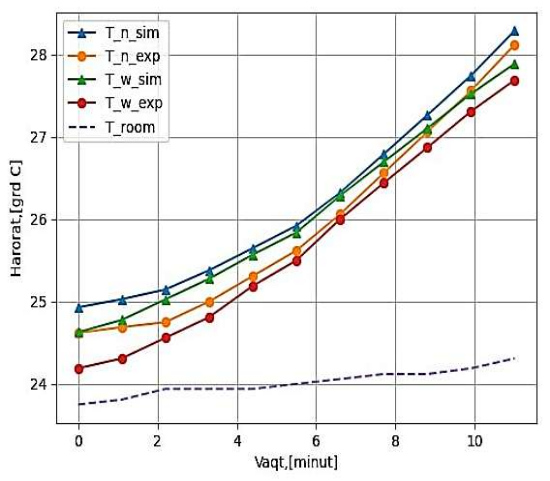
1-rasm. Tajriba qurilmasining umumiy ko‘rinishi: etilimgilikolli (quyida) va suvli (yuqorida).

vaqt (soat)	I (W/m^2)	T_at (°C)	v (m/s)	T_n_i (°C)	T_n_out (°C)	T_w_i (°C)	T_w_out (°C)	T_ex (°C)
10:00	763.9	26.4	4.2	36.56	40.56	36.56	43.19	32.64
11:00	860.5	28.5	3.9	36.44	44.69	37.13	45.69	35.69
12:00	913	29.5	3.4	37.81	44.31	38.13	44.13	34.88
13:00	928.9	30.3	3.2	41	45.88	41.31	44.19	37.75
14:00	859.8	31.4	3.6	44.44	49.88	48.25	46.06	42.94
15:00	770.9	31.6	3.3	46.56	49.44	45.44	44.31	43.06
16:00	624.5	31.8	3.7	45.56	49.19	43.5	42.44	42.56

Matematik model validatsiyasi

Matematik model validatsiyasi (1)-(3) tenglamalarni Python dasturlash tilidan foydalanib birgalikda yechish va tajriba natijalari bilan taqqoslash orqali amalga oshirildi (2-rasm). Taqqoslash natijalarining ko‘rsatishicha tajriba qurilmasidan chiquvchi suyuqliklarning tajribaviy va hisobiy haroratlari orasidagi farq o‘rtacha 0.23 °C, nisbiy xatolik (RE) mos ravishda 3,37% va 3,0% ni tashkil etdi.

ISSN 3030-3907



2- rasm. Suyuqlikli deraza blokida o‘tkazilgan tajriba natijalari: T_{n_sim}, T_{n_exp} - muzlamaydigan suyuqlikning qurilmadan chiqishdagi hisobiy va tajribaviy qiymatlari; T_{w_sim}, T_{w_exp} - suvning qurilmadan chiqishdagi hisobiy va tajribaviy qiymatlari; T_a- atrof-muhit harorati.

Natijalar va muhokama

(1)-(3) tenglamalar oshkor ko‘rinishidagi ayirmali sxemani qo‘llagan holda sonli usullar yordamida yechildi. Chegaraviy shart sifatida Buxoro shahri uchun ko‘p yillik kuzatishlar natijasida aniqlangan atrof-muhit harorati, qurilma sirtiga tushuvchi yig’indi quyosh nurlanishi va shamol tezligi olindi [15]. (4) tenglama bo‘yicha olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki qurilmaning 1 m^2 yuzasidan olingan foydali quvvat 100-200W ni tashkil etadi. (5) tenglama orqali hisoblashlar o‘tkazilganda suyuqlikli deraza blokining issiqlik foydali ish koeffitsiyenti chegaraviy shartlar (Buxoro viloyati uchun) va qurilmaning geometrik o‘lchamlariga bog’liq holda o‘rtacha 15-25% ni tashkil etadi. (6) va (7) matematik ifodalar yordamida hisob-kitoblar shuni ko‘rsatadiki, isitish mavsumida qurilmaning 1 m^2 yuzasida tejalgan moddiy xarajatlar 24 706 o‘zbek so‘mini, isitish mavsumida tejalgan energiya miqdori esa 83,75 kW·h ni tashkil etadi.

ADABIYOTLAR

1. “O‘zbekiston milliy elektr tarmoqlari” aksiyadorlik jamiyati https://www.uzbekistonmet.uz/oz/lists/view/1919

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 04.10. 2019 yildagi “2019 — 2030-yillar davrida o‘zbekiston respublikasining “yashil” iqtisodiyotga o‘tish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” gi PQ-4477 sonli qarori https://lex.uz/docs/-3064985

3. Chunying Li, Tin-tai Chow, Water-filled double reflective window and its year-round performance, Procedia Environmental Sciences 11, Pp. 1039 – 1047. 2011 y.

ISSN 3030-3907

4. Haglund K.L. Decision-making methodology & selection tools for highperformance window systems in U.S. climates. BEST2, Strategic Issues in Building Design, WB13-4; Pp.1-13. 2010 y.
5. Madrid City Government, Plan General de Ordenaciyn Urbana de Madrid, Normas Urbanisticas, art. 7.3.8, Madrid City Council, Madrid, P. 624 1997 y.
6. Balaras C.A., Droutsa K., Argiriou A.A., Asimakopoulus D.N., Potential for energy conservation in apartment buildings, Energy and Buildings. 31, Pp.143–145. 2000 y.
7. Chow T.T., Lin Z., He W., Chan A.L.S., Fong K.F. Use of ventilated solar screen window in warm climate, Applied Thermal Engineering 2006 y. 26, Pp. 1910-1918.
8. Gugliermetti F., Bisegna F., Saving energy in residential buildings: the use of fully reversible windows, Energy 32 , Pp. 1235-1247. 2007 y.
9. Tin-tai Chow, Chunying Li and Zhang Lin, “Innovative solar windows for cooling-demand climate,” Solar Energy Materials & solar Cells, vol. 94, Pp. 212-220. 2010 y.
10. Lok Shun Chan, Numerical study on the thermal performance of water flow window fed with air-conditioning condensate Energy 263 (2023) 125633 Pp. 1-12
11. K. A. Samiev Simulation of thermal regime of room, heated by passiveinsolation solar heating systems with three–layer ventilated translucent barriers. Geliotekhnika, № 4, pp. 120–125, 2009 y.
12. K. A. Samiev Heat efficiency of complex translucent barrier with partially absorbing layer and airway in passive solar insolation heating systems. Geliotekhnika, № 4, Pp. 77–82, 2008 y.
13. N. R. Avezova, R. R. Avezov and K. A. Samiev “Modeling the stationary thermal conditions of a premises heated by a passive insolation system containing a threelayer translucent shield with a partially rayabsorbing film on its inner surface”, Geliotekhnika, № 1, Pp. 38–43, 2014 y.
14. K.A.R. Ismail, J.R. Henriquez, Two-dimensional model for the double glass naturally ventilated window, International Journal of Heat and Mass Transfer 48 Pp.461-475. 2005 y.
15. KMK 2.01.01-94 “Qurilish issiqlik texnikasi”, Tashkent, 1994 y.

ISSN 3030-3907