

PARAFIN ASOSIDAGI FAZAVIY O'TUVCHI MATERIALGA EGA DEVORDA TEMPERATURA TAQSIMOTI

Rajabova Nafosat Roziqboy qizi

Annotatsiya. Tadqiqot ishida bir izolyatsiya qatlami fazaviy o'tuvchi materialdan tayyorlangan yassi devor uchun matematik model ishlab chiqildi. Matematik modelni tashkil etgan differensial tenglamalar sistemasi oshkor ko'rinishdagi ayirmali sxemalardan foydalanib algebraik tenglamalar sistemasiga aylantirildi. Hosil bo'lgan algebraik tenglamalar sistemasi iteratsiya usulidan foydalanib yechildi. Chegaraviy shartlar sifatida atrof-muhit temperaturasi va tushuvchi yig'indi quyosh radiatdiyasi olinganda 10 kun uchun hisoblashlar o'tkazildi. Natijalarning ko'rsatishcha izolyatsiya qatlamida harorat tebranishlari amplitudasi kamayadi, bu esa o'z navbatida isitgich yoki sovutgichga yuklamaning kamayishiga olib keladi.

Kalit so'zlar: fazaviy o'tuvchi material, solishtirma issiqlik sig'imi, energiya, temperatura, issiqlik oqimi, issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya, nurlanish.

Kirish. Fazaviy o'tuvchi materiallar issiqlik energiyasini saqlash va uni kerakli paytda chiqarish uchun ishlatiladigan materiallardir. Bu materiallar fazaviy o'tish jarayoni orqali energiyani saqlaydi, ya'ni ular qattiq, suyuq yoki gaz holatiga o'tganda issiqlikni qabul qiladi va chiqaradi [1].

Fazaviy o'tuvchi materiallarning asosiy turlari: FO'Mlar issiqlik akkumulyatsiyasida eng ko'p ishlatiladigan materiallardir. Ular ma'lum bir haroratda qattiq holatdan suyuq holatga o'tadi va shu jarayonda katta miqdorda issiqlik energiyasini saqlaydi. Misol uchun, natriy sulfat (Na_2SO_4), parafinlar va boshqa organik birikmalar FO'M sifatida ishlatiladi.

Mikrokapsulalangan FO'M: bu materiallar FO'Mlarni mikrokapsulalar ichida saqlaydi, bu esa ularning ishlashini va qo'llanilishini osonlashtiradi. Ular issiqlikni saqlash va chiqarish jarayonini nazorat qilish imkoniyatini beradi. Salinlar: ba'zi tuzlar (masalan, natriy xlorid yoki kaltsiy xlorid) yuqori issiqlik sig'imiga ega bo'lib, fazaviy o'tish jarayonida issiqlikni saqlay oladi.

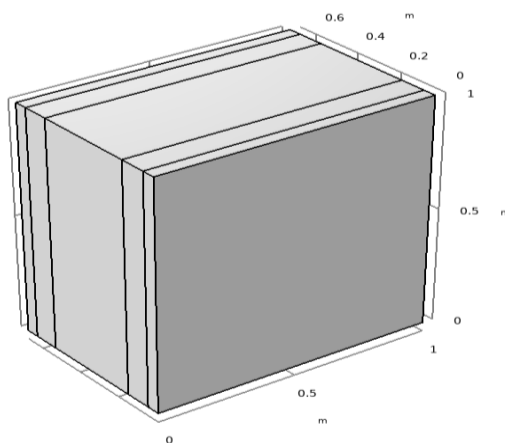
Foydalanish sohalari. Qurilish: fazaviy o'tuvchi materiallar binolarda issiqlikni saqlash va energiya tejash uchun ishlatiladi. Ular qish mavsumida ichki haroratni barqarorlashtirishga yordam beradi. Energiyani saqlash tizimlari: quyosh energiyasini akkumulyatsiya qilishda, fazaviy o'tuvchi materiallar quyosh energiyasini saqlab, uni keyinchalik issiqlik sifatida chiqaradi. Transport: avtomobillar va boshqa transport vositalarida issiqlikni saqlash uchun FO'Mlar qo'llaniladi, bu esa energiya samaradorligini oshiradi.

Afzalliklari. Energiya samaradorligi: issiqlik akkumulyatsiyasi orqali energiya tejash imkoniyati. Haroratni nazorat qilish: ichki muhit haroratini barqaror saqlash. Qayta ishlash imkoniyati: FO'Mlar bir necha marta ishlatilishi mumkin.

Kamchiliklari. Narxi: Ba'zi FO'Mlar qimmatroq bo'lishi mumkin. Stabilligi: ba'zi materiallar uzoq muddatli foydalanishda barqaror emas.

Fazaviy o'tuvchi materiallar issiqlik akkumulyatsiyasida muhim rol o'ynaydi va energiya samaradorligini oshirishda, shuningdek, ekologik toza texnologiyalarda qo'llaniladi. Ularning rivojlanishi va yangi materiallar yaratish ishlari davom etmoqda.

1-rasmda ko'p qatlamli devor namoyish etilgan bo'lib, uning bir qatlami sifatida fazaviy o'tuvchi materiallardan foydalanish mumkin.



1-rasm. Ko'p qatlamli devorning umumiy ko'rinishi.

Matematik model. Fazaviy o'tuvchi materialga ega bino devorida temperatura taqsimotini tadqiq qilish uchun devor qatlamlarga bo'linadi va har bir bo'lingan qatlam uchun issiqlik balansi tenglamalari yoziladi [2,3]. Tashqi yoki chegaraviy qatlam uchun issiqlik balansi tenglamasi

$$cm \frac{dT_o}{d\tau} = h_a F (T_a - T_o) + \frac{k}{\Delta x} F (T_i - T_o), \quad (1)$$

bunda c , m va T_o - mos ravishda devorning tashqi qatlamining solishtirma issiqlik sig'imi, massasi va temperaturasi; h_a - devor tashqi sirti va atrof-muhit orasidagi issiqlik almashish koeffitsiyenti; F - yuza; T_a - atrof temperaturasi; k , Δx - devorning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti va qatlamlar markazi orasidagi masofa; T_i - ichki qatlamlar temperaturasi.

Devorning ichki qatlamlari uchun issiqlik balansi tenglamasi quyidagicha bo'ladi

$$c_i m_i \frac{dT_i}{d\tau} = \frac{k}{\Delta x} F (T_o - T_i) + \frac{k}{\Delta x} F (T_{i+1} - T_i), \quad (2)$$

bunda c_i , m_i - qaralayotgan qatlam solishtirma issiqlik sig'imi va massasi; T_{i+1} - navbatdagi qatlam temperaturasi.

Ichki chegaraviy qatlam uchun issiqlik balansi tenglamasi ham (1) tenglama kabi bo'ladi. Issiqlik balansi tenglamalarni yechishda sonli usullardan foydalanish qulay, sababi qatlamlar soniga qarab tenglamalar soni ham ortib boraversdi va bu holda tenglamalar sistemasini analitik usullarda yechish murakkab bo'ladi. Tenglamalar sistemasini yechishda oshkor ko'rinishdagi ayirmali sxemadan foydalaniladi. Natijada differensial tenglamalar sistemasini algebraik tenglamalar sistemasiga aylanadi. Hosil bo'lgan algebraik tenglamalar sistemasini ketma-ket yaqinlashish yoki iteratsiya usullaridan foydalanib yechish mumkin, bunda algebraik tenglamalar sistemasini quyidagi ko'rinishga keladi:

$$cm \frac{T_o^{\tau+\Delta\tau} - T_o^{\tau}}{\Delta\tau} = h_a F(T_a^{\tau} - T_o^{\tau}) + \frac{k}{\Delta x} F(T_i^{\tau} - T_o^{\tau}), \quad (3)$$

bunda $T_o^{\tau+\Delta\tau}$ - qatlamning $\Delta\tau$ vaqtdan keyingi temperaturasi.

$$c_i m_i \frac{T_i^{\tau+\Delta\tau} - T_i^{\tau}}{\Delta\tau} = \frac{k}{\Delta x} F(T_o^{\tau} - T_i^{\tau}) + \frac{k}{\Delta x} F(T_{i+1}^{\tau} - T_i^{\tau}). \quad (4)$$

(3) va (4) tenglamalar temperaturaning $\tau + \Delta\tau$ qiymati uchun yechilganda

$$T_o^{\tau+\Delta\tau} = \left[1 - \frac{\Delta\tau}{cm} F \left(h_a + \frac{k}{\Delta x} \right) \right] T_o^{\tau} + \frac{\Delta\tau}{cm} F \left(h_a T_a^{\tau} + \frac{k}{\Delta x} T_i^{\tau} \right), \quad (5)$$

$$T_i^{\tau+\Delta\tau} = \left(1 - 2F \frac{\Delta\tau}{c_i m_i \Delta x} \right) T_i^{\tau} + F \frac{\Delta\tau}{c_i m_i \Delta x} (T_o^{\tau} + T_{i+1}^{\tau}) \quad (6)$$

ko'rinishga ega bo'ladi.

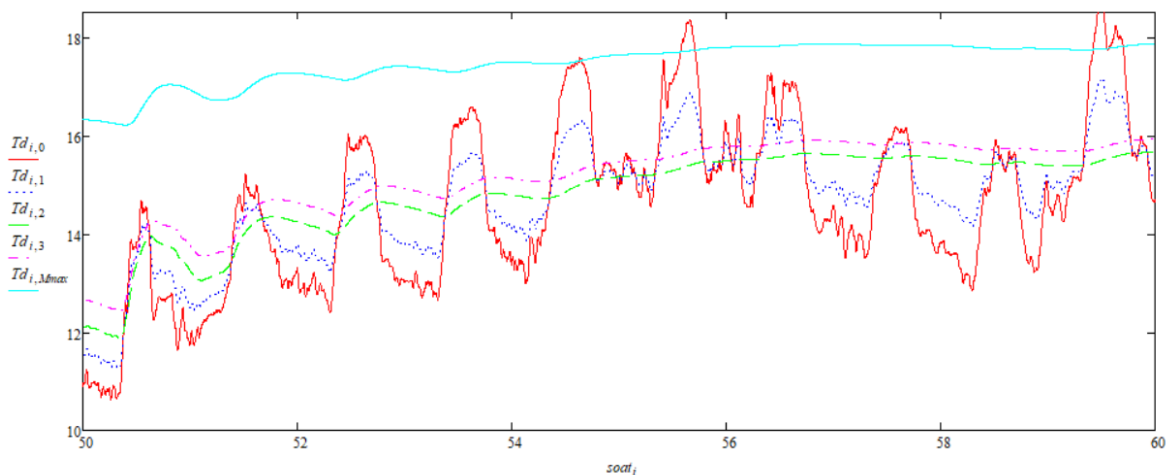
Fazaviy o'tuvchi material uchun matematik model. Fazaviy o'tuvchi materialning issiqlik-fizikaviy xossalari boshqa turdagi materiallarning issiqlik fizikaviy xossalari bilan farq qiladi. Quyida solishtirma issiqlik sig'imini aniqlashning bir matematik formulalari keltirilgan [4,5]:

$$c_{PCM}(T) = (1 - \beta(T))c_{0,s} + \beta(T)c_{0,l} + \Delta H_m \frac{\frac{2\gamma}{\Delta T}}{\pi \left[\left[(T - T_m) \frac{2\gamma}{\Delta T} \right]^2 + 1 \right]} \quad (7)$$

bunda c_{PCM} - fazaviy o'tuvchi materialining bazaviy solishtirma issiqlik sig'imi; β - eritilganlik fraktsiyasi; $c_{0,s}$, $c_{0,l}$ - mos ravishda, butunlay qattiq va suyuq holatdagi fazaviy o'tuvchi materialining solishtirma issiqlik sig'implari; ΔH_m - solishtirma entalpiya; ΔT - erish yoki muzlash oralig'i; T_m - fazaviy o'tish harorati, °C; γ - ΔT dan og'ish. Eritilganlik fraktsiyasi quyidagicha aniqlanadi

$$\beta(T) = \frac{1}{\pi} \left[\arctan \left[\frac{2\gamma(T - T_m)}{\Delta T} \right] + \frac{\pi}{2} \right] \quad (8)$$

Natijalar va tahlil. (5) va (6) tenglamalar asosida tuzilgan algoritm asosidagi hisoblash natijalari 2 rasmda keltirilgan. 2-rasmdan ko'rinib turibdiki, fazaviy o'tuvchi materialdan tayyorlangan izolyatsiya qatlami devorning ichki sirtiga o'rnatilganda devor ichki sirtining temperaturasi tebranishlari amplitudasi kamaygan. Grafikda bu havo rang silliq chiziq bilan ko'rsatilgan. Grafikdagi amplitudaning kamayishi yoki butkul yo'qolishi ya'ni silliq bo'lishi isitish yoki sovutish asbobiga yuklamaning pasayishiga olib keladi.



2-rasm. Devor qatlamlari bo'yicha temperatura o'zgarishi

Xulosa. Tadqiqot ishida bir izolyatsiya qatlami fazaviy o'tuvchi materialdan tayyorlangan yassi devor uchun matematik model ishlab chiqildi. Matematik modelni tashkil etgan differensial tenglamalar sistemasi oshkor ko'rinishdagi ayirmali sxemalardan foydalanib algebraik tenglamalar sistemasiga aylantirildi. Hosil bo'lgan algebraik tenglamalar sistemasi iteratsiya usulidan foydalanib yechildi. Chegaraviy shartlar sifatida atrof-muhit temperaturasi va tushuvchi yig'indi quyosh radiatdiyasi olinganda 10 kun uchun hisoblashlar o'tkazildi. Natijalarning ko'rsatishcha izolyatsiya qatlamida harorat tebranishlari amplitudasi kamayadi, bu esa o'z navbatida isitgich yoki sovutgichga yuklamaning kamayishiga olib keladi.

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. Versteeg H.K., Malalasekera W. An Introduction to Computational Fluid Dynamics. The Finite Volume Method. England. Longman Group Ltd. 1995. - 257

3. Çengel Y.A., Ghajar A.J. “Heat and Mass Transfer: Fundamentals & Applications”, New York, McGraw-Hill Education, 2015, p.1208.
4. Halimov A., Lauster M., Müller D. Validation and integration of a latent heat storage model into building envelopes of a high-order building model for Modelica library AixLib // Energy and Buildings. – 2019. – Vol.202. 109336.
5. Samiev K.A., Halimov A.S. Annual Thermal Performance of the Trombe Wall with Phase Change Heat Storage under Climate Conditions of Uzbekistan // Applied Solar Energy. –USA. – 2022. –Vol.58, №2. – P.297-305.