QUYOSH QURITISH QURILMASINI BOSHQARUV OB'YEKTI SIFATIDA MODELLASHTIRISH VA DINAMIK PARAMETRLARINI ANIQLASH

Norqobilov Hakimbek Nuriddin o'g'li

Termiz davlat pedagogika instituti

Sun'iy intellekt va axborot tizimlari kafedrasi o'qituvchisi

e-mail: norqobilovhakimbek98@gmail.com

Kalit so'zlar: quyosh quritish qurilmasi, boshqaruv ob'yekti, identifikatsiya, uzatish funksiyasi, kuchaytirish koeffitsienti, chiziqsizlik.

Quyosh energiyasida ishlaydigan quritish qurilmalari uchun boshqarish tizimini loyihalashda birinchi qadam — ob'yektning ishonchli dinamik modelini qurishdir. Adabiyotlarda bunday qurilmalarning issiqlik-namlik almashinuvi jarayoni batafsil o'rganilgan [1–3], biroq boshqarish nuqtai nazaridan zarur bo'lgan parametrlar — uzatish funksiyasining kuchaytirish koeffitsienti, vaqt doimiylari va kechikish — ko'pincha bitta ish nuqtasi uchun keltiriladi. Holbuki quyosh qurilmasida ish nuqtasi sutka davomida uzluksiz siljiydi, chunki issiqlik manbaining quvvati tashqi omil bilan belgilanadi.

Ushbu ishda yassi havo kollektoriga ega bilvosita turdagi quritish qurilmasi boshqaruv ob'yekti sifatida qaraladi. Maqsad — ob'yektning parametrlari ish nuqtasiga qanday bog'liqligini miqdoriy baholash va soddalashtirilgan modelning qo'llanilish chegarasini aniqlash.

Kollektorda havoga uzatiladigan foydali issiqlik oqimi Hottel–Uilyer tenglamasi bilan [1], issiqlik balansi esa $Q = G_m c_p \Delta T$ ko'rinishida ifodalanadi. Bulardan kollektordagi statsionar harorat ortishi uchun quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$\Delta T = A_k \cdot \eta_0 \cdot G / (G_m \cdot c_p + A_k \cdot a_1 / 2), \quad (1)$$

bu yerda A_k — kollektor yuzasi; η_0 — optik FIK; G — radiatsiya oqimi zichligi; G_m — havoning massaviy sarfi; a_1 — issiqlik yo‘qotish koeffitsienti. Ob’yektning havo sarfi bo‘yicha statik kuchaytirish koeffitsienti (1) ni differensiallash yo‘li bilan topiladi:

$$k_{ob} = \partial(\Delta T)/\partial G_m = - A_k \cdot \eta_0 \cdot G \cdot c_p / (G_m \cdot c_p + A_k \cdot a_1 / 2)^2. \quad (2)$$

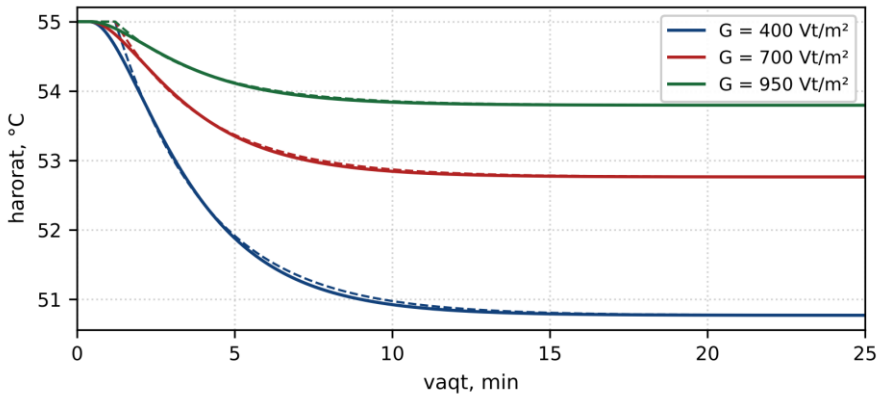
Dinamik xossalar kollektor va quritish kamerasining issiqlik inersiyasi hamda havo yo‘lidagi transport kechikishi bilan belgilanadi, shuning uchun ob’yekt kechikishli ikkinchi tartibli bo‘g‘in sifatida tavsiflanadi. Boshqarish tizimini sintez qilish amaliyotida bunday ob’yektlar odatda kechikishli birinchi tartibli model bilan almashtiriladi [4, 5]:

$$W(s) = k \cdot e^{-\tau s} / (T_{ob} \cdot s + 1). \quad (3)$$

(3) modelning parametrlari ikki nuqta usuli bo‘yicha, o‘tish jarayonining 28,3% va 63,2% sathlariga mos keluvchi t_1 va t_2 vaqtlardan aniqlandi:

$$T_{ob} = 1{,}5 \cdot (t_2 - t_1), \quad \tau = t_2 - T_{ob}. \quad (4)$$

Hisoblash tajribalari uchta ish nuqtasida o‘tkazildi. Har bir nuqtada havo sarfi quritish agenti harorati 55 °C ga teng bo‘ladigan qilib tanlandi, so‘ngra boshqaruv signaliga 5% kattalikdagi sakrashsimon ta’sir berildi. Natijalar 1-rasmda va 1-jadvalda keltirilgan.



1-rasm. Uch ish nuqtasidagi o‘tish jarayonlari: uzluksiz chiziq — to‘liq model, shtrix chiziq — identifikatsiyalangan model (3)

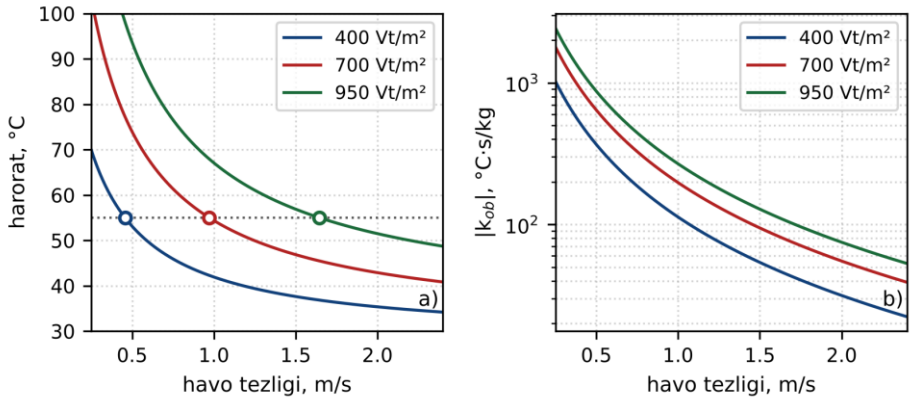
1-jadval

Identifikatsiyalangan model parametrlari

G, Vt/m²	v_0, m/s	k, °C/%	T_{ob}, s	τ, s	τ/T_{ob}	Moslik xatosi NRMSE, %
400	0,457	−0,846	174,4	72,1	0,414	1,14
700	0,972	−0,447	174,4	72,4	0,415	1,14
950	1,646	−0,241	174,4	72,6	0,416	1,15

Jadval ma’lumotlarining asosiy xulosasi quyidagicha: ob’yektning vaqt doimiysi va kechikishi ish nuqtasiga amalda bog‘liq emas — T_{ob} = 174,4 s, τ = 72,1…72,6 s, ularning nisbati esa 0,414…0,416 oralig‘ida saqlanadi. Kuchaytirish koeffitsienti esa, aksincha, 0,846 dan 0,241 °C/% gacha, ya’ni 3,5 baravar o‘zgaradi. Kechikishli birinchi tartibli model to‘liq modelni yuqori aniqlik bilan qoplaydi: moslik xatosi 1,15% dan, mutlaq xato esa 0,35 °C dan oshmaydi.

2-rasmda statik xarakteristika va kuchaytirish koeffitsientining havo tezligiga bog‘liqligi keltirilgan. (2) ifodadan ko‘rinib turibdiki, k_{ob} havo sarfining kvadratiga teskari proporsional: butun ish diapazoni bo‘yicha uning moduli 45,9 baravar o‘zgaradi. Ish nuqtalari bo‘yicha o‘zgarish kamroq (3,5 baravar), chunki radiatsiya oqimining ortishi havo sarfining ortishi bilan qisman qoplanadi.



2-rasm. a) statik xarakteristika (belgilar — 55 °C ga mos ish nuqtalari); b) kuchaytirish koeffitsienti moduli

Identifikatsiyalangan kuchaytirish koeffitsientini (2) bo‘yicha hisoblangan analitik qiymat bilan solishtirish qiziqarli natija berdi: ular orasidagi farq yuqori tezliklarda 5,7%, past tezliklarda esa 15,7% ni tashkil etadi. Buning sababi — identifikatsiya chekli kattalikdagi sakrash bo‘yicha o‘tkazilgani va past sarflar sohasida xarakteristikaning egriligi sezilarli bo‘lishi. Demak, past havo sarflari sohasida chiziqlilashtirilgan modeldan foydalanishda sakrash kattaligini 3–5% dan oshirmaslik tavsiya etiladi.

Xulosa

1. Quyosh quritish qurilmasi boshqaruv ob’yekti sifatida kechikishli birinchi tartibli model bilan 1,15% dan yuqori bo‘lmagan xato bilan tavsiflanadi.
2. Ob’yektning vaqt doimiysi (174 s) va kechikishi (72 s) ish nuqtasiga bog‘liq emas, kuchaytirish koeffitsienti esa ish nuqtalari bo‘yicha 3,5 baravar, to‘liq ish diapazoni bo‘yicha 45,9 baravar o‘zgaradi.
3. Bu natija boshqarish tizimini loyihalashda muhim amaliy ahamiyatga ega: ob’yektning dinamikasi o‘zgarmas bo‘lgani uchun to‘liq adaptiv identifikatsiya talab etilmaydi — kuchaytirish koeffitsientini ish nuqtasi bo‘yicha normallashtirish (gain scheduling) yetarli bo‘ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. 4th ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.

2. Sharma A., Chen C.R., Vu Lan N. Solar-energy drying systems: A review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2009. – Vol. 13, № 6–7. – P. 1185–1210.

3. Bennamoun L., Belhamri A. Design and simulation of a solar dryer for agriculture products // Journal of Food Engineering. – 2003. – Vol. 59, № 2–3. – P. 259–266.

4. Åström K.J., Hägglund T. Advanced PID Control. – Research Triangle Park: ISA, 2006.

5. Seborg D.E., Edgar T.F., Mellichamp D.A., Doyle F.J. Process Dynamics and Control. 4th ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2016.

6. Ljung L. System Identification: Theory for the User. 2nd ed. – Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.