UO'K (UDK): 666.94:681.51

BZT BOSHQARUV OBYEKTINING DINAMIK XARAKTERISTIKALARINI IDENTIFIKATSIYA QILISH VA ADAPTIV BOSHQARUV ZARURLIGI

Haydarov Bahtiyor Abdullajon o'g'li
t.f.f.d.Namangan davlat texnika universiteti

No'monjonov Alimardon Alisher o'g'li
magistr, Namangan davlat texnika universiteti
bahtiyorhaydarov944@gmail.com
alimardonnumonjonov222@gmail.com

Regulyatorni sozlash uchun obyektning dinamik xarakteristikalarini aniq bilish zarur. Klassik PID-regulyatorlarni sozlash usullari [1, 2] odatda obyektni kechikishli birinchi tartibli bo'g'in ko'rinishida tasvirlashga tayanadi, shuning uchun bunday tasvirning aniq obyektga qanchalik mosligini baholash muhim. Tezisning maqsadi — aylanma pech kuydirish zonasi harorati (BZT) boshqaruv obyektining tezlanish egri chiziqlari bo'yicha dinamik xarakteristikalarini uch usul bilan aniqlash va usullarni solishtirish.

Tajriba va identifikatsiya usullari

Dinamik xarakteristikalar ishchi nuqta (BZT = 1450 °C) atrofida ko'mir sarfining musbat va manfiy pog'onali o'zgarishiga javob egri chizig'i bo'yicha aniqlandi. Sakrash amplitudasi nominal sarfning ±5,4 % ini (±0,18 t/soat) tashkil etdi: bu javobni aniq ko'rish uchun yetarli va jarayonni buzmaydi. Egri chiziq normallashtirildi: $h(t) = \Delta BZT(t)/\Delta BZT_\infty$. Dinamik kuchaytirish koeffitsienti chiqish orttirmasining kirish orttirmasiga nisbati bilan topildi:

$$K = \Delta BZT_\infty / \Delta G_k, \quad °C/(t/soat) \qquad (5)$$

Obyekt o'z-o'zini tenglashtiruvchi bo'lgani uchun uning uzatish funksiyasi kechikishli birinchi tartibli bo'g'in sifatida qabul qilindi, normallangan pog'onali javobi esa quyidagicha yoziladi:

$$W(s) = K \cdot e^{-\tau s} / (T \cdot s + 1) \qquad (6)$$

$$h(t) = 1 - \exp(-(t - \tau)/T), \quad t \geq \tau \qquad (7)$$

T va τ parametrlari uch usul bilan aniqlandi. (a) Burilish nuqtasiga urinma usuli: $\tau = t_0$, $T = t_1 - t_0$, bunda t_0 va t_1 — urinmaning $h = 0$ va $h = 1$ chiziqlari bilan kesishgan vaqt momentlari. (b) Ikki nuqtali usul: $h_A = 0{,}3$ va $h_B = 0{,}8$ nuqtalari uchun (7) tenglamadan quyidagi formulalar kelib chiqadi:

$$T = (t_B - t_A) / (\ln(1 - h_A) - \ln(1 - h_B)) \qquad (8)$$

$$\tau = (t_B \cdot \ln(1 - h_A) - t_A \cdot \ln(1 - h_B)) / (\ln(1 - h_A) - \ln(1 - h_B)) \qquad (9)$$

(c) Eng kichik kvadratlar usuli (EKK): K, T va τ birgalikda quyidagi mezonni minimallashtirish bilan topiladi [2, 3]:

$$J(K,T,\tau) = \Sigma_i[\Delta BZT(t_i) - K \cdot \Delta G_k(1 - e^{-(t_\{i - \tau)/T\})})]^2 \rightarrow \min \qquad (10)$$

Natijalar va ularning tahlili

Kuchaytirish koeffitsienti musbat va manfiy sakrashlarda mos ravishda 122,3 va 131,7 °C/(t/soat) bo'ldi (3-jadval), ya'ni assimetriya taxminan 7,5 % ni tashkil etdi. Bunday assimetriya issiqlik obyektlariga xos bo'lib, uni regulyator sozlamalarini hisoblashda o'rtacha K (≈ 127 °C/(t/soat)) bilan hisobga olish yoki adaptatsiya bilan kompensatsiya qilish mumkin.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

3-jadval. Dinamik xarakteristikalar

Ko‘rsatkich	Musbat sakrash	Manfiy sakrash	O‘rtacha
ΔBZT_{∞}, °C	22,0	−23,7	–
K, °C/(t/soat)	122,3	131,7	127,0
T (EKK), min	21,7	24,3	23,0
τ (EKK), min	0,0	0,0	0,0
T (urinma), min	14,7	15,8	15,2
T (ikki nuqta), min	25,5	29,1	27,3
τ (ikki nuqta), min	−2,6	−3,4	–

Usullarni solishtirish muhim xulosalarni beradi. Birinchidan, uch usul vaqt doimiysi T uchun turli natija berdi: EKK bo‘yicha 21,7–24,3 min, urinma usuli bo‘yicha 14,7–15,8 min, ikki nuqtali usul bo‘yicha 25,5–29,1 min. Ikkinchidan, ikki nuqtali usul manfiy kechikishni ($\tau \approx -2,6$ min) berdi, bu fizik ma’noga ega emas. Bu obyekt javobining birinchi tartibli kechikishli modelga mos kelmasligini ko‘rsatadi: obyektda tez (gaz va material orasidagi issiqlik almashinuvi) va sekin (futerovka va material zahirasi) jarayonlar mavjud. Uchinchidan, modelda sof kechikish yo‘q ($\tau = 0$), chunki yacheykalar faqat inersiyani beradi; real obyektda transport va pirometr kechikishi alohida blok sifatida qo‘shiladi.

Shuning uchun amaliy regulyator sintezida (6) model faqat boshlang‘ich yaqinlashish bo‘lib, aniqroq tavsif uchun ikki tartibli yoki «tez + sekin» tuzilmali model va kechikish bloki qo‘shilishi kerak. Aniqlangan assimetriya va parametrlar o‘zgaruvchanligi regulyator sintezida adaptiv algoritmlarni qo‘llash zarurligini asoslaydi.

Xulosa

Ko‘mir sarfi ±5,4 % o‘zgarganda BZT javobi assimetrik bo‘lib, kuchaytirish koeffitsienti 122,3 va 131,7 °C/(t/soat) ni tashkil etdi (farq ≈ 7,5 %). Urinma, ikki nuqtali va eng kichik kvadratlar usullari vaqt doimiysi uchun mos kelmaydigan natija beradi, ikki nuqtali usul esa fizik ma’nosiz manfiy kechikish beradi, shu sababli oddiy birinchi tartibli kechikishli modelga tayanish xavfli. Olingan K va T qiymatlari namunaviy parametrlarga asoslangan, ya’ni sifat xarakteriga ega; keyingi bosqichda model real ma’lumotlar bilan kalibrlanadi va adaptiv-fuzzy regulyator PID bilan solishtiriladi.

Kalit so‘zlar: identifikatsiya, tezlanish egri chizig‘i, kuchaytirish koeffitsienti, vaqt doimiysi, adaptiv boshqaruv.

Adabiyotlar

1. Ziegler J.G., Nichols N.B. Optimum settings for automatic controllers // Transactions of the ASME. 1942. Vol. 64. P. 759–768.
2. Åström K.J., Hägglund T. PID Controllers: Theory, Design, and Tuning. 2nd ed. Research Triangle Park: ISA, 1995.
3. Seborg D.E., Edgar T.F., Mellichamp D.A., Doyle F.J. Process Dynamics and Control. 4th ed. Hoboken: Wiley, 2016.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.