DONLAR QADOQLASHNI AVTOMATIK BOSHQARISH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH

Djurayev Sherzod
Fayzullayev Lutfiddin
Namangan Davlat Texnika Universiteti, O'zbekiston
f.lutfiddin.98@gmanil.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.22880056

Donlarni qadoqlash oziq-ovqat sanoatida mahsulot sifatini va iste'molchi ishonchini belgilovchi muhim texnologik bosqich hisoblanadi. Amaldagi talablarga muvofiq qadoqlangan mahsulot og'irligining nominal qiymatdan chetlanishi ±0,3–1 % oralig'ida. Donlar sochiluvchan donador material bo'lgani sababli uning oqim tezligi bunker to'ldirilganlik darajasiga, zarrachalar orasidagi ishqalanish kuchiga va namlikka bog'liq. Zichlikning beqarorligi esa hajm va massa o'rtasidagi nisbatni doimiy saqlashni qiyinlashtiradi. Ko'p hollarda kaskad tuzilmalar qo'llaniladi. Donni dozalab qadoqlash jarayoni uchun yettita o'zaro bog'liq konturdan iborat avtomatik boshqaruv tizimi — sochiluvchan materialga xos beqarorliklarni kompensatsiya qiluvchi tizim tuzilmasini asoslash, har bir konturning vazifasi, kirish-chiqish signallari va boshqaruv qonunini aniqlashtirish strukturasi tavsiya etiladi.

Texnologik jarayon va boshqariladigan parametrlar. Dozalab qadoqlash liniyasi ketma-ket bir necha bosqichdan iborat: donning qabul bunkeriga tushishi, oraliq bunkerdan shnek yoki vibrotransportyor orqali dozalash idishiga uzatilishi, og'irlik bo'yicha dozalash, paketga to'ldirish, issiqlik bilan germetik yopish va tayyor mahsulotning sifat nazorati.

Ko'p konturli boshqaruv tizimining strukturasi. Sochiluvchan mahsulotning xususiyatlarini hisobga olgan holda tizim yettita o'zaro bog'liq konturdan tashkil etilgan. Quyida har bir kontur alohida ko'rib chiqiladi.

Bunker sathi konturi. Oraliq bunkerdagi don sathi sig'imli yoki radar datchik orqali o'lchanadi. PI-regulyator sathni 60–85 % oralig'ida ushlab turish uchun yuqoridagi uzatuvchi shiber yoki klapanni boshqaradi. Bunkerning bo'shab qolishi shnekka havo tushishiga olib kelib, oqimni beqarorlashtiradi; haddan tashqari to'lish esa mexanik yuklanishni oshiradi. Shuning uchun sath konturi quyidagi oqim konturlari uchun barqaror boshlang'ich sharoit yaratadi.

Ikki bosqichli (qo'pol–nozik) oqim konturi. Tezlik va aniqlik o'rtasidagi ziddiyatni yumshatish maqsadida ikki bosqichli boshqaruv qo'llaniladi. Qo'pol bosqichda shnek yuqori tezlikda ishlaydi va dozaning taxminan 85–90 foizini tez to'ldiradi; boshqaruv P yoki PI qonuni bo'yicha enkoder signali asosida amalga oshiriladi. Og'irlik belgilangan chegaraga yetganda tizim nozik bosqichga o'tadi: vibrotransportyor past amplitudada ishlaydi va load cell dan olinadigan og'irlik o'zgarish tezligi bo'yicha sekin PI-qonun bilan boshqariladi. Bunday yondashuv unumdorlikni saqlagan holda yakuniy aniqlikni oshirish imkonini beradi.

Asosiy og'irlik konturi (kaskadning tashqi bo'g'ini). Dozalash idishi ostidagi tenzometrik datchik orqali o'lchangan yakuniy og'irlik asosiy PID-regulyatorga uzatiladi. Bu regulyator qo'pol va nozik oqim konturlariga sozlangan qiymat (o'tish chegarasi va to'xtash nuqtasi) beradi. Ichki konturlar tashqi konturga nisbatan sezilarli tezroq ishlashi kerak — bu klassik kaskad tuzilmaning asosiy talabidir [9-12, 16]. Kaskad tuzilma tashqi ta'sirlarni (zichlik o'zgarishi, bunker sathi tebranishi) ichki konturlar darajasida bostirishga imkon beradi.

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

Namlik nazorati konturi. Don namligi NIR yoki qarshilik prinsipidagi datchik orqali uzluksiz nazorat qilinadi. 12–14 % me'yoriy oralig'idan jiddiy chetlanish yuzaga kelganda tizim ogohlantirish beradi va zaruratga ko'ra tegishli partiyani dozalashdan chetlashtirishi mumkin. Namlik zichlik va oqim tezligiga bevosita ta'sir qilgani sababli bu kontur boshqa konturlarning barqaror ishlashi uchun muhim old shart hisoblanadi.

Payvandlash harorati konturi. Paketning germetik yopilishi termopara orqali o'lchanadigan haroratni PID-qonun bo'yicha 150–180 °C oralig'ida ushlab turuvchi kontur orqali ta'minlanadi. Haroratning barqarorligi qadoqning germetikligini va saqlanish muddatini bevosita belgilaydi.

Sifat nazorati va tuzatish konturi. Tayyor qadoq og'irligi tekshiruv tarozisi (checkweigher) orqali nazorat qilinadi. Statik xatolik yig'ilgani aniqlansa, asosiy og'irlik konturining sozlangan qiymatiga avtomatik tuzatish kiritiladi, nomuvofiq qadoq esa chetlashtiriladi. Bu kontur tizimdagi yagona tashqi yopiq aloqa bo'lib, barcha ichki konturlarning yig'ma natijasini nazorat qiladi.

Tizim uch darajali ierarxiyaga ega: yuqori darajada SCADA/HMI operator interfeysi, o'rta darajada PLC, quyi darajada dala asboblar joylashgan.

Kaskad konturlarning matematik tavsifi. Asosiy og'irlik konturi va unga bo'ysunuvchi qo'pol/nozik oqim konturlarining dinamikasini baholash uchun quyidagi soddalashtirilgan uzatish funksiyalaridan foydalanish mumkin:

$W_{qopol}(s) = K_1/(T_1 s + 1)$, $W_{nozik}(s) = K_2/(T_2 s + 1)$, $W_{tashqi}(s) = K_3/(T_3 s + 1)\cdot e^{(-\tau s)}$

bu yerda, K_1, K_2, K_3 — kuchaytirish koeffitsientlari; T_1, T_2, T_3 — vaqt doimiylari ($T_1 < T_2 \ll T_3$); τ — transport kechikishi.

Ichki konturlarning tashqi konturga nisbatan sezilarli tezroq ishlashi kaskad tuzilmaning asosiy sharti bo'lib, bunker sathi va zichlikdagi tebranishlarning yakuniy og'irlikka yetib borishidan oldin bartaraf etilishini ta'minlaydi. Bu yondashuv klassik kaskad boshqaruv nazariyasiga mos keladi.

Taklif etilgan ko'p konturli tuzilma bir konturli yechimga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Ikki bosqichli oqim konturi hisobiga dozalash tezligi va aniqligi o'rtasidagi ziddiyat yumshatiladi: qo'pol bosqich vaqtni tejaydi, nozik bosqich esa nominal qiymatga yaqinlashganda aniqlikni oshiradi. Sath va namlik konturlarining mustaqil ishlashi asosiy og'irlik konturini tashqi beqarorliklardan yengillashtiradi. Tuzatish konturi orqali load cell drift avtomatik kompensatsiya qilinadi, bu esa uzoq muddatli ishlashda statik xatolikning yig'ilib borishini oldini oladi.

Shu bilan birga, amaliy sozlashda qo'pol va nozik bosqichlar orasidagi o'tish chegarasini to'g'ri tanlash muhim ahamiyatga ega. Chegara juda yuqori tanlansa nozik bosqich uzayadi va unumdorlik pasayadi; juda past tanlansa esa qo'pol bosqichning inertsiyasi tufayli ortiqcha dozalash xavfi paydo bo'ladi. Shuning uchun keyingi bosqichda bu chegarani avtomatik moslashtiruvchi adaptiv algoritm ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir.

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