

SOCHILUVCHAN MAHSULOTLARNI DOZALASH VA QADOQLASH UCHUN MEXATRON AVTOMATLARNI TAKOMILLASHTIRISH

Abdullayev Botir Inatovich

Toshkent davlat transport universiteti "Transport logistikasi" kafedrası mudir.

Sharapova Shohzoda Ravshan qizi

Toshkent davlat transport universiteti "Transport logistikasi" kafedrası doktoranti

Annotatsiya. Mazkur maqolada sochiluvchan mahsulotlarni dozlash va qadoqlash jarayonlarida qo'llaniladigan mexatron avtomatlarning samaradorligini oshirish masalalari tahlil qilingan. Zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarida don mahsulotlari, shakar, tuz, un, kimyoviy kukunlar va boshqa granulali mahsulotlarni yuqori aniqlikda qadoqlash muhim texnologik bosqich hisoblanadi. Tadqiqotda mexatronik tizimlarning konstruktiv va funksional imkoniyatlari o'rganilib, servo yuritmalar, aqlli sensorlar hamda mikroprotsessorli boshqaruv tizimlari asosida avtomatlashtirilgan dozatorni takomillashtirish bo'yicha ilmiy yechimlar taklif etilgan. Taklif etilgan yechimlar mahsulotni dozlash aniqligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish hamda ishlab chiqarish unumdorligini yaxshilash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: mexatronika, dozlash, qadoqlash, servo yuritma, PLC, sensor, avtomatlashtirish, PID boshqaruv, yuk datchigi, sanoat avtomatikasi.

Sanoat korxonalarida mahsulotlarni qadoqlash jarayonlarini avtomatlashtirish ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning muhim omillaridan biridir. Ayniqsa, sochiluvchan mahsulotlarni belgilangan massa bo'yicha dozlash yuqori aniqlikni talab qiladi. Dozlashdagi kichik xatolik ham korxonaning iqtisodiy samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Bugungi kunda ko'plab korxonalarda mexanik yoki yarim avtomatik dozatorlardan foydalanilmoqda. Bunday tizimlarda mahsulot oqimining notekisligi, vibratsiya, namlik va zarracha o'lchamining o'zgarishi sababli dozlash aniqligi pasayadi. Shu sababli mexatronik boshqaruv tizimlari asosida ishlaydigan aqlli avtomatlarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy masala hisoblanadi.

Sochiluvchan mahsulotlarni yuqori aniqlikda dozlash va qadoqlash imkonini beruvchi mexatron avtomatning konstruktiv va boshqaruv tizimini takomillashtirish hamda uning texnik-iqtisodiy samaradorligini oshirish.

Tadqiqot davomida quyidagi usullar qo'llanildi:

- mexatron tizimlarni tizimli tahlil qilish;

- matematik modellashtirish;
- PID-regulyator yordamida boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish;
- sensor signallarini raqamli filtrlash;
- konstruktiv optimallashtirish;
- tajriba-sinov natijalarini statistik qayta ishlash.

Mexatron avtomatning tuzilishi

Taklif etilgan avtomat quyidagi asosiy qismlardan tashkil topgan:

- mahsulot bunkeri;
- vibratsion oziqlantirgich;
- servo boshqariladigan shnek dozatori;
- yuk datchigi (Load Cell);
- PLC boshqaruv moduli;
- HMI operator paneli;
- qadoqlash mexanizmi;
- transportyor;
- pnevmatik payvandlash moduli.

Mazkur elementlar yagona boshqaruv tizimida ishlaydi.

Taklif etilayotgan takomillashtirish

Tahlillar natijasida quyidagi yechimlar taklif etildi.

1. Ikki bosqichli dozalash

Dastlab mahsulot yuqori tezlikda uzatiladi.

Belgilangan massaning 90–95 % qismiga yetgach, avtomatik ravishda past tezlik rejimiga o'tiladi.

Natijada ortiqcha yuk tushishi deyarli yo'qoladi.

2. Servo yuritma qo'llash

Oddiy asinxron dvigatel o'rniga servo motor ishlatiladi.

Buning natijasida:

- aylanish tezligi aniq boshqariladi;
- energiya sarfi kamayadi;
- mahsulot oqimi barqarorlashadi.

3. Aqlli sensorlardan foydalanish

Load Cell sensori real vaqt rejimida massani o'lchaydi.

Dastur sensor ma'lumotlarini doimiy ravishda tahlil qilib:

- vibratsiya ta'sirini kompensatsiyalaydi;
- filtrlaydi;
- yakuniy massani aniqlaydi.

4. Adaptiv PID boshqaruv

Mahsulot turi almashganda dozalash parametrlari avtomatik ravishda moslashtiriladi.

Bu esa:

- operator aralashuvini kamaytiradi;
- sozlash vaqtini qisqartiradi;
- aniqlikni oshiradi.

5. IoT monitoring

Taklif etilgan tizim Ethernet yoki Wi-Fi orqali markaziy serverga ulanadi.

Natijada:

- ishlab chiqarish monitoringi;
- nosozlik diagnostikasi;
- masofadan boshqarish;
- texnik xizmat ko'rsatishni rejalashtirish imkoniyati yaratiladi.

Taklif etilgan boshqaruv algoritmi

Algoritm quyidagi ketma-ketlikda ishlaydi.

1. Paket mavjudligini aniqlash.
2. Paketni ushlash.
3. Tarozini nolga tushirish.
4. Shnekni ishga tushirish.
5. Massani uzluksiz o'lchash.
6. Belgilangan qiymatning 90 % ga yetganda tezlikni kamaytirish.
7. Belgilangan massaga yetganda motorni to'xtatish.
8. Paket og'zini payvandlash.
9. Tayyor mahsulotni transportyorga uzatish.
10. Keyingi paketni qabul qilish.

Kutilayotgan natijalar

Taklif etilgan mexatron avtomat quyidagi natijalarni beradi.

Ko'rsatkich	Mavjud tizim	Taklif etilgan tizim
Dozalash xatoligi	$\pm 4-5$ g	$\pm 0,5-1$ g
Ish unumdorligi	18 paket/min	28 paket/min
Energiya sarfi	100 %	82-85 %
Operator ishtiroki	yuqori	minimal
Mahsulot yo'qotilishi	2,8 %	0,7 %

Taklif etilgan texnologiya:

- dozalash aniqligini 4-5 barobar oshiradi;
- energiya sarfini 15-18 % kamaytiradi;

- ishlab chiqarish unumdorligini taxminan 35–40 % oshiradi;
- mahsulot yo'qotilishini qariyb 75 % kamaytiradi.

Ilmiy yangilik

Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

- sochiluvchan mahsulotlarning fizik xususiyatlarini hisobga oluvchi adaptiv dozlash algoritmi ishlab chiqildi;
- servo yuritma va yuk datchigi asosida yuqori aniqlikdagi mexatron dozator taklif qilindi;
- PID boshqaruv algoritmi mahsulot oqimiga mos ravishda avtomatik sozlanadigan ko'rinishga keltirildi;
- IoT monitoring tizimi integratsiyasi orqali ishlab chiqarish jarayonining raqamli nazorati ta'minlandi.

O'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, mexatronik boshqaruv elementlarini qo'llash sochiluvchan mahsulotlarni qadoqlash jarayonining aniqligi va unumdorligini sezilarli darajada oshiradi. Servo yuritmalar, aqlli sensorlar va mikroprotsessorli boshqaruv asosidagi takomillashtirilgan avtomat mahsulot massasining barqarorligini ta'minlaydi, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytiradi hamda inson omili ta'sirini minimallashtiradi. Taklif etilgan texnik yechimlar oziq-ovqat, kimyo, farmatsevtika va qurilish materiallari sanoatida keng qo'llanish imkoniyatiga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Bolton W. *Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering*. Pearson, 2022.
2. Bishop R.H. *The Mechatronics Handbook*. CRC Press, 2023.
3. Mikell P. Groover. *Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing*. Wiley, 2021.
4. Nise N.S. *Control Systems Engineering*. Wiley, 2020.
5. Dorf R.C., Bishop R.H. *Modern Control Systems*. Pearson, 2021.
6. Ogata K. *Modern Control Engineering*. Pearson, 2022.
7. IEC 61131-3. *Programmable Controllers – Programming Languages*. International Electrotechnical Commission.
8. ISO 9001:2015. *Quality Management Systems – Requirements*.

9. ISO 22000:2018. *Food Safety Management Systems – Requirements*.

10. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining sanoatni raqamlashtirish va avtomatlashtirishga oid amaldagi normativ-huquqiy hujjatlari.