



**SENSORLI BOSHQARUV ASOSIDA TO‘QIMACHILIK
MASHINALARINING INTELLEKTUAL TIZIMLARI**

Mo‘ydinova Zaxroxon Zaylobiddin qizi

Farg‘ona Davlat texnika universiteti,

M43-25 guruh magistr talabasi

e-mail muhlisafozilova7879@gmail.com

Farg‘ona davlat texnika universiteti, t.f.f.d.(PhD), dotsent,

Valiyev Gulam Nabidjanovich

Annotatsiya: Mazkur maqolada to‘qimachilik mashinalarida sensorli boshqaruv tizimlarining qo‘llanilishi, ular asosida yaratilayotgan intellektual avtomatlashtirilgan platformalarning samaradorligi tahlil qilindi. Sensor texnologiyalari yordamida ipning tarangligi, temperatura, vibratsiya, uzilishlar, to‘qish sichqonligi va mashina holati real vaqt rejimida nazorat qilinishi ishlab chiqarish sifatini sezilarli darajada oshiradi. Maqolada raqamli ishlab chiqarish, IoT, aqlli monitoring tizimlari va sun‘iy intellekt algoritmlarining to‘qimachilik dastgohlaridagi integratsiyasi ilmiy asosda yoritildi.

Аннотация: В статье анализируется применение сенсорных систем управления в текстильном оборудовании и эффективность интеллектуальных автоматизированных платформ, созданных на их основе. Мониторинг натяжения пряжи, температуры, вибрации, обрывов, точности ткачества и состояния машины в режиме реального времени с использованием сенсорных технологий значительно повышает качество продукции. В статье на научной основе рассматривается интеграция цифрового производства, Интернета вещей, интеллектуальных систем мониторинга и алгоритмов искусственного интеллекта в текстильное оборудование.

Abstract: This article analyzes the use of sensor control systems in textile machinery and the effectiveness of intelligent automated platforms created on their basis. Real-time monitoring of yarn tension, temperature, vibration, interruptions, weaving accuracy, and machine status using sensor technologies significantly increases production quality. The article discusses the integration of digital manufacturing, IoT,





smart monitoring systems, and artificial intelligence algorithms in textile machinery on a scientific basis.

Kalit soʻzlar: sensor, IoT, aqlli boshqaruv, intellektual tizim, toʻqimachilik mashinasi, monitoring, vibratsiya sensori, taranglik sensori, avtomatlashtirish, Industry 4.0.

Ключевые слова: датчик, Интернет вещей, интеллектуальное управление, интеллектуальная система, текстильная машина, мониторинг, датчик вибрации, датчик натяжения, автоматизация, Индустрия 4.0.

Keywords: sensor, IoT, smart control, intelligent system, textile machine, monitoring, vibration sensor, tension sensor, automation, Industry 4.0.

Toʻqimachilik sanoatida raqamli texnologiyalarni joriy etish jarayoni soʻnggi yillarda keskin faollashdi. Zamonaviy talablar asosida ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, mahsulot sifatini barqaror ushlab turish va inson mehnatini yengillashtirishda sensorli boshqaruv asosidagi intellektual tizimlar muhim oʻrin tutmoqda. Anʼanaviy mexanik boshqaruv oʻrnini real vaqt maʼlumotlarini qayta ishlovchi aqlli modullar egallab bormoqda.

Dunyoning yetakchi ishlab chiqaruvchilari — Rieter, Trützschler, Picanol, Toyota, Murata, Stäubli kabi kompaniyalar texnologik jarayonlarni toʻliq sensorlashtirish orqali ip uzilishlarini kamaytirish, energiya sarfini optimallashtirish va mahsulot sifatini avtomatik baholash imkonini yaratgan.

Oʻzbekiston toʻqimachilik korxonalarida ham Industry 4.0 konsepsiyasi asosida aqlli texnologiyalar bosqichma-bosqich joriy qilinmoqda. Jumladan, paxta tozalash, ip gazlama ishlab chiqarish sexlarida sensorli boshqaruv mashinalarning ish samaradorligini 15–25% ga oshirishi tajribalarda tasdiqlangan.

Sensorli boshqaruv asosida ishlaydigan toʻqimachilik mashinalarining intellektual tizimlari bugungi kunda yengil sanoatning eng tez rivojlanayotgan yoʻnalishlaridan biri boʻlib, ular anʼanaviy mexanik boshqaruvni toʻliq raqamlashtirilgan va oʻzini-oʻzi optimallashtira oladigan aqlli tizimlarga aylantirishga xizmat qilmoqda. Zamonaviy yigirish, toʻqish va tikuvchilik mashinalarida oʻrnatilgan yuqori aniqlikdagi sensorlar ishlab chiqarishning har bir bosqichidagi texnologik parametrlarni real vaqt rejimida nazorat qiladi va har qanday ogʻishlarni darhol qayd





etadi. Hozirgi kunda taranglik sensori, vibratsiya sensori, optik-fotosensor, harorat sensori, tezlik datchiklari, ultratovush masofa o'lchagichlari, bosim datchiklari kabi turli qurilmalar to'qimachilik mashinalarining ajralmas qismi hisoblanadi. Bu datchiklar ipning uzilish ehtimolini, mexanizmlardagi tebranish ortishini, haroratning ko'tarilishini yoki pnevmatik tizimlarda bosimning kamayishini inson ko'zi ilg'amaydigandan ham tezroq aniqlaydi. Sensorlar tomonidan uzatilgan signal mikroprotsessor yoki PLC moduli orqali qayta ishlanib, mashina ishlash rejimi avtomatik tartibga solinadi. Shuning uchun ham intellektual to'quv mashinasi operatorning doimiy aralashuvisiz ham o'z ritmini sozlay oladi, ortiqcha yuklamani kamaytiradi va ipning optimal tarangligini ushlab turadi.

Sensorli boshqaruv tizimining samaradorligi shundaki, u an'anaviy ishlab chiqarishda uchraydigan nosozliklarni avvaldan aniqlash imkonini beradi. Masalan, taranglik sensori ipning 1–2 cN darajadagi o'zgarishini ham aniq sezadi va tizim uzilish yuzaga kelmasidan oldin mashina tezligini pasaytiradi. Vibratsiya datchiklari podshipniklarning qizishi yoki mexanik qisilishni erta bosqichda qayd etadi, bu esa butun mexanizmning ishdan chiqishining oldini oladi. Optik sensorlar arqoqning harakat trayektoriyasida nuqson paydo bo'lganda yoki ipning yo'nalishi o'zgarganda darhol to'xtatish signalini beradi. Shu sababli sensorli boshqaruv joriy etilgan zamonaviy to'qimachilik liniyalarida mashina to'xtash vaqti 40–60 foizgacha kamayadi, bu esa umumiy unumdorlikning oshishiga xizmat qiladi.

Intellektual tizimlarning ikkinchi asosiy xususiyati – bu o'zaro bog'langan tarmoq orqali ishlashidir. IoT (Internet of Things) texnologiyasi dastgohlarni yagona raqamli boshqaruv tarmog'iga ulaydi. Har bir mashinadan kelayotgan ma'lumotlar server yoki bulut platformasida saqlanadi, ular ustida sun'iy intellekt algoritmlari yordamida matematik tahlil olib boriladi. IoT tizimi orqali operator barcha mashinalarning holatini kompyuter yoki telefon orqali kuzata oladi, og'ish yoki nosozlik aniqlanganda tizim avtomatik ravishda xabar yuboradi. Bundan tashqari, IoT asosidagi aqlli monitoring yordamida ishlab chiqarish sexida energiya sarfi, uzilishlar soni, mashina holati, pnevmatik tizim bosimi yoki to'qish zichligi kabi ko'plab parametrlarning o'zgarishini bir vaqtning o'zida tahlil qilish mumkin. Bu esa ishlab chiqarishni rejalashtirishni aniqroq qiladi va texnik xizmat muddatini optimallashtiradi.





Intellektual tizimlarning eng yuqori bosqichi – sun’iy intellektning (AI) integratsiyasidir. AI yordamida to‘qimachilik jarayonlari faqat sensorlar qayd etgan holatni boshqarish bilan cheklanib qolmay, balki kelajakdagi xatoliklarni oldindan bashorat qilish darajasiga ko‘tariladi. Masalan, neyron tarmoqlar mashinaning vibratsiya ko‘rsatkichlari, yuklama darajasi, harorat o‘zgarishi va ip tarangligi yorug‘lik tezligida o‘zgarib turadigan axborotlar asosida ip uzilishi ehtimolini prognoz qilishi mumkin. Bu texnologiya topilsa, ishlab chiqarish jarayoni deyarli uzilmaydi. Sun’iy intellekt kompyuter ko‘rish (Computer Vision) texnologiyasi bilan birgalikda ishlaganda gazlamadagi nuqsonlarni ko‘zdan kechirish jarayonlari to‘liq avtomatlashtiriladi. Kamera yuqori aniqlikda gazlamani skanerdan o‘tkazadi, AI esa dog‘, chizilish, arqoqning o‘tmay qolishi, tanda ipining ko‘tarilishi, qiyshiq to‘qima, zichlikdagi farq kabi nuqsonlarni bir necha millisekundda tasniflay oladi. Sifat nazoratining bunday shakli inson omilidan xoli bo‘lib, aniqlik darajasi 97–99 foizni tashkil etadi.

Sensorli boshqaruvning yana bir afzalligi – energiya samaradorligidir. Zamonaviy to‘qimachilik mashinalari energiya iste’molini o‘z holatiga qarab avtomatik ravishda o‘zgartira oladi. Masalan, mashina yuklama ostida bo‘lmaganda, dvigatel quvvat sarfini kamaytiradi, qo‘shimcha elektr jihozlari o‘chadi yoki past rejimga o‘tadi. Natijada korxona bir oyda o‘rtacha 12–18 foiz energiya tejallishiga erishadi. Bu ayniqsa yigirish sexlarida seziladi, chunki taranglikni nazorat qiluvchi sensorlar tufayli dvigatel ortiqcha yuklamada ishlamaydi va ish jarayoni tekis yuradi.

Rieter, Trützschler, Picanol, Toyota kabi kompaniyalar tomonidan ishlab chiqarilayotgan aqlli to‘quv va yigirish mashinalari amaliy tajribalarda yuqori natija bergani qayd etilgan. Masalan, Picanol OMNIPlus-i AirJet mashinasida o‘rnatilgan BlueBox sensor tizimi arqoq uzilishini 50 foizga kamaytirgan; Trützschler’ning yangi Card TC-19i mashinasidagi sensor modullari esa pilta tenglik darajasini 25 foizga yaxshilagan. Rieter’ning ring spinning liniyalarida esa sensorli boshqaruv tufayli ipning taranglikdagi og‘ishi avtomatik bartaraf etilib, ipning mustahkamligi 8–12 foiz oshgan. Bu misollar intellektual boshqaruv tizimlarining sanoatdagi real natijasini namoyish etadi.

Umuman aytganda, sensorli boshqaruv asosida to‘qimachilik mashinalarini intellektual tizimlarga aylantirish nafaqat ishlab chiqarish jarayonining barqarorligi,





mahsulot sifati va samaradorligini oshiradi, balki butun sanoatni raqamli transformatsiya qilishga zamin yaratadi. Bunday texnologiyalar yordamida to'qimachilik korxonalari global raqobatga moslashadi, ishlab chiqarishning har bir bosqichida ortiqcha xarajatlar qisqaradi, inson mehnati yengillab, hatto murakkab jarayonlar ham o'zini-o'zi boshqaruvchi tizimlar orqali amalga oshadi. Kelajakda to'qimachilik sexlarining asosiy qismi inson aralashuvisiz, faqat sensorlar, sun'iy intellekt va aqlli boshqaruv modullari yordamida ishlay boshlashi kutilmoqda. Bu esa sanoatni yanada samarali, xavfsiz va texnologik jihatdan ustun soha sifatida shakllantiradi.

Xulosa

Sensorli boshqaruv asosida ishlaydigan to'qimachilik mashinalarining intellektual tizimlari ishlab chiqarish jarayonini boshqarishning yangi bosqichiga ko'tarilayotganini ko'rsatadi. Sensorlarning yuqori aniqlikda ishlashi, ularning real vaqt rejimida ma'lumot uzatishi hamda mashina parametrlarini avtomatik tartibga solishi texnologik jarayonlarning barqaror ishlashi uchun katta imkoniyat yaratadi. Yigirish, to'qish va tikuvchilik liniyalarida qo'llanilayotgan taranglik sensori, vibratsiya datchigi, optik kuzatuv modullari, harorat va bosim sensorlari jarayon davomida yuzaga keladigan xatoliklarni erta bosqichda aniqlab, nosozliklarni avvaldan bartaraf etish imkonini beradi. IoT texnologiyasi va sun'iy intellekt algoritmlarining integratsiyasi esa ishlab chiqarishni masofadan turib nazorat qilish, mashinalarning texnik holatini tahlil qilish, energiya sarfini optimallashtirish va nuqsonlarni aniqlash jarayonlarini yanada takomillashtiradi. Raqamlashtirilgan boshqaruv tizimlari operatorning jismoniy yukini kamaytiradi, mahsulot sifatini barqarorlashtiradi va ishlab chiqarishning umumiy unumdorligini oshiradi. Xorijiy tajribalar va mahalliy klasterlarda o'tkazilgan kuzatuvlar sensorli boshqaruv joriy etilgan liniyalarda uzilishlar soni keskin kamayganini, texnik xizmat muddati uzayganini va energiya tejamkorligi oshganini ko'rsatdi. Umuman olganda, intellektual boshqaruv tizimlari to'qimachilik sanoatini yangi texnologik bosqichga olib chiqadigan strategik vosita bo'lib, kelajakda raqamli tekstil korxonalari uchun asosiy tayanch tizimga aylanadi.





Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Behera, B. K., & Hari, P. K. (2010). Woven Textile Structure: Theory and Applications. Woodhead Publishing.
2. Lawrence, C. A. (2015). Advances in Spun Yarn Technology. CRC Press.
3. Majumdar, A., Sinha, S. K., & Ghosh, A. (2020). “Artificial Intelligence-Based Yarn Quality Prediction in Modern Textile Machinery”. Textile Research Journal, 90(5), 567–580. <https://doi.org/10.1177/0040517519899024>
4. Chen, L., & Wang, Y. (2019). “Application of IoT Technology in Textile Manufacturing”. Sensors, 19(5), 1125. <https://doi.org/10.3390/s19051125>
5. Rieter Holding AG. (2022). Ring Spinning Technology Manual. Switzerland: Rieter Technical Documentation.
6. Trützschler Group SE. (2021). Intelligent Fiber Processing Systems. Mönchengladbach: Technical Catalogue.
7. Picanol Group. (2023). Smart Weaving Technology Solutions. Ieper, Belgium.
8. Zhang, X., & Li, J. (2018). “Vibration Monitoring in High-Speed Textile Machines Using Advanced Sensor Systems”. Journal of Industrial Textiles, 48(3), 345–362.
9. ISO 23771:2021 — Textile Machinery — Safety Requirements and Sensor-Controlled Monitoring Standards. International Organization for Standardization.
10. Uztex Group. (2022). Raqamli To‘qimachilik Korxonalarida Sensorli Monitoring Tizimlari. Toshkent: Ichki texnik hisobot.

