

ELEKTR SIM O'RAMLARIGA IZOLENTA O'RASH QURILMASINING BOSHQARUV TIZIMI VA DATCHIKLAR KOORDINATSIYASI

Xalimova O'g'iloy

*Andijon davlat texnika institute Texnologik jarayonlar ishlab chiqarish avtomatlashtirish va
boshqarish 4 bosqich talabasi*

Annotatsiya: *Mazkur maqolada elektr sim o'ramlariga izolenta o'rash qurilmasining boshqaruv tizimi va datchiklar koordinatsiyasi chuqur tahlil qilinadi. Qurilmaning samarali ishlashini ta'minlash uchun optik tezlik sensorlari va material tarangligini nazorat qiluvchi datchiklarning tanlovi, shuningdek, servo motorlar va ijrochi mexanizmlarning o'zaro bog'lanish sxemasi ko'rib chiqiladi. PLC asosidagi boshqaruv algoritmlari, xususan, LADDER diagrammasi yoki blok-sxemalari asosida qurilmaning avtomatlashtirilgan ishlash jarayoni tavsiflanadi. Ilmiy va amaliy yondashuvlar asosida qurilmaning ishonchliligi va samaradorligini oshirish yo'llari yoritiladi.*

Kalit so'zlar: *izolenta o'rash, boshqaruv tizimi, datchiklar, servo motor*

Abstract: *This article presents a comprehensive analysis of the control system and sensor coordination in a device for tape wrapping of electrical wire coils. The selection of optical speed sensors and tension control sensors, as well as the interconnection schemes of servo motors and actuators, are examined to ensure efficient device operation. The study describes PLC-based control algorithms, particularly those implemented using LADDER diagrams or block schemes, allowing for automated functioning. Both scientific and practical approaches are discussed to improve the reliability and efficiency of the device.*

Keywords: *tape wrapping, control system, sensors, servo motor*

Аннотация: *В данной статье проводится глубокий анализ системы управления и координации датчиков устройства для намотки изоленды на электрические катушки. Рассматриваются выбор оптических датчиков скорости, датчиков контроля натяжения материала, а также схемы взаимосвязи сервомоторов и исполнительных механизмов для обеспечения эффективной работы устройства. Описываются алгоритмы управления на базе ПЛК, в частности на основе LADDER-диаграмм или блок-схем. Освещаются научные и практические подходы к повышению надежности и эффективности устройства.*

Ключевые слова: *намотка изоленды, система управления, датчики, серво мотор*

KIRISH

Zamonaviy sanoatning avtomatlashtirilgan texnologik jarayonlari orasida elektr sim o'ramlariga izolenta o'rash amaliyoti muhim o'rin tutadi. Elektr simlarining izolyatsiyasi, ularning xavfsizligi va uzoq muddatli ekspluatatsiyasi uchun muhim bo'lib, bu jarayonning avtomatlashtirilgan boshqaruvi va monitoringi samaradorlik, ishonchlilik hamda energiya tejamkorligi nuqtai nazaridan doimiy e'tiborni talab qiladi.

Izolenta o'rash qurilmasining boshqaruv tizimi, datchiklar tanlovi va ularning o'zaro koordinatsiyasi, shuningdek ijrochi mexanizmlarning uzviy ishlashi qurilmaning butun texnologik jarayonini yuqori darajada avtomatlashtirish imkonini beradi. Hozirgi kunda optik sensorlar va taranglik datchiklari asosida o'rash jarayonini real vaqt rejimida nazorat qilish, servo motorlar orqali aniq va silliq harakatlarni ta'minlash, PLC dasturlari yordamida esa butun boshqaruv algoritmini moslashuvchan va barqaror qilish imkoniyati mavjud. Tadqiqotning dolzarbligi, bir tomondan, ishlab chiqarishda inson omilini kamaytirish, ikkinchi tomondan esa mahsulot sifatini oshirish bilan bog'liq.

Mazkur maqolada elektr sim o'ramlariga izolenta o'rash qurilmasining boshqaruv tizimi va datchiklar koordinatsiyasini chuqur va har tomonlama o'rganish, ilg'or ilmiy-amaliy yondashuvlar asosida qurilmaning texnik va texnologik imkoniyatlarini kengaytirish masalalari ko'rib chiqiladi.

Adabiyotlar tahlili

Elektr sim o'ramlariga izolenta o'rash texnologiyasi va uning avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari bo'yicha ilmiy adabiyotlar va amaliy tadqiqotlar ancha keng doirada olib borilgan. Ushbu sohaning nazariy va amaliy asoslarini shakllantirishda birinchi navbatda, avtomatlashtirilgan texnologik jarayonlarning umumiy nazariyasi va boshqaruv prinsiplariga tayaniladi.

Kibernetika va avtomatika sohasining asoschilaridan biri N. Viner tomonidan ishlab chiqilgan nazariyalar, jarayonlarni avtomatik boshqarishning asosiy tamoyillarini belgilab berdi va bu yondashuvlar o'rash jarayonlarini boshqarishda ham o'z aksini topdi[1]. Vinerning nazariyasi asosida ishlab chiqilgan avtomatik boshqaruv tizimlari, ayniqsa, qayta aloqa (feedback) prinsiplariga asoslangan tizimlarning samaradorligini oshirishga xizmat qildi. Shu bilan birga, texnologik jarayonlarda signalni aniqlik bilan o'lchash va qayta ishlash uchun zamonaviy sensorlar va datchiklardan foydalanish g'oyasi ham ilgari surildi. Sensorlar tanlovi, ayniqsa, o'rash tezligi va material tarangligini aniq o'lchashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Optik sensorlar yordamida o'rash tezligini yuqori aniqlikda o'lchash mumkinligi ko'plab tadqiqotlarda isbotlangan. Masalan, Yevropa va Osiyo mamlakatlarida olib borilgan tajribali tadqiqotlar natijasida, optik enkoderlar asosida ishlab chiqilgan tezlik datchiklari sim o'rami harakatini mikron aniqligida o'lchash imkonini beradi[2]. Taranglik datchiklari esa materialning uzluksizligi va sifatini ta'minlash uchun zarur bo'lib, ular orqali izolyatsion lenta yoki sim materialining tarangligi real vaqt rejimida monitoring qilinadi va avtomatik tuzatish amalga oshiriladi. Bunday datchiklar, asosan, piezoelektrik yoki strain-gauge printsipligiga asoslangan bo'lib, ularning ishonchliligi va sezgirligi yuqori baholanadi.

O'rash qurilmasining ijrochi mexanizmlari, xususan, servo motorlarning tanlovi va ularning o'zaro bog'liqlik sxemasi ham alohida ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Servomotorlar yuqori aniqlikdagi harakatlarni ta'minlash, tezlik va pozitsiyani aniq boshqarish imkonini beradi, bu esa, o'rash jarayonining sifatini oshirishda muhim omil hisoblanadi.

Zamonaviy servo aktuatorlar odatda raqamli boshqaruv bloklari bilan jihozlangan bo'lib, ular PLC (Programmable Logic Controller) orqali boshqariladi. PLC dasturlashda, ayniqsa, LADDER diagrammasi yoki blok-sxemalari keng qo'llaniladi va ular orqali butun

o'rash jarayonining algoritmik boshqaruvi amalga oshiriladi. PLC tizimlari yordamida barcha datchiklardan kelayotgan ma'lumotlar real vaqt rejimida qayta ishlanadi, servo motorlar va boshqa ijrochi mexanizmlarga kerakli buyruqlar yuboriladi. Bu yondashuv ishlab chiqarish jarayonida inson omilini kamaytirish, xatoliklarni minimallashtirish va mahsulot sifatini oshirish imkonini beradi.

Izolenta o'rash qurilmalari rivojlanishining tarixiy bosqichlariga nazar tashlasak, dastlabki avtomatlashtirilmagan yoki yarim avtomatik qurilmalarda asosan mexanik boshqaruv tizimlari va oddiy limit datchiklar qo'llanilgan. XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab esa, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari jadal rivojlandi. O'zbekistonlik ilmiy tadqiqotchilar va muhandislar ham bu yo'nalishda bir qator muhim ishlanmalarni amalga oshirdilar.

Masalan, T. Yo'ldoshev va U. Shukurovlarning izlanishlarida[3], mahalliy sanoat korxonalarida ishlab chiqarilayotgan sim o'ramlariga izolenta o'rash qurilmalari uchun yangi avlod datchiklar va boshqaruv algoritmlarini joriy etish yo'llari tahlil qilingan. Ularning tadqiqotlari natijasida, sensorlarning joylashuvi va o'zaro koordinatsiyasi, servo motorlarning sinxron ishlashi, PLC dasturining moslashuvchanligi kabi omillar qurilmaning umumiy samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatishi aniqlangan.

Amaliy tadqiqotlar va eksperimental ishlanmalar ham ushbu sohada muhim o'rin egallaydi. Ayrim Yaponiyalik mualliflarning tadqiqotlarida, o'rash qurilmasida optik enkoderlar va taranglik datchiklari kompleks ravishda qo'llanilganda, qurilma ishonchliligi va mahsulot sifati 15-20% ga oshishi aniqlangan[4]. Bunday natijalar, datchiklarning to'g'ri tanlovi va ularning PLC tizimi bilan uyg'un ishlashini ta'minlash muhimligini ko'rsatadi. Yevropa Ittifoqi davlatlarida esa, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda sensorli monitoring tizimlari va raqamli boshqaruv bloklaridan foydalanish natijasida, ishlab chiqarish samaradorligi va energiya tejamkorligi bir necha barobar oshgani qayd etilgan. Shu bilan birga, zamonaviy PLC dasturlari, ayniqsa, Siemens, Mitsubishi va Omron kabi yetakchi kompaniyalarning kontrollerlari asosida ishlab chiqilgan LADDER diagrammalari yordamida o'rash jarayonining har bir bosqichi aniq algoritmlashtiriladi. Bu esa, qurilmaning ishlashini moslashuvchan va barqaror qilish, xatoliklarni tezda aniqlash va bartaraf etish imkonini beradi.

Ilmiy adabiyotlarda o'rash tezligini o'lchovchi optik sensorlar va material tarangligini nazorat qiluvchi datchiklarning tanlovi bo'yicha bir nechta konseptual yondashuvlar mavjud.

Ba'zilar, yuqori aniqlik va tezlikda ishlash uchun lazerli optik sensorlarni taklif qilsa, boshqalar esa, arzon va ishonchli fotodiodli sensorlarni afzal ko'radilar.

Lazerli sensorlar yordamida o'rash tezligi va pozitsiyasi mikron darajasida aniqlik bilan o'lchanadi, ammo ularning narxi yuqoriligi va texnik xizmat ko'rsatish murakkabligi ayrim cheklovlarni yuzaga keltiradi[5].

Fotodiodli optik sensorlar esa, oddiy tuzilish va past narxga ega bo'lib, o'rtacha aniqlik va ishonchlilikni ta'minlaydi.

Material tarangligini nazorat qilishda strain-gauge datchiklar keng qo'llaniladi.

Ular materialning uzilishiga yo'l qo'ymaslik, taranglikda doimiylikni saqlash va avtomatik tuzatishlarni amalga oshirish imkonini beradi.

Taranglik datchiklari PLC tizimi bilan integratsiyalashgan holda ishlaganda, o'rash jarayonida yuzaga keladigan har qanday og'ishlar tezda aniqlanadi va avtomatik tarzda korreksiya qilinadi.

Servo motorlarning boshqaruv sxemalari va ularning PLC bilan o'zaro bog'lanishi ham ilmiy muhokamalarda keng yoritilgan.

Servo motorlar, odatda, pozitsion va tezlik boshqaruvi uchun enkoderlar bilan jihozlanadi va bu orqali ular harakatining aniqligi va silliqiligi ta'minlanadi.

PLC dasturida har bir servo motor uchun alohida boshqaruv algoritmlari ishlab chiqiladi. LADDER diagrammasi, o'zining intuitiv va grafik ko'rinishi sababli, sanoat muhandislari orasida keng tarqalgan.

Diagrammada har bir sensor va ijrochi mexanizm uchun alohida bloklar ajratiladi, ularning o'zaro bog'liqligi va signallar almashinuvi aniq ko'rsatiladi.

Masalan, o'rash tezligi sensoridan kelayotgan signal PLC tomonidan qayta ishlanadi va kerakli tezlikda servo motorga buyruq yuboriladi. Taranglik datchigidan kelgan ma'lumot esa, materialning tarangligi pasayib yoki oshib ketganda, servo motorning aylanish tezligini avtomatik ravishda moslashtirish imkonini beradi. Bunday tizimlarda signal kechikishi, xatoliklar va nosozliklarni minimallashtirish uchun real vaqt rejimida monitoring va diagnostika funksiyalari joriy etiladi.

So'nggi yillarda, elektr sim o'ramlariga izolenta o'rash qurilmalari uchun aqlli boshqaruv tizimlari va sun'iy intellekt elementlarini joriy qilish bo'yicha ham bir qator tadqiqotlar olib borilmoqda.

Masalan, mashinali o'rganish algoritmlarini PLC dasturlariga integratsiya qilish orqali, qurilmaning ishlash parametrlarini real vaqt rejimida optimallashtirish, nosozliklarni oldindan bashorat qilish va avtomatik tuzatish imkoniyatlari yuzaga keldi[6].

Bunday yondashuvlar ishlab chiqarish samaradorligini yanada oshirish, energiya tejamkorligini ta'minlash va qurilmaning umumiy ishonchliligini yuqori darajaga ko'tarish imkonini beradi.

Shu bilan birga, ilmiy muhokamalarda, sensorlar va ijrochi mexanizmlarning sinxron ishlashini ta'minlash uchun yuqori tezlikdagi ma'lumot almashinuvi va zamonaviy protokollardan (masalan, EtherCAT, Profinet) foydalanish muhimligi ta'kidlanadi. Bunday protokollar orqali barcha tizim elementlari o'rtasida real vaqt rejimida axborot almashinuvi amalga oshiriladi va bu, o'z navbatida, boshqaruv tizimining javob berish tezligini oshiradi.

Kritik tahlil nuqtai nazaridan, mavjud adabiyotlarda ayrim muammolar va bahsli jihatlar ham mavjud.

Masalan, sensorlar tanlovi va ularning joylashuvi bo'yicha turli yondashuvlar mavjud: ba'zi tadqiqotchilar datchiklarni bevosita o'rash zonasiga yaqin joylashtirishni, boshqalar esa, ulardan uzoqroqda, xavfsiz masofada o'rnatishni taklif etadilar.

Bu, datchiklar ishonchliligi va signal sifatiga ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari, servo motorlarning boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqishda, ular o'rash jarayonining turli bosqichlarida o'zaro moslashuvchan ishlashi ta'minlanishi lozim. PLC dasturlarining murakkabligi, operatorlarning malakasi va texnik xizmat ko'rsatishning qulayligi ham muhim omillar sifatida ko'riladi.

Amaliy tadqiqotlarda, o'rash qurilmasining ishonchliligi va mahsulot sifatiga ta'sir ko'rsatuvchi asosiy omillar sifatida sensorlar va ijrochi mexanizmlarning sinxron ishlashi, PLC dasturining moslashuvchanligi va foydalanuvchi interfeysining qulayligi ajratib ko'rsatiladi.

Shu jihatdan, zamonaviy ilmiy izlanishlar va amaliy ishlanmalar, elektr sim o'ramlariga izolenta o'rash qurilmasining boshqaruv tizimi va datchiklar koordinatsiyasini doimiy takomillashtirish, yangi texnologiyalarni joriy qilish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga qaratilgan.

Xulosa

Yuqoridagi ilmiy tahlil va amaliy tadqiqotlar natijasiga ko'ra, elektr sim o'ramlariga izolenta o'rash qurilmasining boshqaruv tizimi va datchiklar koordinatsiyasi zamonaviy avtomatlashtirilgan texnologik jarayonlarning ajralmas qismi ekanligi aniqlandi.

Qurilmaning samarali va ishonchli ishlashini ta'minlash uchun optik o'rash tezligi sensorlari va material tarangligini nazorat qiluvchi datchiklarning to'g'ri tanlovi, ularning joylashuvi va PLC tizimi bilan uyg'un ishlashi muhim ahamiyatga ega.

Servo motorlarning aniq va sinxron boshqaruvi, PLC dasturining moslashuvchanligi va algoritmik mukammalligi, butun jarayonni avtomatlashtirish va inson omilini minimallashtirish imkonini beradi. Shu bilan birga, ilg'or texnologiyalar va sun'iy intellekt elementlarini joriy qilish orqali, qurilmaning samaradorligini, mahsulot sifatini va energiya tejamkorligini yanada oshirish mumkin.

Amaliy tajriba va ilmiy izlanishlar shuni ko'rsatadiki, sensorlar va ijrochi mexanizmlar o'rtasida real vaqt rejimida axborot almashinuvi, signalni qayta ishlash va monitoring tizimlarining mukammalligi elektr sim o'ramlariga izolenta o'rash qurilmasining umumiy samaradorligini belgilaydi.

Kelajakda, ushbu yo'nalishda yangi texnologiyalar va ilg'or boshqaruv usullarini joriy qilish, raqamli ishlab chiqarish va sanoat 4.0 kontsepsiyalari asosida qurilmalarning avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini yanada takomillashtirish imkonini beradi.

Bu esa, nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, balki mahsulot sifatini, xavfsizligini va raqobatbardoshligini ham ta'minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Wiener, N. (1948). *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. MIT Press.
2. Chen, Y., & Lee, S. (2013). Application of Optical Encoders in High Precision Winding Machines. *Journal of Sensor Technology*, 5(2), 112-119.
3. Yo'ldoshev, T., & Shukurov, U. (2018). O'zbekiston sanoatida sim o'ramlariga izolenta o'rash qurilmalari va ularning avtomatlashtirilgan boshqaruvi. Toshkent: O'zbekiston Milliy Universiteti nashriyoti.
4. Nakamura, K., & Hayashi, T. (2017). Advances in Tension Control for Tape Wrapping Devices. *Automation in Manufacturing*, 12(4), 204-212.
5. Ivanov, P., & Smirnov, V. (2015). Selection of Sensors for Wire Wrapping Automation. *Russian Journal of Automation*, 21(1), 33-41.



6. Kumar, S., & Zhang, H. (2021). Integration of Machine Learning in PLC-Based Industrial Automation Systems. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 117(9), 2873-2890.