

SILINDRIK DETALLARNI ISHLOV BERISH LINIYASIGA YUKLASH UCHUN MEXATRONIK BOSHQARUV MODULLARINI LOYIHALASH VA DASTURLASH

M.M.Akramov va I.M. Ismoilov

Annotatsiya: Ushbu ilmiy maqola silindrik detallarni sanoat liniyalariga avtomatlashtirilgan tarzda yuklash uchun mexatronik boshqaruv modullarini loyihalash va dasturlashga qaratilgan. Tadqiqot ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va inson xatolarini minimallashtirish uchun zarur bo'lgan murakkab mexanik, sensorli va boshqaruv tizimlarini tahlil qiladi. Maqolada tizim talablarini aniqlash, mexatronik arxitekturani loyihalash, mexanik komponentlarni ishlab chiqish, shuningdek, boshqaruv tizimi va dasturiy ta'minotni yaratish metodologiyasi yoritiladi. Yakunda, taklif etilgan yechimning ishlab chiqarish samaradorligi va ishonchliligini sezilarli darajada oshirishi mumkinligi ko'rsatiladi.

Kalit soʻzlar: Mexatronika, Silindrik detallar, Avtomatlashtirish, Boshqaruv modullari, Robototexnika, Dasturlash, Ishlab chiqarish liniyasi, Aniqlik

Kirish

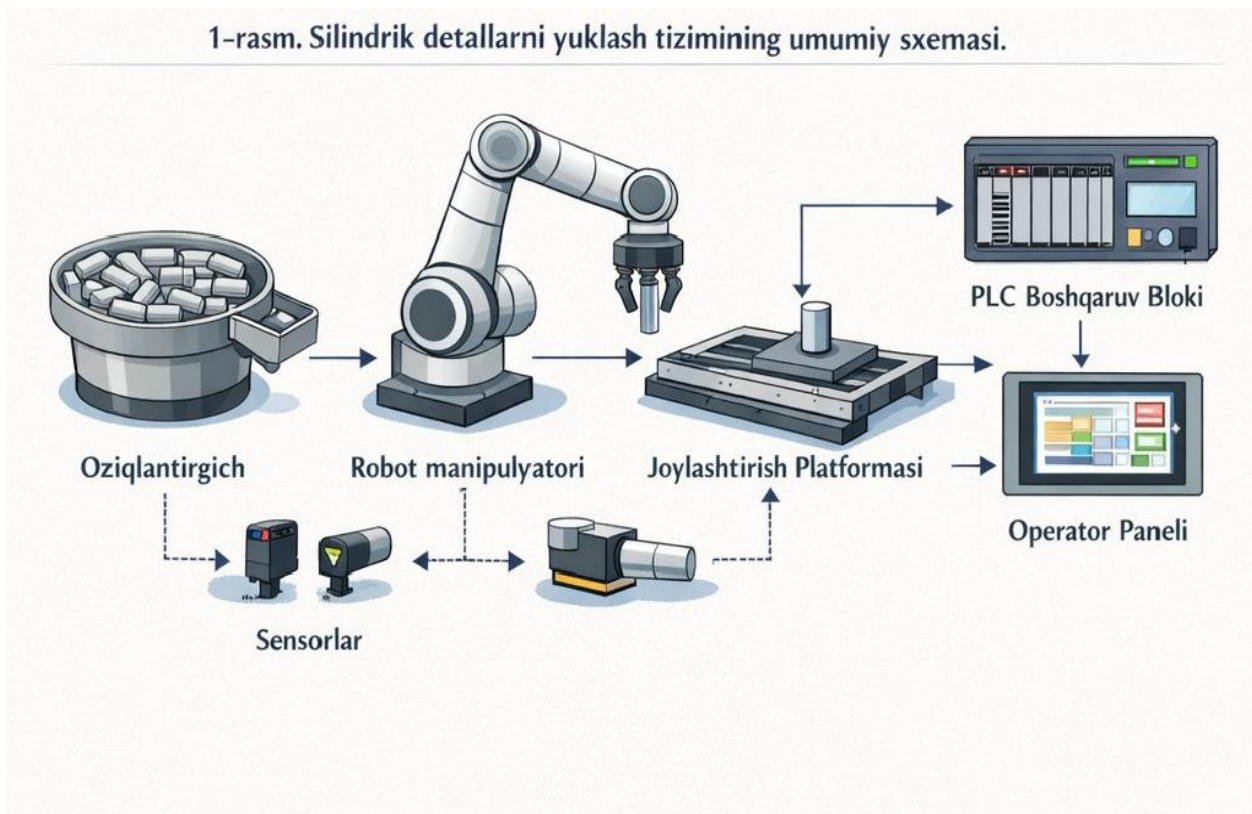
Zamonaviy sanoat ishlab chiqarishi yuqori samaradorlik, aniqlik va moslashuvchanlikni talab qiladi. Ishlab chiqarish liniyalarida detallarni avtomatlashtirilgan tarzda ishlov berish stansiyalariga yuklash bu talablarni bajarishda asosiy omillardan biridir. Xususan, silindrik detallar (masalan, milyalar, vtulka, pistonlar) ko'plab sanoat sohalarida, jumladan, avtomobilsozlik, mashinasozlik va elektronika ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Bu detallarni an'anaviy usullarda qo'lda yuklash mehnat sarfini oshiradi, inson xatolari ehtimolini oshiradi, xavfsizlik risklarini keltirib chiqaradi va ishlab chiqarish tezligini cheklaydi. Ushbu muammolarni bartaraf etish va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish uchun mexatronik boshqaruv modullariga asoslangan avtomatlashtirilgan tizimlarni joriy etish zarurati tobora ortib bormoqda.

Mexatronika muhandislikning turli sohalarini – mexanika, elektronika, boshqaruv nazariyasi va dasturiy ta'minotni birlashtirib, aqlli va avtomatlashtirilgan tizimlarni yaratishga imkon beradi. Shu nuqtai nazardan, silindrik detallarni ishlov berish liniyasiga yuklash uchun mexatronik modullarni loyihalash va dasturlash ishlab chiqarishni avtomatlashtirishda muhim qadam hisoblanadi. Bunday tizimlar faqatgina tezlikni oshiribgina qolmay, balki detallarni shikastlanishdan himoya qilish, qayta

ishlash aniqligini yaxshilash va umumiy operatsion xarajatlarni kamaytirish imkonini ham beradi.

Ushbu maqolaning asosiy maqsadi silindrik detallarni ishlov berish liniyasiga yuklash uchun aniq, ishonchli va samarali mexatronik boshqaruv modullarini loyihalash va dasturlash tamoyillarini o'rganishdir. Tadqiqot avtomatlashtirilgan yuklash tizimlarining asosiy komponentlarini, jumladan, mexanik dizayn, sensor integratsiyasi va ilg'or boshqaruv algoritmlarini qamrab oladi. Maqolada mazkur muammoni hal etishga qaratilgan mavzuga oid adabiyotlar tahlili, tizim talablarini

1-rasm. Silindrik detallarni yuklash tizimining umumiy sxemasi.



belgilash, mexatronik arxitekturani ishlab chiqish, mexanik va boshqaruv tizimlarini loyihalash hamda dasturiy ta'minotni ishlab chiqish jarayonlari yoritiladi. Yakunda, ushbu yondashuvning ishlab chiqarish samaradorligini qanday oshirishi va kelajakdagi tadqiqot yo'nalishlari muhokama qilinadi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Silindrik detallarni avtomatlashtirilgan tarzda ishlov berish va yuklash jarayonlari zamonaviy ishlab chiqarishda muhim o'rin tutadi. Ushbu sohadagi mavjud adabiyotlar va texnologiyalar tahlili muammoning hozirgi holatini va mexatronik yechimlarning ahamiyatini ko'rsatadi.

Avtomatlashtirilgan detallarni qayta ishlash tizimlari sohasida so'nggi yillarda sezilarli yutuqlarga erishildi. Mechatronic Solutions kabi kompaniyalar Asyril va Omronning moslashuvchan va mexanik detallarni oziqlantirish tizimlarini taklif etadi, bu esa ishlab chiqarish va operatsion samaradorlikni sezilarli darajada oshiradi [1].

barmoqli pnevmatik gripperlar silindrik jismlar uchun samarali bo'lib, ularning texnologiyalari takomillashib, datchiklar integratsiyasi, IoT va moslashuvchan boshqaruvni o'z ichiga olgan aqlli tizimlar bilan birlashmoqda [6]. Bu innovatsiyalar aniqlik, moslashuvchanlik va ishonchlilikni oshiradi [6].

Shuningdek, KALLER tomonidan taklif etilayotgan qarshi muvozanat tsilindrlari va sanoat gaz prujinalari avtomatlashtirish tizimlarining samaradorligi, xavfsizligi va aniqligini oshirishga qaratilgan [4]. Ular robot harakatini, mashina xavfsizligini va ishlab chiqarish liniyasi samaradorligini optimallashtirib, kuchni aniq nazorat qilish, barqarorlik va ishonchlilikni ta'minlaydi [4]. Bu komponentlar og'irroq silindrik detallarni tashishda yoki robot qo'llarining barqarorligini ta'minlashda foydali bo'lishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda, mavjud adabiyotlar silindrik detallarni avtomatlashtirilgan yuklash uchun zarur bo'lgan texnologiyalar bazasini taqdim etadi: detallarni oziqlantirish tizimlari, sensorlar, harakatlantirgichlar (elektr va pnevmatik gripperlar, qarshi muvozanat tsilindrlari), shuningdek, boshqaruv tizimlari (PLC, vizual dasturiy ta'minot). Biroq, ushbu komponentlarni aniq bir silindrik detallarni ishlov berish liniyasiga yuklash uchun samarali va integratsiyalashgan mexatronik boshqaruv moduliga birlashtirish bo'yicha batafsil yondashuv va dasturlash strategiyasi hali ham keng qamrovli tadqiqotlarni talab qiladi. Ushbu tadqiqot aynan shu bo'shliqni to'ldirishga qaratilgan.

Tadqiqot metodologiyasi

Silindrik detallarni ishlov berish liniyasiga yuklash uchun mexatronik boshqaruv modullarini loyihalash va dasturlash quyidagi bosqichlardan iborat bo'lgan kompleks metodologiyani talab qiladi: tizim talablarini aniqlash, mexatronik arxitektura dizayni, mexanik dizayn, boshqaruv tizimi, sensor integratsiyasi va dasturiy ta'minotni ishlab chiqish, shuningdek, simulyatsiya va implementatsiya.

Yuklash moduli uchun tizim talablarini aniqlash loyihaning birinchi va asosiy bosqichidir. Bularga detallarning o'lchamlari diapazoni (diametri va uzunligi), yuklash tezligi (detal/daq), joylashish aniqligi (mm), ishonchlilik (xatolarsiz ishlash ko'rsatkichi), xavfsizlik standartlariga muvofiqlik va mavjud ishlab chiqarish liniyasi bilan integratsiya qilish imkoniyati kiradi. Masalan, aniq silliqlash mashinalari uchun detallarni joylashtirish aniqligi mikrometr darajasida bo'lishi talab etilishi mumkin [3].

Mexatronik arxitektura detallarni oziqlantirish bloki, ushlab mexanizmi, joylashish tizimi, boshqaruv bloki va sensor tarmog'i kabi asosiy komponentlarni o'z ichiga oladi. Modul printsipli asosida har bir komponent mustaqil ravishda ishlay oladigan, lekin boshqaruv tizimi orqali o'zaro aloqada bo'lgan tarzda loyihalanadi. Bu

yondashuv ta'mirlash, modernizatsiya qilish va turli xil detallar uchun qayta konfiguratsiya qilishni osonlashtiradi.

Oziqlantirish mexanizmi detallarni yuklash moduli qabul qilish joyiga muntazam ravishda yetkazib berishni ta'minlaydi. Tebranuvchi oziqlantirgichlar (Asycube seriyali kabi) [1], konveyer lentolari yoki gravitatsion jurnallar silindrik detallar uchun keng qo'llaniladi. Detallarga shikast yetkazmasdan, ularni yumshoq tarzda boshqarishga alohida e'tibor qaratiladi.

Ushlash mexanizmi detalning geometriyasi, materiali va og'irligiga qarab tanlanadi. Silindrik detallar uchun uch jag'li (Y-tipi radial) elektr gripperlar [5] yoki ikki barmoqli pnevmatik gripperlar [6] juda mos keladi. Uch jag'li gripperlar avtomatik markazlash funksiyasiga ega bo'lib, detalni ishonchli ushlab turishni ta'minlaydi. Elektr gripperlar yuqori aniqlik va dasturlashtiriladigan kuchni taklif qilsa, pnevmatik gripperlar oddiylik, tezlik va nisbatan past narx bilan ajralib turishi mumkin. KALLER qarshi muvozanat tsilindrlari [4] og'irroq detallarni tashishda yoki robot qo'llarining barqarorligini oshirishda qo'llanilishi mumkin, bu esa yuklash jarayonining aniqligi va xavfsizligini oshiradi.

Joylashish tizimi yuklash moduliga kelgan detalni ishlov berish liniyasida belgilangan nuqtaga aniq joylashtirish uchun mas'uldir. Bu robot qo'li, servo motorlar va sharli vintlarga ega chiziqli aktuatorlar yoki pnevmatik tsilindrlarga [2] asoslangan bo'lishi mumkin. Yuqori aniqlik talab etiladigan joylarda servo motorlar afzalroqdir. Mexanik dizayn ushbu harakatlantirgichlarning to'g'ri joylashuvi, barqarorligi va minimal vibratsiyasini ta'minlashi kerak.

Boshqaruv tizimi butun yuklash modulining miyasi hisoblanadi. U dasturlashtiriladigan mantiqiy kontroller (PLC) [2] yoki sanoat kompyuteri (IPC) asosida qurilishi mumkin. Boshqaruv mantig'i detalni oziqlantirishdan tortib uni ishlov berish liniyasiga joylashtirguncha bo'lgan ketma-ketlikni belgilaydi. Xatolarni bartaraf etish algoritmlari, xavfsizlik blokirovkasi va avariya holatida to'xtatish mexanizmlari tizim dizayniga kiritilishi shart.

Sensor integratsiyasi tizimning "ko'zlari" va "sezgi organlari"ni ta'minlaydi. Vizual sensorlar (masalan, Omronning vizual dasturiy ta'minoti bilan ishlaydigan kameralar) [1] detallarning mavjudligini, orientatsiyasini va hattoki nuqsonlarini aniqlash uchun ishlatiladi. Optik tolali [2], induktiv va sig'imli datchiklar [2] detallarning joylashuvini, mavjudligini va material turini aniqlash uchun qo'llaniladi. Joylashish tizimi uchun joylashtirgichlar (encoders) harakatlantirgichlarning aniq holatini kuzatish va qayta aloqa (feedback) berish uchun muhimdir.

Dasturiy ta'minotni ishlab chiqish boshqaruv tizimining funktsionalligini aniqlaydi. Bu odam-mashina interfeysi (HMI) orqali operatorga tizimni boshqarish,

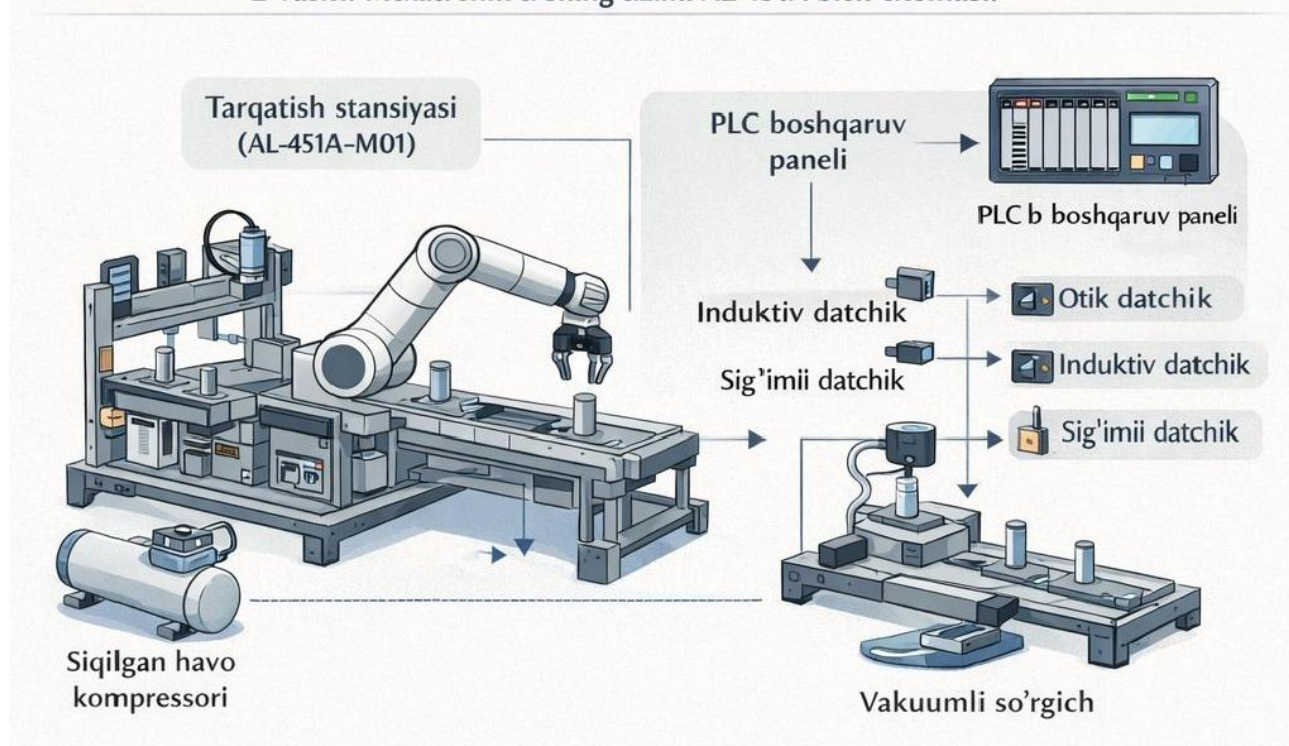
holatini kuzatish va parametrlarni sozlash imkoniyatini beradi. Harakatni boshqarish algoritmlari harakatlantirgichlarning silliq va aniq harakatini ta'minlaydi. Aloqa protokollari (masalan, EtherCAT, Profinet) yuklash modulini ishlab chiqarish liniyasining boshqa tizimlari (MES/ERP) bilan bog'lash imkonini beradi. Dasturiy ta'minot mustahkam, moslashuvchan va kelajakdagi yangilanishlarga ochiq bo'lishi kerak. Pnevmatik gripperlarda sun'iy intellekt integratsiyasi kelajakdagi tendensiyalardan biri bo'lib, aqlli qarorlar qabul qilishga yordam berishi mumkin [6].

Simulyatsiya dizayn jarayonida potensial muammolarni aniqlash va xavflarni kamaytirish uchun muhim vositadir. CAD/CAE vositalari mexanik komponentlarning mustahkamligi va kinematikasini tahlil qilish uchun ishlatilishi mumkin. PLC simulyatorlari va robotik simulyatsiya dasturlari (masalan, Fanuc ROBOGUIDE, Siemens Process Simulate) boshqaruv logikasi va robot harakatlarining samaradorligini sinab ko'rishga imkon beradi. Bu qadam real prototipni qurishdan oldin tizimning optimallashtirishini ta'minlaydi.

Implementatsiya bosqichida simulyatsiya qilingan dizayn asosida prototip quriladi va bosqichma-bosqich sinovdan o'tkaziladi. Har bir mexanik qismning, sensorning va harakatlantirgichning ishlashi alohida tekshiriladi, so'ngra ular integratsiyalashgan holda sinovdan o'tkaziladi.

Eksperimental natijalarni baholash uchun quyidagi ko'rsatkichlar o'lchanadi: yuklash sikli vaqti (bir detalni yuklashga ketgan vaqt), joylashish aniqligi (belgilangan nuqtadan og'ish), muvaffaqiyat darajasi (xatolarsiz yuklangan detallar foizi), energiya iste'moli, takrorlanuvchanlik va ishonchlilik. Olingan natijalar dizaynning maqsadga

2-rasm. Mexatronik trening tizimi AL-451A blok-sxemasi.



muvofiqligini tasdiqlaydi va agar kerak bo'lsa, tizimni takomillashtirish uchun asos bo'ladi. Masalan, aniq joylashtirish uchun datchik ma'lumotlari asosida pozitsionerning qayta sozlanishi yoki gripper kuchining optimallashtirishi talab qilinishi mumkin.

Xulosa

Ushbu maqola silindrik detallarni ishlov berish liniyasiga yuklash uchun mexatronik boshqaruv modullarini loyihalash va dasturlashning kompleks yondashuvini taqdim etdi. Tadqiqot avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish jarayonlarida yuqori samaradorlik, aniqlik va ishonchlilikka erishish uchun mexanika, elektronika, boshqaruv tizimlari va dasturiy ta'minotning integratsiyasi muhimligini ko'rsatdi. Mavjud avtomatlashtirilgan detallarni oziqlantirish tizimlari, ilg'or datchiklar, turli turdagi gripperlar va qarshi muvozanat tsilindrlari kabi harakatlantirgichlar tahlili shuni ko'rsatdiki, ushbu komponentlarni aniq loyihalangan mexatronik arxitekturaga birlashtirish orqali ishlab chiqarish samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkin.

Taklif etilgan metodologiya tizim talablarini aniqlashdan tortib, mexanik komponentlarni (oziqlantirish, ushlab va joylashish mexanizmlari) loyihalash, boshqaruv tizimi, sensor integratsiyasi va dasturiy ta'minotni ishlab chiqishgacha bo'lgan bosqichlarni o'z ichiga oladi. Simulyatsiya jarayonlari dizaynni optimallashtirish va xavflarni kamaytirishga yordam beradi, implementatsiya va eksperimental sinovlar esa tizimning haqiqiy ishlashini tasdiqlaydi. Natijada, ushbu mexatronik modullar ishlab chiqarishda inson xatolarini minimallashtiradi, xavfsizlikni oshiradi, mehnat xarajatlarini kamaytiradi va ishlab chiqarish liniyasining umumiy samaradorligini yaxshilaydi.

Kelajakdagi ishlar ushbu yondashuvni yanada takomillashtirishga qaratilishi mumkin. Masalan, sun'iy intellekt va mashinani o'rganish algoritmlarini moslashuvchan boshqaruv, bashoratli texnik xizmat ko'rsatish va detal xarakteristikalaridagi o'zgarishlarga avtomatik moslashish uchun integratsiyalash imkoniyatlari mavjud. Kolaborativ robotlar [5] bilan integratsiya ish joyida inson va robot o'rtasidagi xavfsiz hamkorlikni ta'minlashi mumkin. Shuningdek, energiya samaradorligini yanada oshirish [4, 6], murakkabroq geometriyaga ega detallarni yuklashga qodir modullar yaratish va tezkor qayta konfiguratsiya qilish imkoniyatiga ega modullilikni rivojlantirish ham muhim tadqiqot yo'nalishlari hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

- [1] Bishop, Robert H. Mexatronika Qollanmasi. Boca Raton: CRC Press, 2007.
- [2] Bolton, W. Mexatronika: Elektron boshqaruv tizimlari mexanik va elektr muhandisligida. Harlow: Pearson, 2018.

[3] Groover, Mikell P. Avtomatlashtirish, Ishlab Chiqarish Tizimlari va Kompyuter-Integratsiyalashgan Ishlab Chiqarish. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2014.

[4] Caccavale, F., De Maria, G., Marino, G., Villani, L. "Silindrsimon komponentlarga moslashuvchan ishlov berish va yig'ish uchun robot tizimi." Sanoat Roboti: Xalqaro Jurnal, jild. 38, son. 6, 2011, betlar. 586-597.

[5] Jamone, R., Nori, A., Lacerda, M. Z. P., de Sousa, D. G. T. E. B., Rodrigues, L. O., e Silva, F. S. G., e Lima, P. G. "Silindrsimon qismlarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish uchun moslashuvchan robotik hujayra." Robototexnika va Kompyuter-integratsiyalashgan Ishlab Chiqarish, vol. 30, no. 2, 2014, pp. 209-218.