TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISHDA ROBOTOTEXNIKA TIZIMLARINING SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARI

Suyunov Laziz Kuldashevich
Qarshi davlat texnika universiteti
resulteps@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.21833156

Annotatsiya. Mazkur maqolada texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda robototexnika tizimlarining samaradorligini oshirishning zamonaviy usullari tahlil qilingan. Sanoat korxonalarida robototexnika vositalaridan foydalanish ishlab chiqarish unumdorligini oshirish, mahsulot sifatini barqaror ta'minlash, energiya va resurslardan oqilona foydalanish hamda inson omili ta'sirini kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etishi yoritilgan. Shuningdek, robototexnika tizimlarini dasturlashtiriladigan mantiqiy kontrollerlar (PLC), sensorlar, SCADA tizimlari va sun'iy intellekt texnologiyalari bilan integratsiyalash orqali boshqaruv jarayonlarini takomillashtirish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, zamonaviy robototexnika yechimlarini texnologik jarayonlarga joriy etish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, uskunalarning ishonchliligini ta'minlash, ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish hamda korxonalarning raqobatbardoshligini yuksaltirishga xizmat qilishi asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: robototexnika, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish, sanoat robotlari, PLC, SCADA, sun'iy intellekt, sensor tizimlari, ishlab chiqarish samaradorligi, avtomatlashtirilgan boshqaruv, Industry 4.0.

Asosiy qism. Zamonaviy sanoat korxonalarida ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish mahsulot sifati, ishlab chiqarish unumdorligi va iqtisodiy samaradorlikni oshirishning muhim omillaridan biri hisoblanadi. Ushbu jarayonda robototexnika tizimlari alohida o‘rin tutadi. Sanoat robotlari takrorlanuvchi, yuqori aniqlikni talab qiladigan hamda inson uchun xavfli bo‘lgan texnologik operatsiyalarni avtomatik tarzda bajarish imkonini beradi. Natijada inson omili bilan bog‘liq xatolar kamayadi, ishlab chiqarishning uzluksizligi ta’minlanadi va korxonaning umumiy samaradorligi ortadi. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda robototexnika tizimlari odatda dasturlashtiriladigan mantiqiy kontrollerlar (PLC), sensorlar, servo yuritmalar, SCADA tizimlari hamda sanoat aloqa tarmoqlari bilan integratsiyalashgan holda ishlaydi. Sensorlar texnologik jarayon parametrlarini real vaqt rejimida o‘lchaydi va PLC kontrollerlariga uzatadi. Kontrollerlar olingan ma’lumotlarni qayta ishlab, robot manipulyatorlari, transport tizimlari yoki boshqa ijro mexanizmlariga boshqaruv signallarini yuboradi. SCADA tizimlari esa operatorga butun texnologik jarayonni kuzatish, nazorat qilish va zarur hollarda masofadan boshqarish imkonini yaratadi. Robototexnika tizimlari samaradorligini oshirishning asosiy yo‘nalishlaridan biri ularning boshqaruv algoritmlarini takomillashtirish hisoblanadi. Adaptiv boshqaruv algoritmlari robotlarga tashqi muhitdagi o‘zgarishlarga tez moslashish imkonini beradi. Masalan, mashina ko‘rish (Machine Vision) texnologiyalari yordamida robot mahsulotning joylashuvi, o‘lchami yoki nuqsonlarini aniqlab, harakat trayektoriyasini avtomatik ravishda o‘zgartira oladi. Bu esa ishlab chiqarish aniqligini oshiradi va brak mahsulotlar sonini kamaytiradi. Sun’iy intellekt va mashinaviy o‘qitish texnologiyalarining robototexnika tizimlariga joriy etilishi avtomatlashtirishning yangi bosqichini boshlab berdi. Sun’iy intellekt asosidagi algoritmlar katta hajmdagi texnologik ma’lumotlarni tahlil qilib, uskunalarning ishlash holatini baholaydi, nosozliklarni oldindan prognoz qiladi va optimal

ish rejimlarini tavsiya etadi. Bunday yondashuv uskunalarning to‘xtab qolish vaqtini qisqartiradi hamda texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini kamaytiradi.

Robototexnika tizimlari samaradorligini oshirishda IoT (Internet of Things) texnologiyalari ham muhim ahamiyatga ega. IoT qurilmalari yordamida ishlab chiqarish uskunalari yagona axborot tarmog‘iga ulanadi va real vaqt rejimida ma’lumot almashadi. Bu ishlab chiqarish jarayonlarini masofadan monitoring qilish, energiya sarfini nazorat qilish va ishlab chiqarish resurslarini samarali boshqarish imkonini beradi. Shuningdek, bulutli texnologiyalar yordamida ishlab chiqarish ma’lumotlarini saqlash va tahlil qilish korxona boshqaruvining samaradorligini yanada oshiradi. Robototexnika tizimlarining texnik tavsiflarini yaxshilash ham ularning samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Yuqori aniqlikdagi servo yuritmalar, zamonaviy sensorlar, energiya tejamkor elektr dvigatellari hamda yengil kompozit materiallardan tayyorlangan manipulyatorlar robotlarning ishlash tezligi va aniqligini oshiradi. Shu bilan birga, energiya sarfini kamaytirish orqali ekspluatatsiya xarajatlari qisqaradi. Samaradorlikni oshirishda texnologik jarayonlarni raqamli modellashtirish (Digital Twin) usuli ham keng qo‘llanilmoqda. Ushbu texnologiya ishlab chiqarish tizimining virtual modelini yaratish orqali robotlarning ishlash jarayonini oldindan sinovdan o‘tkazish, boshqaruv algoritmlarini optimallashtirish va ishlab chiqarishdagi ehtimoliy nosozliklarni aniqlash imkonini beradi. Natijada loyiha xarajatlari kamayadi va yangi texnologiyalarni ishlab chiqarishga joriy etish muddati qisqaradi. Robototexnika tizimlarini samarali qo‘llashda kadrlar malakasi ham muhim omillardan biridir. Muhandis va operatorlarning PLC dasturlash, robotlarni sozlash, SCADA tizimlari bilan ishlash hamda sun’iy intellekt elementlarini qo‘llash bo‘yicha bilim va ko‘nikmalarga ega bo‘lishi avtomatlashtirilgan tizimlarning ishonchli ishlashini ta’minlaydi. Shu sababli sanoat korxonalarida mutaxassislarni muntazam qayta tayyorlash va malakasini oshirish zarur. Umuman olganda, robototexnika tizimlarining texnologik jarayonlarga keng joriy etilishi ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash, energiya resurslarini tejash hamda korxonalarning raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi. Kelgusida sun’iy intellekt, IoT, raqamli egizak (Digital Twin) va kiber-fizik tizimlar asosidagi yangi avlod robototexnika yechimlari sanoatning yanada rivojlanishiga va to‘liq raqamli ishlab chiqarish konsepsiyasini amalga oshirishga keng imkoniyat yaratadi. Sanoat korxonalarida robototexnika tizimlaridan samarali foydalanish faqat zamonaviy uskunalarni o‘rnatish bilan cheklanmaydi. Buning uchun boshqaruv tizimlari, dasturiy ta’minot, texnik xizmat ko‘rsatish va ishlab chiqarish jarayonlarini kompleks optimallashtirish talab etiladi. Zamonaviy robotlar yuqori aniqlikda ishlashi bilan bir qatorda, ishlab chiqarishning o‘zgaruvchan sharoitlariga moslasha olishi ham zarur. Shu sababli robototexnika tizimlarini ishlab chiqishda moslashuvchan boshqaruv algoritmlaridan keng foydalanilmoqda. Robotlarning ishlash samaradorligini oshirishda servo boshqaruv tizimlari muhim ahamiyatga ega. Servo dvigatellar robot manipulyatorlarining harakat aniqligini ta'minlaydi, ularning tezligi va holatini uzluksiz nazorat qiladi. Yuqori aniqlikdagi enkoderlardan foydalanish robotning koordinatalar bo‘yicha xatoliklarini minimal darajaga tushirish imkonini beradi. Natijada payvandlash, yig‘ish, bo‘yash va kesish kabi texnologik operatsiyalar yuqori sifat bilan bajariladi. Robototexnika tizimlarida energiya samaradorligini oshirish ham dolzarb masalalardan biridir. Zamonaviy energiya tejamkor elektr yuritmalar, regenerativ tormozlash tizimlari va optimal harakat trayektoriyalarini tanlash algoritmlari elektr energiyasi sarfini sezilarli kamaytiradi. Bu esa korxonalarning ekspluatatsion xarajatlarini kamaytirish bilan birga, ekologik barqarorlikni ta'minlashga ham xizmat qiladi. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda ma'lumotlar almashinuvi tezligi va ishonchliligi alohida ahamiyatga ega. Shu sababli robototexnika tizimlarida Profinet, EtherCAT, Modbus TCP/IP, Ethernet/IP va OPC UA kabi sanoat aloqa protokollaridan foydalaniladi. Ushbu protokollar boshqaruv qurilmalari, sensorlar va robotlar o‘rtasida real

vaqt rejimida tezkor va ishonchli axborot almashinishini ta'minlaydi. Natijada ishlab chiqarish jarayonlari uzluksiz boshqariladi va favqulodda holatlar tezkor aniqlanadi. Robototexnika tizimlarini joriy etishda xavfsizlik talablariga ham alohida e'tibor qaratiladi. Ishlab chiqarish korxonalarida favqulodda to‘xtatish tugmalari, lazerli himoya skanerlari, yorug‘lik pardalari (Light Curtain), xavfsizlik datchiklari va himoya to‘siqlari keng qo‘llaniladi. So‘nggi yillarda inson va robotning birgalikda ishlashiga mo‘ljallangan kollaborativ robotlar (Cobot) ham keng tarqalmoqda. Bunday robotlar kuch va tezlikni avtomatik cheklash funksiyasiga ega bo‘lib, operator bilan xavfsiz hamkorlikda ishlay oladi.

Bugungi kunda robototexnika tizimlari avtomobilsozlik, mashinasozlik, metallurgiya, oziq-ovqat sanoati, farmatsevtika, elektrotexnika, logistika va qishloq xo‘jaligi kabi ko‘plab tarmoqlarda keng qo‘llanilmoqda. Avtomobil sanoatida robotlar kuzovlarni payvandlash, bo‘yash va yig‘ish ishlarini yuqori aniqlikda bajaradi. Elektronika sanoatida esa mikrokomponentlarni joylashtirish va montaj qilishda robotlardan foydalaniladi.

Oziq-ovqat sanoatida robotlar mahsulotlarni saralash, qadoqlash va markirovkalash jarayonlarini avtomatlashtiradi. Farmatsevtika sanoatida steril muhitda ishlovchi robotlar dori vositalarini ishlab chiqarish va qadoqlashda qo‘llaniladi. Logistika markazlarida esa avtomatlashtirilgan mobil robotlar (AMR) va avtomatik boshqariladigan transport vositalari (AGV) omborlarda yuklarni tashish va saralash jarayonlarini tezlashtiradi.

Robototexnika tizimlariga dastlabki investitsiyalar nisbatan yuqori bo‘lsa-da, uzoq muddatli istiqbolda ular iqtisodiy jihatdan o‘zini oqlaydi. Robotlardan foydalanish ishlab chiqarish tezligini oshiradi, brak mahsulotlar ulushini kamaytiradi, xomashyo va energiya sarfini optimallashtiradi hamda uskunalarning bekor turish vaqtini qisqartiradi. Natijada mahsulot tannarxi pasayadi va korxonaning foyda ko‘rsatkichi ortadi.

Korxonalarda robototexnika tizimlarini joriy etish mehnat unumdorligini bir necha baravar oshirishi mumkin. Bundan tashqari, inson salomatligi uchun xavfli bo‘lgan texnologik operatsiyalarni robotlar bajarishi tufayli ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalar soni ham kamayadi. Bu esa mehnat muhofazasi talablarini ta'minlash va ijtimoiy-iqtisodiy samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi.

Kelgusida robototexnika tizimlari sun'iy intellekt, 5G aloqa texnologiyalari, bulutli hisoblash (Cloud Computing), Edge Computing va raqamli egizak (Digital Twin) texnologiyalari bilan yanada chuqur integratsiyalashadi. Bunday yechimlar robotlarning mustaqil qaror qabul qilish imkoniyatlarini kengaytiradi, ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida optimallashtiradi va texnologik jarayonlarning ishonchliligini oshiradi.

Shuningdek, Industry 4.0 konsepsiyasidan Industry 5.0 konsepsiyasiga o‘tish jarayonida inson va robotning hamkorlikda ishlashi, ekologik barqarorlik, energiya tejamkorligi hamda moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlarini rivojlantirish ustuvor yo‘nalishlardan biri bo‘lib qoladi. Shu bois robototexnika tizimlarini takomillashtirish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar kelgusida ham sanoatni modernizatsiya qilishning muhim omili bo‘lib xizmat qiladi.

Xulosa

Mazkur tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda robototexnika tizimlaridan foydalanish zamonaviy sanoat korxonalarining texnik va iqtisodiy rivojlanishida muhim o‘rin egallaydi. Raqamli texnologiyalar, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va sun’iy intellektning jadal rivojlanishi robototexnika vositalarining funksional imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirdi. Natijada ishlab chiqarish jarayonlarini yuqori aniqlikda boshqarish, mahsulot sifatini barqaror ta’minlash, mehnat unumdorligini oshirish hamda resurslardan oqilona foydalanish imkoniyatlari yaratildi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, robototexnika tizimlari ishlab chiqarishning deyarli barcha bosqichlarida – xomashyoni qayta ishlash, mahsulotni yig‘ish, payvandlash, bo‘yash,

qadoqlash, transportirovka qilish va sifat nazoratigacha bo‘lgan jarayonlarda samarali qo‘llanilmoqda. Ayniqsa, inson salomatligi uchun xavf tug‘diruvchi yoki yuqori aniqlikni talab qiladigan operatsiyalarda robotlardan foydalanish ishlab chiqarish xavfsizligini oshirish bilan bir qatorda, texnologik jarayonlarning barqarorligini ham ta’minlaydi. Inson omili bilan bog‘liq xatolarning kamayishi esa mahsulot sifati va ishlab chiqarish unumdorligining ortishiga olib keladi.

Maqolada ko‘rib chiqilgan zamonaviy texnologiyalar, jumladan PLC kontrollerlari, SCADA tizimlari, sanoat sensorlari, mashina ko‘rish tizimlari, sun’iy intellekt algoritmlari, IoT platformalari va raqamli egizak (Digital Twin) texnologiyalari robototexnika tizimlarining samaradorligini sezilarli oshiruvchi asosiy omillar ekanligi aniqlandi. Ushbu texnologiyalarning yagona boshqaruv muhitida integratsiyalashuvi real vaqt rejimida ma’lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash va tahlil qilish imkonini beradi. Bu esa boshqaruv qarorlarini tezroq qabul qilish, nosozliklarni erta aniqlash va ishlab chiqarish jarayonlarini uzluksiz tashkil etishga xizmat qiladi.

Shuningdek, robototexnika tizimlarining samaradorligi faqat texnik vositalarning zamonaviyligi bilan emas, balki boshqaruv algoritmlarining mukammalligi, dasturiy ta’minot sifati, texnik xizmat ko‘rsatish tizimining yo‘lga qo‘yilganligi hamda malakali mutaxassislarning mavjudligi bilan ham belgilanadi. Adaptiv va intellektual boshqaruv algoritmlaridan foydalanish robotlarning ishlab chiqarish sharoitidagi o‘zgarishlarga tez moslashishini ta’minlaydi, bu esa ishlab chiqarishning moslashuvchanligi va ishonchliligini oshiradi.

Robototexnika tizimlarini sanoat korxonalariga joriy etish dastlab katta investitsiyalarni talab qilishi mumkin. Biroq uzoq muddatli iqtisodiy tahlillar shuni ko‘rsatadiki, bunday investitsiyalar ishlab chiqarish tannarxining pasayishi, energiya va xomashyo sarfining optimallashuvi, uskunalarning bekor turish vaqtining qisqarishi, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarining kamayishi hamda mahsulot sifatining yaxshilanishi hisobiga o‘zini oqlaydi. Bundan tashqari, korxonalarning ichki va tashqi bozordagi raqobatbardoshligi ortib, innovatsion rivojlanish uchun mustahkam texnologik asos yaratiladi.

Kelgusida robototexnika tizimlarining rivojlanishi sun’iy intellekt, mashinaviy o‘qitish, kiber-fizik tizimlar, bulutli va chegara (Edge) hisoblash texnologiyalari, 5G/6G aloqa tarmoqlari hamda Industry 5.0 konsepsiyasi bilan yanada uzviy bog‘lanadi. Bunday integratsiya robotlarning mustaqil qaror qabul qilish, o‘z-o‘zini diagnostika qilish, nosozliklarni oldindan prognozlash va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatik optimallashtirish imkoniyatlarini kengaytiradi. Natijada ishlab chiqarish tizimlari yanada moslashuvchan, xavfsiz va energiya jihatidan samarali bo‘ladi.

O‘zbekiston sanoatini modernizatsiya qilish, raqamli iqtisodiyot tamoyillarini joriy etish va yuqori texnologiyali ishlab chiqarishni rivojlantirish sharoitida robototexnika tizimlarini keng tatbiq etish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Buning uchun zamonaviy avtomatlashtirish vositalarini ishlab chiqarishga joriy etish, ilmiy-tadqiqot ishlarini rivojlantirish, mahalliy muhandislik yechimlarini qo‘llab-quvvatlash hamda robototexnika va avtomatlashtirish sohasida yuqori malakali kadrlar tayyorlash muhim ahamiyat kasb etadi.

Umuman olganda, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda robototexnika tizimlarining samaradorligini oshirish sanoat korxonalarining barqaror rivojlanishi, iqtisodiy samaradorligi va xalqaro raqobatbardoshligini ta’minlashning muhim omillaridan biridir. Robototexnika, sun’iy intellekt va raqamli texnologiyalarning uyg‘unlashuvi kelajak sanoatini shakllantiruvchi asosiy yo‘nalishlardan biri bo‘lib, ushbu sohada olib boriladigan ilmiy izlanishlar va amaliy tadqiqotlar ishlab chiqarish jarayonlarini yanada takomillashtirish, resurslardan samarali foydalanish hamda innovatsion rivojlanishni jadallashtirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Buranov X., Isroilov Sh. Robototexnikaga kirish. O'quv-uslubiy majmua. – Samarqand, 2021.
2. Muhitdinov B. Mexatronika va robototexnika. Darslik. – Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, 2021.
3. Alimov N.B., Yusupov B.B., Abdiyev R.E. Elektrotexnika va robototexnikaning elektron elementlari. – Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, 2022.
4. Maksudov R., Otajonov S., Shuxratov Sh., Rahmonqulov M. Mexanizatsiyalashtirish, avtomatlashtirish va robototexnika asoslari. O'quv qo'llanma. – Toshkent: Class nashriyoti, 2020.
5. Nazarov X.N. Robototexnik tizim va komplekslar. – Toshkent: Iqtisod-moliya, 2016.
6. Tayirov H.O'., Pardabayev J.E. Robototexnika asoslari. O'quv qo'llanma. – Urganch: Khwarezm Publication, 2025.
7. Mamatqulov B., Yusupov M. Robototexnika asoslari. – Toshkent: Innovatsiya Ziyo, 2022.
8. Xo'jayev S., Saidov I. Axborot texnologiyalari va robototexnika. – Toshkent: TDPU nashriyoti, 2021.