RAQAMLI METROLOGIYA VA SANOATNING O‘ZARO BOG‘LIQLIGI

Berdimuratov Umid Tagaymuradovich
TDMAU “Metrologiya va texnologik mashinalar” kafedrasi t.f.f.d., dotsenti
Te: (+998) 93-795 26 12
E-mail: umidberdumu5@gmail.com
Erdonov Abdurahmon Muzaffarovich
TDMAU “Metrologiya va texnologik mashinalar” kafedrasi katta o‘qituvchisi
Tel: (+998) 94 205 99 98
E-mail: erdonovabdurahmon59@gmail.com
Abdimajidov Farrux Abdilamitovich.
TDMAU
Tel: (+998) 94 205 99 98
Email:abdimajidovfarrux6@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada raqamli metrologiyaning zamonaviy sanoatdagi o‘rni va ahamiyati yoritilgan. Raqamli o‘lchov vositalari yordamida ishlab chiqarish jarayonlarida sifat nazorati,avtomatlashtirish,real vaqt monitoringi, prognozlash va texnik xizmat ko‘rsatish kabi jarayonlar qanday takomillashayotgani tahlil qilingan.Shuningdek, “Sanoat 4.0” konsepsiyasi doirasida raqamli metrologiyaning roli, ilg‘or texnologiyalar bilan integratsiyasi va ularning amaliy misollari haqida ma’lumot berilgan. Maqola sanoatning raqamli transformatsiyasida metrologiya fanining nechog‘lik muhim ekani haqida to‘liq tasavvur beradi.

Kalit so‘zlar: Raqamli metrologiya, sanoat 4.0, sifat nazorati, avtomatlashtirish, o‘lchov texnologiyalari, sun’iy intellekt, IoT, sanoat raqamlashtirilishi, texnik xizmat, standartlashtirish.

Аннотация: В данной статье рассмотрена роль цифровой метрологии в современном промышленном производстве. Описаны преимущества использования цифровых измерительных систем для контроля качества, автоматизации процессов, мониторинга в реальном времени и прогнозирования технического состояния оборудования. Особое внимание уделено интеграции цифровой метрологии в концепцию "Индустрия 4.0" и ее связям с современными технологиями, такими как искусственный интеллект и интернет вещей. Статья подчеркивает важность метрологии в процессе цифровой трансформации промышленности.

Ключевые слова: Цифровая метрология, Индустрия 4.0, контроль качества, автоматизация, измерительные технологии, искусственный интеллект, IoT, цифровизация, техническое обслуживание, стандартизация.

ISSN 3030-3907

Abstract:This article explore the role of digital metrology in modern industrial production. It highlights the benefits of digital measurement systems in quality control, process automation, real-time monitoring, and predictive maintenance. Special attention is given to the integration of digital metrology within the industry 4.0 framework and its connection with emerging technologies such as artificial intelligence and the internet of things. The article emphasizes the crucial importance of metrologyin the digital transformation of industry.

Keywords: digital metrology, industry 4.0, quality control, automation, measurement technologies, artificial intelligence, IoT, digitalization, maintenance, standartization.

Kirish

Raqamli metrologiya

“Raqamli metrologiya” kompetensiyasi zamonaviy mexanik ishlab chiqarishda texnik nazorat sohasidir. Bugungi kunda metrologiya sohasidagi mutaxassis zamonaviy o‘lchash uskunalarining barcha guruhlarida ishlay olishi kerak. U qismning xususiyatlarini o‘lchaydi va ishlab chiqarish sifatini tasdiqlagan holda mahsulotning yaroqliligi haqida xulosa beradi.

Raqamli transformatsiya bugungi sanoat taraqqiyotining ajralmas qismiga aylandi.Ayniqsa, ishlab chiqarish jarayonlarida o‘lchashlar sifat va xavfsizlikning asosiy mezoni bo‘lib xizmat qilmoqda. Shu sababli, metrologiyani raqamlashtirish sanoat tarmoqlari uchun strategik ahamiyat kasb etmoqda.Raqamli metrologiya orqali ishlab chiqarish texnologik jihatdan yangilanib, real vaqt rejimida nazorat imkoniyatlariga ega bo‘lmoqda. Ushbu maqolada raqamli metrologiyaning sanoatga ta’siri, mavjud muammolar va ularning yechimlari ko‘rib chiqiladi.

Metrologiyaning raqamli transformatsiyasi

Metrologlar oldida turgan dolzarb masalalardan biri bu metrologiyaga raqamli texnologiyalarni joriy etishdir.Shunday qilib, 2022 yilgi Butunjahon metrologlar kunining joriy shiori “Metrologiya raqamlashtirish davrida” edi. Shuningdek, kimyo sanoati va bioinjeneriya texnologiyalari mutaxassislari uchun may konferentsiyasi ishtirokchilari tomonidan muhokama qilingan mavzular ro‘yxati bilan tanishishingiz mumkin.

Raqamli texnologiyalarni joriy etishda metrologik yordam

Raqamli transformatsiya sharoitida o‘lchovlarning bir xilligini ta’minlash tizimining axborot komponentini ishlab chiqish Metrologiyada raqamlashtirish: xizmatlar tizimini yaratish rejasi, raqamli transformatsiyani davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlash choralari

Metrologiyani raqamlashtirish 2018-yilda boshlangan, o‘shanda SI tizimi ilgari o‘rnatilgan chora-tadbirlarni ifodalaydi.

ISSN 3030-3907

jismoniy ob'ektlar bo'lib, fizik konstantalar qiymatlariga asoslangan yangi avlod standartlariga tayanishni boshladilar

Raqamli metrologiyaning mohiyati

Raqamli metrologiya — bu o'lchovlar natijalarini raqamli shaklda to'plash, qayta ishlash, saqlash va uzatish imkonini beradigan metrologiya sohasi. An'anaviy o'lchov vositalaridan farqli ravishda, raqamli qurilmalar,sanoat taraqqiyotining ajralmas bo'lagi. Sifat, xavfsizlik, samaradorlik va tejamkorlik kabi muhim omillarni ta'minlashda uning o'rni beqiyos. Raqamli o'lchov vositalarining keng joriy etilishi esa sanoatning kelajakdagi raqamli transformatsiyasi uchun asos bo'lib xizmat qiladi.Ma'lumotlarni real vaqt rejimida tahlil qiladi,ularni avtomatlashtirilgan tizimlarga uzatadi.Sun'iy intellekt (AI) va IoT (Internet of Things) texnologiyalari bilan uyg'unlashadi.

Sun'iy intellekt, katta ma'lumotlar va mashinalarni o'rganish kabi raqamli texnologiyalar ishlab chiqarish sanoati uchun tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Bularning barchasi metrologiyaga,o'lchovlar faniga qanday ta'sir qilishini tasavvur qiling.

"Raqamli asrda metrologiya bu yilgi Jahon metrologiya kunining mavzusi bo'lib, u har yili 20-mayda nishonlanadi. Mavzu raqamli texnologiya metrologiyani inqilob qilayotgani va zamonaviy jamiyatdagi eng hayajonli tendentsiyalardan biri bo'lganligi sababli tanlangan. Aniq va adolatli ma'lumotlar fan va texnologiyaning raqamli rivojlanishining muhim poydevoridir. Natijada yuqori sifatli ma'lumotlarning raqamli darajasiga ko'tarilishi, bu yoshning yuqori sifatli ma'lumotlari darajasiga ko'tarilishining kalitidir.

Sanoatning raqamli metrologiyaga ehtiyoji.

Ishlab chiqarish va ishlab chiqarish dunyosida sanoat metrologiyasi katta ahamiyatga ega. U mahsulot sifati, samaradorligi va muvofiqligini ta'minlash uchun aniq o'lchovlarni qo'llashga qaratilgan. Ixtisoslashgan asboblar yordamida amalga oshiriladigan o'lchovlar ishlab chiqarish jarayonlarining ishonchliligini aniqlashga va xalqaro standartlarga muvofiqligini ta'minlashga yordam beradi.

Sifat va samaradorlikni oshirishga intilayotgan kompaniyalar uchun metrologiya xizmatlari muhim ahamiyatga ega. Ular aniq o'lchovlarning muhimligini ta'kidlaydilar. Mijozlarning yuqori talablari va sifat standartlarini qondirish uchun sanoat metrologiyasini qo'llash zarur.

Sanoat metrologiyasining asosiy tamoyillari o'lchov birliklarini tushunish, qabul qilinadigan xato chegaralarini bilish va kalibrlash usullarini o'zlashtirishni o'z ichiga oladi. Ushbu tamoyillar muntazam ravishda kalibrlanishi kerak bo'lgan sanoat o'lchov asboblari va uskunalari orqali qo'llaniladi. Ushbu qat'iylik uskunaning aniqligini va o'lchovlarning kuzatilishini kafolatlaydi.

ISSN 3030-3907

Metrologiyaning sanoatda qo‘llanilishi mahsulot sifatini nazorat qilishdan ta’minot zanjirini boshqarishgacha.Metrologiyadan foydalangan holda sifatni ta’minlash tayyor mahsulotlarning belgilangan mezonlarga muvofiqligini tekshirish imkonini beradi. Bugungi kunda sanoatda mahsulot sifatini yuqori darajada ta’minlash, Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, texnologik jarayonlarni real vaqtda monitoring qilish, energiya va resurslardan tejamli foydalanish, kabi talablar mavjud.Bularning barchasi faqat aniq va ishonchli o‘lchovlar asosida amalga oshirilishi mumkin. Shuning uchun raqamli metrologiya sanoatning har bir bosqichida dizayndan tortib, yakuniy mahsulotgacha—muhim rol o‘ynaydi.Raqamli metrologiyaning quyidagi eng asosiy afzalliklarini keltirsak (1-jadval):

№	Qo‘llanish sohasi	Bajaradigan vazifasi
1	Aniq o‘lchash natijalari	Raqamli metrologiya o‘lchashlarning yuqori aniqliligi va ishonchliligini ta’minlaydi
2	Avtomatlashtirilgan o‘lchash	Raqamli tizimlar o‘lchash jarayonlarini avtomatlashtirish samaradorlikni oshiradi
3	Ma’lumotlarni boshqarish	Ma’lumotlarni to‘plash,tahlil qilish va boshqarish jarayonlari qulay va samaraliroq bo‘ladi

Raqamli metrologiyaning sanoatga ta’siri

Sifat nazorati va ishlab chiqarishga ta’siri

Mahsulotlar standartlarga mos kelishini ta’minlash uchun aniq o‘lchovlar talab qilinadigan joylarda.Masalan, avtomobil sanoatida qismlarning o‘lchov aniqligi to‘g‘ri o‘rnatilishi va ishlashini ta’minlash uchun juda muhimdir. Xuddi shunday, farmatsevtika sanoatida dori vositalarining xavfsizligi va samaradorligini ta’minlash uchun aniq o‘lchovlar zarur.Xavfsizlik uchun xavfsizlik metrologiyasi ham muhimdir. Masalan, aerokosmik sanoatda samolyotlar parvozi xavfsizligini ta’minlash uchun aniq o‘lchovlar zarur. Sog‘liqni saqlash sohasida tibbiy asboblar xavfsizligi va samaradorligini ta’minlash uchun aniq o‘lchovlar muhim ahamiyatga ega. Bundan tashqari, metrologiya tarozilar, termometrlar va bosim o‘lchagichlar kabi har xil turdagi uskunalarning aniqligi va ishonchliligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi.

Raqamli metrologiya tadqiqot va ishlanmalarda muhim ahamiyatga ega, bu yerda yangi mahsulotlar va texnologiyalarni ishlab chiqish va sinab ko‘rish uchun aniq o‘lchovlar zarur. Misol uchun, yarimo‘tkazgich sanoatida mikrochiplarning funksionalligini ta’minlash uchun aniq o‘lchovlar zarur. Xuddi shunday, qayta tiklanadigan energiya sohasida quyosh panellari va shamol turbinalarining

ISSN 3030-3907

ishlashini optimallashtirish uchun aniq o‘lchovlar kerak. Savdo metrologiyasi xalqaro savdo uchun ham muhimdir, bu yerda adolatli va shaffof operatsiyalarni ta’minlash uchun aniq o‘lchovlar muhim ahamiyatga ega. Ko‘pgina mamlakatlarda metrologiya o‘lchovlarning xalqaro standartlarga mos kelishini ta‘minlash uchun milliy standartlar organlari tomonidan tartibga solinadi. Umuman olganda, metrologiya zamonaviy jamiyatning ko‘plab jihatlarini asos qilib olgan hayotiy ilmiy sohadir.

To‘g‘ri o‘lchovlarsiz mahsulot va texnologiyalarning xavfsizligi, sifati va samaradorligini ta'minlash qiyin bo‘ladi va ko‘plab sanoat tarmoqlari ishlash uchun kurashadi.Raqamli o‘lchov tizimlari yordamida mahsulotning geometrik o‘lchamlari, og‘irligi, harorati, bosimi va boshqa muhim parametrlari aniqlanadi. Ularning real vaqt rejimida tahlil qilinishi ishlab chiqarishdagi xatoliklarni kamaytiradi.Raqamli metrologiyaning zamonaviy texnologiyalarda qo‘llanishining yana bir ifodalashni taqdim etadigan bo‘lsak (2-jadval).

№	Qo‘llanish sohasi	Bajaradigan vazifasi
1	Ishlab chiqarish sanoati	Avtomobilsozlik,aviatsiya,mashinasozlik va boshqa sanoat tarmoqlarida qo‘llaniladi.
2	Tibbiyot	Protezlar,implantlar va jarrohlik asboblarini ishlab chiqarishda aniqlikni ta’minlaydi.
3	Elektronika	Mikrochiplar va elektron komponentlarning o‘lchamlarini aniqlashda muhim rol o‘ynaydi

Avtomatlashtirish

Metrologik ma’lumotlar to‘g‘ridan-to‘g‘ri avtomatik boshqaruv tizimlariga uzatiladi. Bu esa “aqlli zavod” konsepsiyasini amalga oshirishga zamin yaratadi.

Prognozlash va texnik xizmat ko‘rsatish

Sensorlar orqali to‘plangan ma’lumotlar yordamida uskunalar ishidagi nosozliklar oldindan aniqlanadi va ehtiyot choralari ko‘riladi. Bu ishlab chiqarishni to‘xtatmasdan uzluksiz yuritishga yordam beradi.

Standartlashtirish

Xalqaro o‘lchov standartlariga mos raqamli vositalar orqali mahsulotlar eksport uchun talab qilinadigan sifatga ega bo‘ladi.

“Sanoat 4.0” va raqamli metrologiya

“Sanoat 4.0” bu to‘liq raqamlashtirilgan va avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimi. Raqamli metrologiya ushbu kontseptsiya asosidagi quyidagi texnologiyalar bilan chambarchas bog‘liq:

IoT (Internet of Things) — o‘lchov qurilmalari tarmoqqa ulanadi.

ISSN 3030-3907

AI (Sun’iy intellekt) — o‘lchov ma’lumotlarini tahlil qiladi.
Big Data - katta hajmdagi o‘lchov natijalari asosida samarali qarorlar qabul qilinadi.

Amaliy misollar

Avtomobil sanoatida raqamli o‘lchov tizimlari yordamida har bir detalning aniqligi tekshiriladi. Farmatsevtika sanoatida dori ishlab chiqarishda harorat, bosim va vaqt kabi parametrlar metrologik jihatdan nazorat qilinadi.Qishloq xo‘jaligida dronlar va sensorlar yordamida ekinlar holati raqamli metrologiya asosida baholanadi.

Muammolar

a) Texnologik infrastrukturadagi kamchiliklar

Ko‘plab korxonalarda hali ham an’anaviy o‘lchov vositalari ishlatilmoqda. Bu esa yangi texnologiyalarni samarali joriy etishni qiyinlashtiradi.

b) Kadrlar yetishmasligi

Raqamli metrologiyani chuqur tushunadigan, dasturiy va texnik jihatdan tayyor mutaxassislar yetarli emas.Ayniqsa, IoT, AI va Big Data bilan ishlay oladigan mutaxassislar katta talabga ega.

c) Standartlashtirishdagi muammolar

Turli ishlab chiqaruvchi kompaniyalarning raqamli o‘lchov tizimlari o‘rtasida moslik bo‘lmasligi, yagona metrologik bazaning shakllanmaganligi tizimlararo muvofiqlikni pasaytiradi.

Yechimlar

a) Raqamli infratuzilmani modernizatsiya qilish

Zamonaviy raqamli metrologik vositalar bilan ishlab chiqarish liniyalarini jihozlash, davlat dasturlari orqali qo‘llab-quvvatlash muhim hisoblanadi.

b) Mutaxassislar tayyorlash va qayta tayyorlash

Oliy ta’lim muassasalarida “raqamli metrologiya”, “raqamli sanoat tizimlari” kabi yangi fanlarni joriy etish, sohaga ixtisoslashgan kadrlar tayyorlash zarur.

c) Xalqaro standartlarga integratsiya

ISO 17025, ISO 8000, IEC 61508 kabi standartlar asosida metrologik tizimlarni uyg‘unlashtirish, davlatlararo hamkorlikni kuchaytirish zarur.

Xulosa qilib aytganda, raqamli metrologiya sanoatni yangi bosqichga olib chiqish imkoniyatiga ega.U o‘lchov aniqligini, mahsulot sifatini, resurslardan samarali foydalanishni ta’minlaydi. Muammolar mavjud bo‘lsa-da, texnologik yondashuv va tizimli islohotlar orqali ularni hal etish mumkin. Kelajakda raqamli metrologiya nafaqat ishlab chiqarishda, balki ekologiya, sog‘liqni saqlash va boshqa strategik sohalarda ham keng qo‘llaniladi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. A. Menshikov, “Digital Metrology in Smart Manufacturing”, Measurement Techniques, 2021.
2. 2.P.I.Kalandarov, G.I.Ikramov “Metrologiya asoslari” Darslik.Toshkent-2024
3. M. Guseynov, «Цифровизация метрологии: вызовы и перспективы», Метрология, №3, 2020.
4. V. Kalinin, “Integration of IoT and Metrology for Industry 4.0”, Journal of Metrology and Instrumentation, 2022.
5. 5.Ismatullayev Patxulla, Qodirova Sharapat “Metrologiya asoslari” o‘quv qo‘llanma.Toshkent-2020
6. 6.GOST R ISO 8000 – Ma’lumotlar sifati standartlari.
7. www.iso.org – ISO xalqaro standartlar tashkilotining rasmiy sayti.
8. www.nist.gov – AQSh Milliy Standartlar va Texnologiyalar Instituti (NIST) rasmiysi.

ISSN 3030-3907