



RAQAMLI ISHLAB CHIQARISH SHAROITIDA O'LGHASHLAR ISHONCHLILIGINI TA'MINLASHNING METROLOGIK VA STANDARTLASHTIRISH MEXANIZMLARI

Tairov Baxtiyor Boboqulovich, texnika fanlari nomzodi, dotsent

Buxoro davlat texnika universiteti "Standartlashtirish, metrologiya va muvofiqlikni baholash" kafedrası mudiri

Annotatsiya. Maqolada raqamli ishlab chiqarish sharoitida o'lghash natijalarining ishonchliligini ta'minlashda metrologiya va standartlashtirishning integrativ imkoniyatlari tahlil qilingan. O'lghash vositasini tanlash, metrologik kuzatiluvchanlikni ta'minlash, qiyoslash va kalibrlash, o'lghash noaniqligini baholash, standart talablariga muvofiqlikni nazorat qilish hamda olingan ma'lumotlar asosida korreksion qaror qabul qilish jarayonlarining o'zaro bog'liqligi asoslangan. Ishlab chiqarishda o'lghashlar ishonchliligini boshqarish uchun "metrologik-standartlashtirish konturi" taklif etilgan.

Tayanch iboralar: metrologiya, standartlashtirish, o'lghash, o'lghash vositasi, metrologik kuzatiluvchanlik, kalibrlash, qiyoslash, o'lghash noaniqligi, raqamli ishlab chiqarish, sifat nazorati.

Kirish. Zamonaviy sanoat ishlab chiqarishida mahsulot sifati, texnologik jarayonlarning barqarorligi va ishlab chiqarish xavfsizligi ko'p jihatdan o'lghash natijalarining aniqligi va ishonchliligiga bog'liq. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari, raqamli datchiklar, intellektual o'lghash vositalari va real vaqt rejimida ma'lumot uzatish texnologiyalarining keng qo'llanilishi metrologik ta'minotga nisbatan yangi talablarni yuzaga keltirmoqda.

Metrologiya faqat kattalik qiymatini aniqlash bilan cheklanmaydi. Uning asosiy vazifasi turli joyda va vaqtda bajarilgan o'lghash natijalarining o'zaro solishtirilishi, ishonchliligi va belgilangan birliklarga metrologik kuzatiluvchanligini ta'minlashdan iborat [1]. O'zbekiston Respublikasining "Metrologiya to'g'risida"gi



Qonunida ham o'lchashlarning yagona birlikda bo'lishini ta'minlash, ishonchsiz o'lchash natijalarining oldini olish hamda natijalarning milliy va xalqaro etalonlargacha metrologik kuzatiluvchanligini ta'minlash metrologik faoliyatning asosiy vazifalari sifatida belgilangan [2].

Standartlashtirish esa mahsulot, jarayon va xizmatlarga nisbatan yagona talablar, qoidalar va tavsiflarni belgilash orqali o'lchash natijalarini amaliy qarorga aylantiruvchi normativ asosni shakllantiradi. O'zbekiston Respublikasining "Standartlashtirish to'g'risida"gi Qonunida standartlashtirish muayyan sohada tartibga solishning maqbul darajasiga erishishga qaratilgan faoliyat sifatida belgilangan [3].

Adabiyotlar tahlili va tadqiqot metodologiyasi. P.R.Ismatullayev, P.M.Matyakubova va Sh.A.Turayevning tadqiqotlarida metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish mahsulot sifatini ta'minlashning o'zaro bog'liq tarkibiy elementlari sifatida qaraladi [4]. Mualliflar o'lchash natijasining ishonchliligi o'lchash usuli, o'lchash vositasi, tashqi sharoit va metrologik tavsiflarning to'g'ri hisobga olinishiga bog'liqligini ta'kidlaydilar.

U.X.Shaozimovanning tadqiqotlarida o'lchamlar, joizliklar, o'tqazishlar, o'lchash vositalari va nazorat asboblarini qo'llash standartlashtirish hamda metrologik nazoratning yagona texnik tizimi sifatida yoritilgan [5].

B.B.Tairov, S.S.Shadiyev va F.K.Azimova o'lchash vositalarining zamonaviy metrologik ta'minotini tahlil qilib, texnologiyalarning avtomatlashtirilishi sharoitida o'lchash qurilmalarining aniqligi, ishonchliligi va sifat nazorati talablarining ortib borayotganligini ko'rsatadilar [6]. B.B.Tairov va hammualliflarning o'lchash vositalarini kalibrlash bo'yicha tadqiqotida esa kalibrlash jarayonining xalqaro tajriba bilan uyg'unlashtirilishi o'lchash natijalarining ishonchliligini oshirishning muhim omili sifatida baholangan [7]. Tadqiqotda tizimli tahlil, qiyosiy tahlil, metrologik jarayonlarni dekompozitsiya qilish, standart talablarini tizimlashtirish va strukturaviy modellashtirish metodlaridan foydalanildi.



Natijalar va muhokama. O'lchash natijasining ishonchliligini faqat o'lchash vositasining aniqlik sinfi bilan bog'lash yetarli emas. Natija ko'plab o'zaro bog'liq omillarning birgalikdagi ta'siri asosida shakllanadi.

Ularning asosiylari quyidagilardan iborat:

- ✓ o'lchanadigan kattalikning to'g'ri aniqlanishi;
- ✓ o'lchash usulining maqsadga muvofiq tanlanishi;
- ✓ o'lchash vositasining metrologik tavsiflari;
- ✓ o'lchash vositasining qiyoslash yoki kalibrlash holati;
- ✓ tashqi muhit sharoitlari;
- ✓ operator yoki avtomatlashtirilgan tizim ta'siri;
- ✓ o'lchash noaniqligi;
- ✓ natijaning standart yoki texnik talablar bilan qiyoslanishi.

Demak, o'lchash ishonchliligi bitta qurilmaning xususiyati emas, balki butun o'lchash jarayonining tizimli sifati hisoblanadi.

1-jadval

Metrologiya va standartlashtirish funksiyalarining o'zaro bog'liqligi

Metrologik jarayon	Standartlashtirish bilan bog'liqligi	Yakuniy vazifa
O'lchanadigan kattalikni aniqlash	atama va talablarni bixillashtirish	o'lchash obyektni to'g'ri belgilash
O'lchash vositasini tanlash	texnik va metrologik talablar	mos vositani tanlash
Qiyoslash va kalibrlash	belgilangan uslubiyot va interval	vosita holatini tasdiqlash
O'lchashni bajarish	standartlashtirilgan metodika	takrorlanuvchan natija olish
Noaniqlikni baholash	ruxsat etilgan chegaralar	natijaning ishonchliligini aniqlash



Muvofiqlikni baholash	standart	talabi	bilan	mahsulot yoki jarayon
	qiyoslash			haqida qaror

Ushbu bog‘lanishdan ko‘rinadiki, metrologiya “qancha?” degan savolga ishonchli javob bersa, standartlashtirish “qanday bo‘lishi kerak?” degan savol uchun mezon yaratadi.

Raqamli o‘lchash vositasining displeyida aniq son paydo bo‘lishi uning avtomatik ravishda ishonchli ekanligini anglatmaydi. Natijaning ishonchliligi uning tegishli etalonlar bilan uzilmagan qiyoslash yoki kalibrlash zanjiri orqali bog‘langanligi bilan belgilanadi. Metrologik kuzatiluvchanlik quyidagi mantiqiy zanjir asosida ta‘minlanadi: o‘lchash vositasi – ishchi etalon – yuqori aniqlikdagi etalon – milliy etalon – SI birliklari. Mazkur zanjirning har bir bosqichida o‘lchash noaniqligi hisobga olinadi. Shu jihatdan metrologik kuzatiluvchanlik o‘lchash natijasini boshqa laboratoriya yoki korxonada olingan natijalar bilan solishtirish imkonini yaratadi.

O‘zbekiston davlat o‘lchashlar yagonaligini ta‘minlash tizimida ham o‘lchash vositalarini qiyoslash, kalibrlash, o‘lchashlarni bajarish va sinov vositalarini attestatsiyadan o‘tkazishga oid uslubiyotlar metrologik ta‘minotning muhim normativ elementlari sifatida belgilangan [2].



1-rasm. Raqamli ishlab chiqarish sharoitida metrologiya va standartlashtirishning integrativ modeli

Ishlab chiqarish amaliyotida qiyoslash va kalibrlash tushunchalarini bir xil mazmunda qo'llash holatlari uchrab turadi. Biroq ularning vazifasi bir-biridan farq qiladi. Qiyoslash o'lchash vositasining belgilangan metrologik talablarga muvofiqligini aniqlash va tasdiqlashga yo'naltiriladi. Kalibrlash esa ma'lum sharoitlarda etalon orqali berilgan kattalik qiymati bilan o'lchash vositasi ko'rsatishi o'rtasidagi bog'lanishni aniqlash imkonini beradi.

Biz tomondan olib borilgan tadqiqotlarda kalibrlash usullarini to'g'ri tanlash o'lchash vositalari aniqligi va natijalarning ishonchliligiga bevosita ta'sir qilishini ko'rsatiladi [7]. Shuning uchun korxonada qiyoslash va kalibrlash ishlarini faqat belgilangan muddatda hujjat olish jarayoni sifatida emas, balki o'lchash xavfini



boshqarish vositasi sifatida tashkil etish lozim. Har qanday o'lchash natijasida ma'lum darajada noaniqlik mavjud. Zamonaviy metrologik yondashuvda asosiy vazifa noaniqlikni butunlay yo'qotish emas, balki uning manbalarini aniqlash, miqdoriy baholash va qaror qabul qilish uchun maqbul chegarada ushlab turishdan iborat. Noaniqlik manbalari quyidagi guruhlariga ajratilishi mumkin:

- o'lchash vositasi bilan bog'liq omillar;
- o'lchash usuli bilan bog'liq omillar;
- tashqi muhit ta'siri;
- operator omili;
- namunani tanlash va tayyorlash;
- hisoblash va raqamlashtirish jarayoni.

Raqamli ishlab chiqarishda bunga dasturiy ta'minot, ma'lumotlarni uzatish, sensor signallarini qayta ishlash va ma'lumotlar bazasiga yozish bilan bog'liq omillar ham qo'shiladi.

Tadqiqot natijasida ishlab chiqarishdagi o'lchashlarning ishonchligini tizimli boshqarish uchun quyidagi metrologik-standartlashtirish konturi taklif etildi:

1-bosqich. O'lchash obyektni aniqlash. Nazorat qilinadigan parametr va unga qo'yilgan texnik talab belgilanadi.

2-bosqich. O'lchash usulini tanlash. Kattalik diapazoni, talab etiladigan aniqlik va ishlab chiqarish sharoiti hisobga olinadi.

3-bosqich. O'lchash vositasini tanlash. Vositaning diapazoni, aniqlik ko'rsatkichlari va metrologik holati tekshiriladi.

4-bosqich. Metrologik kuzatiluvchanlikni ta'minlash. Qiyoslash, kalibrlash va etalonlar bilan bog'liqlik nazorat qilinadi.

5-bosqich. O'lchash noaniqligini baholash. Natijaga ta'sir qiluvchi asosiy manbalar aniqlanadi.

6-bosqich. Standart talab bilan qiyoslash. Olingan natija belgilangan tolerantlik yoki ruxsat etilgan chegara bilan solishtiriladi.



7-bosqich. Muvofiqlik to'g'risida qaror qabul qilish. Mahsulot yoki texnologik jarayonning holati aniqlanadi.

8-bosqich. Korreksion harakat. Og'ish mavjud bo'lsa, o'lchash vositasi, texnologik jarayon yoki nazorat metodiga tegishli tuzatish kiritiladi.

Mazkur konturda metrologik va standartlashtirish jarayonlari bir-biridan ajratilmaydi. O'lchash natijasi standart talabi bilan qiyoslangandan keyingina amaliy qiymatga ega bo'ladi. Korxonalarda o'lchash vositalari sonining ko'payishi ularning metrologik holatini an'anaviy jurnallar yordamida nazorat qilishni murakkablashtiradi. Shu sababli metrologik ta'minotni raqamlashtirish quyidagi ma'lumotlarni yagona elektron tizimda yuritishni talab qiladi:

- o'lchash vositasining identifikatsion raqami;
- turi va o'lchash diapazoni;
- aniqlik ko'rsatkichi;
- joylashgan ishlab chiqarish uchastkasi;
- oxirgi qiyoslash yoki kalibrlash sanasi;
- navbatdagi nazorat muddati;
- kalibrlash natijalari;
- aniqlangan og'ishlar;
- ta'mirlash va korreksion harakatlar.

Bunday raqamli "metrologik passport" o'lchash vositasining butun hayotiy siklini kuzatish imkonini beradi. Agar tizimda belgilangan metrologik talabdan og'ish qayd qilinsa, mas'ul xodimga avtomatik signal yuborilishi, tegishli o'lchash vositasidan foydalanish vaqtincha cheklanishi va uning ta'sirida avval olingan natijalar qayta tahlil qilinishi maqsadga muvofiq. Bu yondashuv metrologik nazoratni reaktiv tekshiruvdan preventiv boshqaruvga o'tkazadi.

Standartlashtirishning ishlab chiqarishdagi asosiy vazifalaridan biri mahsulot va jarayonlarga nisbatan bir xil, aniq va takror qo'llaniladigan talablarni belgilashdir [3]. Standart bo'lmasa, o'lchash natijasining texnik talqini murakkablashadi. Masalan, detal o'lchami 20,04 mm ekanligi o'z-o'zicha mahsulotning yaroqli yoki



yaroqsizligini anglatmaydi. Buning uchun nominal o'lcham, ruxsat etilgan og'ish, o'lchash noaniqligi va qabul qilish qoidasi ma'lum bo'lishi kerak.

Xulosa. Raqamli ishlab chiqarish sharoitida o'lchash natijalarining ishonchliligini ta'minlash alohida o'lchash vositasining aniqligini tekshirish bilan cheklanmasligi kerak. U o'lchash obyektni aniqlashdan boshlab natijaga asoslangan boshqaruv qarorini qabul qilishgacha bo'lgan yaxlit tizimni qamrab olishi lozim.

Taklif etilgan metrologik-standartlashtirish konturi o'lchash obyektni aniqlash, usul va vositani tanlash, metrologik kuzatiluvchanlikni ta'minlash, noaniqlikni baholash, standart talabi bilan qiyoslash, muvofiqlikni aniqlash va korreksion qaror qabul qilish bosqichlarini yagona tizimga birlashtiradi.

Shunday qilib, zamonaviy ishlab chiqarishda metrologiya va standartlashtirishni integrativ boshqarish mahsulot sifatini nazorat qilish vositasidan ishlab chiqarish barqarorligi, raqobatbardoshlik va texnik xavfsizlikni ta'minlovchi strategik mexanizmga aylanishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2026-yil 16-fevraldagi PF-25-son "Texnik jihatdan tartibga solish sohasidagi islohotlarni ilg'or xalqaro amaliyot asosida jadallashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Farmoni. – Toshkent, 2026.
2. O'zbekiston Respublikasining 2020-yil 7-apreldagi O'RQ-614-son "Metrologiya to'g'risida"gi Qonuni yangi tahriri. – Toshkent, 2020.
3. O'zbekiston Respublikasining 2022-yil 3-noyabrdagi O'RQ-800-son "Standartlashtirish to'g'risida"gi Qonuni. – Toshkent, 2022.
4. Ismatullayev P.R., Matyakubova P.M., Turayev Sh.A. Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish. Darslik. – Toshkent: Lesson Press, 2015. – 469 b.
5. Shaozimova U.X. Metrologiya va standartlashtirish. Darslik. – Toshkent, 2019. – 205 b.



6. Tairov B.B., Shadiyev S.S., Azimova F.K. Current Tendencies in the Development of Metrological Supply of Measuring Instruments // American Journal of Technology and Applied Sciences. 2023. Vol. 19. – P. 102-105.
7. Tairov B.B., Xo'jjiyev M.Y., Bozorov U.M., Muxtorov A.R. Foreign Experience and Optimal Methods in Calibration of Measuring Instruments // Multidisciplinary Journal of Science and Technology. 2025. Vol. 5, No. 1. – P. 616-621.
8. Isayev R.I., Karimova U.N. Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2011. – 496 b.
9. Mahkamov S.M., Azimova U.S. Metrologiya va standartlashtirish asoslari. O'quv qo'llanma. – Toshkent: Talqin, 2006. – 103 b.
10. Tairov B.B., Yodgorova M.O. Standartlashtirish asoslari. O'quv qo'llanma. – Buxoro, 2021.