



O'ZBEKISTON
MILLIY METROLOGIYA
INSTITUTI

ISSN 3093-8805

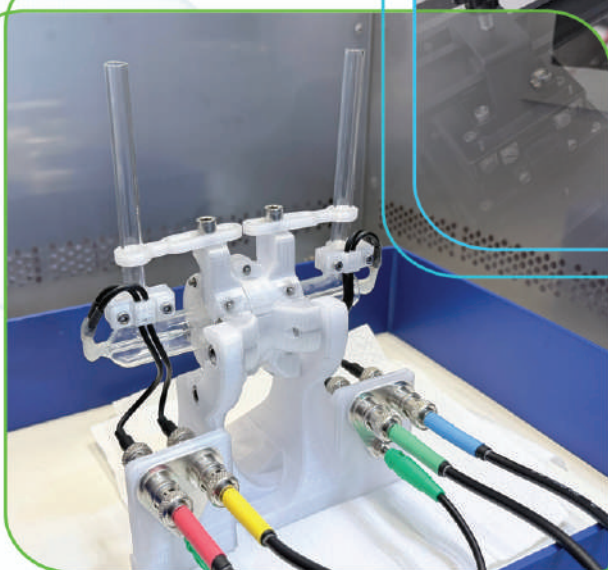
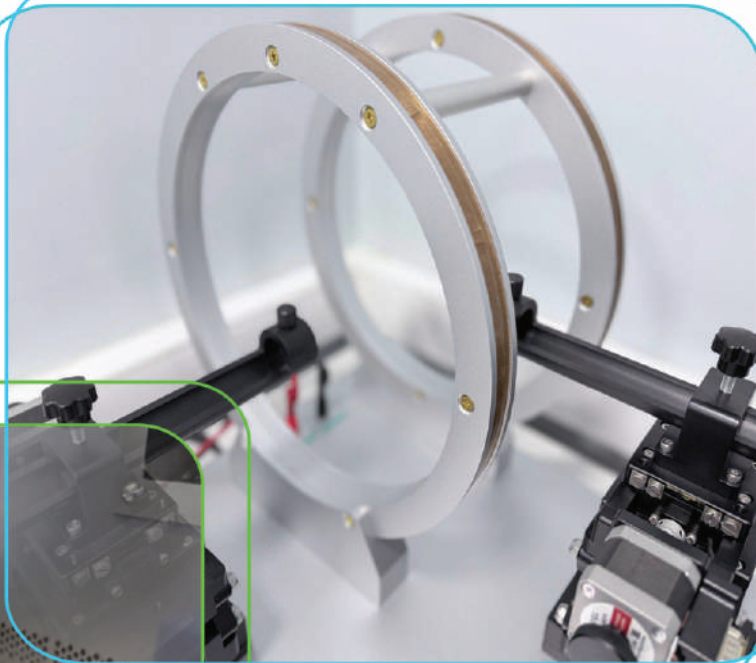
O'ZBEKISTON METROLOGIYASI

ilmiy-texnik elektron jurnali

2025/4

**Global sari qadam:
O'zbekiston milliy metrologiya
institutining 2025-yil sarhisobi**

**Suyuqliklarda pH parametrni
o'lchashning ahamiyati va
usullari**



«O‘zbekiston metrologiyasi» jurnali

Tahrir hay’ati

Hay’at raisi:

A.R. Jumanazarov

O‘zbekiston texnik jihatdan tartibga solish agentligi
direktori, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)

Hay’at raisi o‘rinbosarlari:

L.F. Saidoripov

O‘zbekiston milliy metrologiya instituti direktori, Bosh muharrir

N.S. Mamadaliyeva

O‘zbekiston texnik jihatdan tartibga solish agentligi direktori maslahatchisi, fan doktori,
professor

Tahririyat a‘zolari:

Tahrir kengashi a‘zolari:

- Salimov Oqil Umurzoqovich, texnika fanlari doktori (t.f.d.), professor, akademik
- Negmatov Soibjon Sadikovich, t.f.d., professor, akademik
- Yusufbekov Nodirbek Rustambekovich, t.f.d., professor
- Tuychiyev Olimjon Alijonovich, t.f.d., DSc
- Kalandarov Palvan Iskandarovich, t.f.d., professor
- Ikramov Gani Ikramovich, t.f.d., professor
- Matyakubova Paraxat Mayliyevna, t.f.d., professor
- Maxmudov Hikmat Maxamatovich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc)
- Abduqayumov Abdurauf Abdurashidovich, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)
- Babashev Kutlimurat Aytmuratovich, texnika fanlari nomzodi (t.f.n.), dotsent
- Usmonqulov Sharofjon Qodirqulovich, bo‘lim boshlig‘i
- Masharipov Shodlik Masharipovich, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)
- Mamarasulov Xasan Kayumovich, t.f.n.
- Raymjonov Nuriddin Alijonovich, O‘zMMI bosh metrolog
- Klimushin Gennadiy Eduardovich, O‘zMMI bosh mutaxassis
- Ismatullayev Sheroz Xamidullayevich, O‘zMMI bo‘lim boshlig‘i

Lazizbek SAIDORIPOV. GLOBAL ANIQLIK SARI QADAM: O'ZBEKISTON MILLIY METROLOGIYA INSTITUTINING 2025 YIL SARHISOBI	3
Paraxat MATYAQUBOVA, Akmal JUMANAZAROV, Lazizbek SAIDORIPOV, Xolmurodjon MO'MINOV. YANGI AVLOD ETALONI – XALQARO STANDARTLAR ASOSIDA ANIQLIKNI TA'MINLOVCHI INNOVATSION YECHIM	7
Lobar PO'LATOVA. TEXNIK JIHATDAN TARTIBGA SOLISH TIZIMI FAOLIYATI HAQIDAGI MA'LUMOTLARNI O'ZBEKISTON MTRK AXBOROT KO'RSATUVLARIDA YORITISHDA JURNALIST MAHORATI	9
Palvan KALANDAROV, Nazokatxon AXMATXONOVA. KO'MIR NAMLIGINI DIELEKTRIK O'TKAZUVCHANLIGI O'ZGARISHI ASOSIDA ANIQLOVCHI INTELLEKTUAL SENSORLARNI TAKOMILLASHTIRISH MASALALARI	13
Nuriddin RAYMJONOV. SUYUQLIKLARDA pH PARAMENTRNI O'LCHASHNING AHAMIYATI VA USULLARI	21
Nurillo PATIDINOV. STANDARTI ASOSIDA LABORATORIYALARDA METROLOGIK KUZATUVCHANLIKNI TA'MINLASH MEXANIZMLARI	25
Nodir AVLIYAKULOV, Muazzam ACHILOVA. MAHSULOT ISHLAB CHIQRISHDA O'LCHASHLARNI SIFATINI OSHIRISHNING METROLOGIK TA'MINOTI	29
Baxadir ALLANAZAROV, Pulat SULTANOV, Linda TILAVXANOVA. KALIBRLASHDAGI NOANIQLIK TAHLILI VA UNI MINIMALLASHTIRISH USULLARI	33
Anvar DJALILOV, Kamoliddin NAJMUTDINOV, Ismoil KOMILOV. ULTRASONIC WATER FLOW MEASUREMENT SENSOR BASED ON THE TIME-IMPULSE METHOD	37
Palvan KALANDAROV, Mohinur MAMATQULOVA, Xasan MAMARASULOV. MIKROPROTSESSORLI DIELEKTRIK O'LCHASH ASOSIDA DON NAMLIGINI ONLAYN NAZORAT QILISH USULINI TAKOMILLASHTIRISH	43
Alisher DODOYEV, Elyor TANGIRKULOV. O'ZBEKISTONNING JAHON SAVDO TASHKILOTIGA A'ZO BO'LISH JARAYONIDA TEXNIK TO'SIQLARNI BARTARAF ETISHDA TEXNIK JIHATDAN TARTIBGA SOLISH TIZIMINI XALQARO TALABLAR BILAN UYG'UNLASHTIRISHNING ILMIY-METODIK ASOSLARI	51



Lazizbek SAIDORIPOV,
*O'zbekiston milliy metrologiya instituti
direktori*



GLOBAL ANIQLIK SARI QADAM: O'ZBEKISTON MILLIY METROLOGIYA INSTITUTINING 2025-YIL SARHISOBI

2025 yil O'zbekiston metrologiyasi, xususan, O'zbekiston milliy metrologiya instituti faoliyatida sifat infratuzilmasini rivojlantirish, o'lchashlar aniqligi va ishonchliligini ta'minlash va xalqaro metrologiya hamjamiyatiga chuqur integratsiyalashuv nuqtai nazaridan yangi bosqichga ko'tarilgan davr bo'ldi. Ilmiy asoslangan yondashuvlar va tizimli islohotlar mamlakat iqtisodiyoti hamda sanoatining barqaror rivojlanishiga xizmat qildi, desak, yangilishmagan bo'lamiz.

Etalonlar salohiyati va o'lchash aniqligining oshishi

O'tgan yili O'zbekiston milliy metrologiya institutiga 11

ta yangi etalon olib kelinib, milliy etalonlar soni 41 taga yetkazildi. Ular suyuqliklarning elektr o'tkazuvchanligi, g'adir-budirlik, hajm o'lchash, pH va pX, nisbiy namlik, elektr va magnit maydonlari kuchlanganligi, gidrostatik tortish, etalon dinamometr hamda o'lchash tok transformatorlarini kalibrlash tizimi kabi muhim o'lchash yo'nalishlari hisoblanadi.

Xalqaro tarozi va o'lchovlar byurosi (BIPM) ma'lumotlar bazasida respublikamizning kalibrlash va o'lchash imkoniyatlari to'g'risidagi yozuvlari (CMC-qatorlar) radiatsiya hamda vaqt va chastota yo'nalishlari bo'yicha 5 taga kengaytirilib, umumiy soni 10 taga yetkazildi.





Xalqaro integratsiya va e'tirof

O'zbekiston milliy metrologiya instituti CMC-qatorlarni yanada kengaytirish maqsadida COOMET va AFRIMETS doirasida 11 ta yangi xalqaro solishtirish loyihalariga qo'shildi hamda bugungi kunda institut 37 ta xalqaro solishtirish loyihasida ishtirok etmoqda.

2025 yil iyun oyidan boshlab O'zbekiston milliy metrologiya instituti Yevropa milliy metrologiya institutlari uyushmasi (EURAMET)ning Markaziy Osiyodagi yagona Liaison Organisation — assotsiatsiyalashgan a'zo maqomini oldi. Bu esa O'zbekiston metrologiyasining mintaqaviy yetakchi sifatidagi mavqei yanada mustahkamladi.

**METROLOGY
PARTNERSHIP**



Shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Prezidenti tomonidan mamlakatning Xalqaro metrik Konvensiyaga qo'shilishi rasman tasdiqlanib, global metrologiya hamjamiyatiga to'laonli kirib borish uchun keng imkoniyatlar ochildi.

3 rasm

Yil davomida Mintaqaviy metrologiya tashkilotlari va BIPM birlashgan qo'mitasi (JCRB) yig'ilishi, shuningdek, COOMET Prezidenti Kengashining 40-yig'ilishi ilk bor Toshkent shahrida o'tkazildi. COOMETning bir qator texnik qo'mitalari yig'ilishlarining mamlakatimizda o'tkazilishi O'zbekistonning mintaqadagi nufuzini yanada oshirdi.

Xalqaro qonunlashtiruvchi metrologiya tashkiloti (OIML) hujjatlari asosida 20 ta milliy standart qabul qilinib, belgilangan tartibda ro'yxatdan o'tkazildi.

Institut kalibrlash laboratoriyalarida ISO/IEC 17025 xalqaro standarti talablariga muvofiq sifat tizimi akustika, vaqt va chastota, kuch va kuch momenti, gaz va suyuqlik sarfi, dozimetriya, kontaktli termometriya kabi yo'nalishlar

International Bureau of Weights and Measures





bo'yicha kengaytirildi. Shu bilan birga, institut ilk bor ISO 17034 talablariga muvofiq standart namunalar ishlab chiqaruvchi sifatida milliy akkreditatsiyadan o'tdi.

Kadrlar salohiyati va ilmiy maktab rivoji

Hozirgi kunda institutda 62 nafar mustaqil tadqiqotchi (PhD) ilmiy faoliyat olib bormoqda, shuningdek, ilmiy salohiyatni yanada oshirish maqsadida 2025 yil avgust oyida «Metrologiya va metrologiya ta'minoti» ixtisosligi bo'yicha 24 nafar mutaxassis mustaqil izlanuvchi sifatida qabul qilindi.

Shu bilan birga, institut mutaxassislarining kasbiy mahorati, ilmiy salohiyatini oshirish maqsadida 87 nafar xodim xorijiy yetakchi metrologiya institutlarida seminarlar va o'quv kurslari orqali malakasini oshirdi. Bu esa institutda zamonaviy ilmiy maktab shakllanishi hamda ilg'or xalqaro tajribalarni joriy etishga xizmat qilmoqda.

O'tgan yili O'zbekiston milliy metrologiya instituti Ilmiy kengashi joriy qilindi. Bu institutning ilmiy-tadqiqot faoliyatini tashkil etish, strategik yo'nalishlarni belgilash va kadrlar salohiyatini rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega.

Shuningdek, Rossiya Federatsiyasida ilk bor o'tkazilgan Butunrossiya yosh olimlar va mutaxassislar yig'ilishida turli hududlardan

100 ga yaqin yosh mutaxassislar ishtirok etdi. Ushbu tadbirda institutimiz mutaxassisi ham xalqaro tajriba almashish maqsadida qatnashdi.

Shuningdek, O'zbekiston milliy metrologiya instituti tomonidan «20-may – Butunjahon metrologiya kuni» munosabati bilan «Eng yaxshi yosh metrolog» milliy tanlovi o'tkazildi. Unda g'oliblar aniqlandi va taqdirlandi.

Aytish lozimki, 2025 yil 11–13 noyabr kunlari Toshkent shahrida COOMET tashkiloti doirasida «Eng yaxshi yosh metrolog» XI xalqaro tanlovi muvaffaqiyatli o'tkazildi. Tanlovda jami 5 ta mamlakatdan 16 nafar nomzod ishtirok etdi.

Quvonarlisi shundaki, ular orasida o'zbekistonlik yosh mutaxassislar ham o'z bilim-malakasini namoyon etdi va g'oliblar orasidan joy oldi.

Ushbu tadbirlar institutning ilmiy salohiyati, yosh kadrlar tayyorlash va xalqaro tajriba almashish yo'nalishidagi faoliyatini yanada mustahkamladi hamda metrologiya sohasida yoshlar maktabining barqaror rivojlanishiga xizmat qildi.

Xalqaro loyihalar va texnologik yangilanish

«Rosstandart» agentligi bilan hamkorlikda radiatsion xavfsizlik yo'nalishida 20 ta zamonaviy uskuna qabul qilindi. Saudiya Arabistonining «ACWA Power» kompaniyasi bilan Qoraqalpog'istonda qayta tiklanuvchi energetika metrologiyasini joriy etish bo'yicha hamkorlik shartnomalari imzolandi.

Shuningdek, Xitoyning CIDCA agentligi bilan «Kvant metrologiyasi markazini barpo etish» loyihasi yuzasidan muzokaralar olib borilmoqda. Koreya Respublikasining KIAT tashkiloti tomonidan qiymati 4,8 million AQSH dollari bo'lgan ilmiy-tadqiqot va texnologiyalar transferi loyihasi ma'qullandi. Germaniyaning PTB instituti bilan esa milliy sifat infratuzilmasini rivojlantirish loyihasining ikkinchi fazasi bo'yicha hamkorlik kengaytirildi.

Reytinglar va amaliy natijalar

Olib borilayotgan kompleks islohotlar natijasida O'zbekiston GQII reytingida 185 ta davlat orasida 52-o'rinni egalladi. Bu natija metrologiya, standartlashtirish va akkreditatsiya sohalarida ilmiy asoslangan boshqaruv, xalqaro kuzatuvchanlik va o'lchashlar sifati bo'yicha barqaror rivojlanishning yaqqol tasdig'idir.

Istiqbolli rejalarga to'xtaladigan bo'lsak, 2026 yilda O'zbekiston milliy metrologiya instituti tomonidan amalga oshiriladigan quyidagi



ustuvor vazifalar belgilangan:

BIPMga to'laqonli a'zo sifatida qo'shilish;
9 ta yangi etalon xarid qilish;
CMC-qatorlar sonini 25 taga yetkazish;
6 ta yangi xalqaro solishtirish loyihalarida ishtirok etish;
16 ta yangi milliy standart va 8 ta qayta tahrirlangan standart ishlab chiqish;

«Kvant metrologiyasi markazi» loyhasini amaliy bosqichga o'tkazish.

Aniqlikka tayangan taraqqiyot yo'lida O'zbekiston metrologiyasi 2025 yilda yangi chizgilarni belgilab oldi. Milliy etalonlar bazasining mustahkamlanishi, xalqaro e'tirof, ilmiy salohiyatning oshishi va keng qamrovli



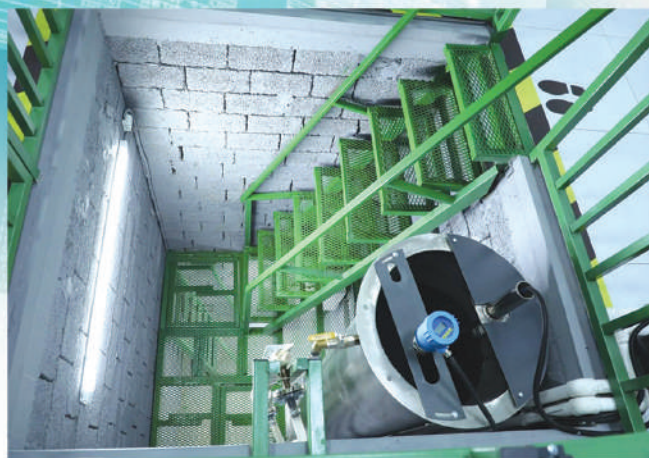
hamkorlik mamlakatning raqobatbardosh iqtisodiyoti, barqaror rivojlanish poydevori bo'lib xizmat qilmoqda.

2026 yilda ham O'zbekiston milliy metrologiya instituti o'z ilmiy-tadqiqot faoliyatini mustahkamlash, CMC-qatorlar sonini kengaytirish, yangi etalonlar xaridi va zamonaviy laboratoriya uskunalari bilan ta'minlash orqali barqaror rivojlanish strategiyasini davom ettiradi.

Shu bilan birga, «Kvant metrologiyasi markazi» loyhasini amalga oshirish, xalqaro solishtirish loyihalarida ishtirok etish orqali institut global metrik hamjamiyatda o'z ta'sirini yanada mustahkamlaydi.

Ishonch bilan aytish kerakki, 2026 yil ham O'zbekiston metrologiyasi uchun ilmiy, innovatsion va xalqaro integratsiya nuqtai nazaridan samarali davr bo'lib xizmat qiladi.





YANGI AVLOD ETALONI – XALQARO STANDARTLAR ASOSIDA ANIQLIKNI TA'MINLOVCHI INNOVATSION YECHIM

Paraxat MATYAQUBOVA

- TDTU «Metrologiya, texnik jihatdan tartibga solish, standartlashtirish va sertifikatlashtirish» kafedrası mudiri, t.f.d., professor,

Akmal JUMANAZAROV

- O'zbekiston texnik jihatdan tartibga solish agentligi direktori

Lazizbek SAIDORIPOV

- O'zbekiston milliy metrologiya instituti direktori,

Xolmurodjon MO'MINOV

- TDTU «Metrologiya, texnik jihatdan tartibga solish, standartlashtirish va sertifikatlashtirish» kafedrası katta o'qituvchisi

«Har bir kuzatuvchi (olim) diqqat bilan o'lchasin, hamisha o'z ishlaridan qoniqmasin, o'z ishlarini qayta-qayta tekshirib tursin, mumkin qadar kamroq g'ururlansin, tobora tirishqoqlik bilan ishlasin va mehnatda hech mahal zerikmasin».

Abu Rayhon Beruniy

O'

Ichashlar birligini ta'minlash va metrologik ishonchlilikni oshirish global iqtisodiyot va sanoat taraqqiyotining asosiy omillaridan biridir. Bu borada Texnik jihatdan tartibga solish agentligi qoshidagi O'zbekiston Milliy metrologiya instituti (O'ZMMI) va Toshkent davlat texnika universiteti hamkorligida tuzilgan ilmiy jamoa tomonidan xalqaro talablarga mos, kontaktli o'lchagichlarni metrologik ta'minlashga mo'ljallangan yangi avlod etaloni ishlab chiqildi va joriy qilinmoqda. Ushbu maqolada kontaktli sath o'lchagichlarni qiyoslash va kalibrlashga mo'ljallangan etalonning konstruktiv yechimlari, ishlash algoritmlari va metrologik afzalliklari yoritiladi. Ayniqsa, kontaktli sath o'lchagichlarning aniqligi texnologik jarayonlar xavfsizligi va mahsulot sifatini ta'minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega.



Mazkur etalon uskuna Xalqaro o'lchovlar va tarozilar byurosi (BIPM) tomonidan belgilangan SI birliklar tizimi, Xalqaro standartlashtirish tashkiloti (ISO) hamda Xalqaro qonunchilik metrologiya tashkiloti (OIML) tavsiyalariga muvofiq holda ishlab chiqilgan. Ushbu yondashuv o'lchash natijalarining xalqaro tan olinishi va o'zaro solishtirish imkoniyatini ta'minlaydi, bu esa Jahon savdo tashkiloti (WTO) doirasida texnik to'siqlarni kamaytirishda muhim ahamiyatga ega. Etalonning metrologik trasabeligi SI birliklar tizimiga bog'langan bo'lib, o'lchash natijalarining xalqaro darajada taqqoslanishini ta'minlaydi.

Yangi avlod etaloni 0 dan 4 metrgacha bo'lgan diapazonda ishlaydi va suyuqlik sathini o'rnatishda $\pm 0,2$ mm aniqlikni ta'minlaydi. U mikroto'lqinli (GWR – Guided Wave Radar), sig'imli (Capacitive), segment-sig'imli hamda boshqa kontaktli sath o'lchagichlarni kalibrlash va qiyoslash uchun mo'ljallangan. Etalon tizimi yuqori aniqlikdagi magnitostriktion tizimda ishlaydigan etalon urovenomer, intellektual nasos-boshqaruv moduli va raqamli klapanlar orqali sathni dinamik ravishda boshqarish imkonini beradi.

Qurilmaning asosiy texnik xususiyatlari

№	Texnik ko'rsatkich	Qiymati
1	O'lchash diapazoni	0 – 4 m
2	Vertikal rezervuar diametri	500 mm
3	Sathni o'rnatish xatoligi	$\pm 0,2$ mm dan oshmaydi
4	To'ldirish/bo'shatish vaqti	3 – 60 minut
5	Ishchi suyuqlik	Oqim suv
6	Etalon sath o'lchagich	DMP-IS-4000
7	Boshqaruv tizimi	Siemens S7-1200 PLC
8	Vizual boshqaruv	Siemens KTP700 HMI
9	Elektr ta'minoti	220 V, 50 Hz
10	Uzluksiz ishlash vaqti	Kamida 8 soat
11	Ishga tayyor holat vaqti	30 minutgacha

Etalonning muhim jihati — to'liq raqamlashtirilgan va avtomatlashtirilgan dasturiy ta'minot majmuasidir. U Industry 4.0 konsepsiyasiga mos ravishda ishlab chiqilgan bo'lib, real-time monitoring, data logging, traceability va avtomatik hisobot shakllantirish funksiyalarini o'z ichiga oladi. Dasturiy ta'minot ISO/IEC standartlariga muvofiq ishlab chiqilgan va qiyoslash natijalarini elektron formatda saqlash hamda eksport qilish (MS Word, MS Excel) imkonini beradi.

Yangi avlod etalonida sathni o'rnatish va nazorat qilish jarayonlari to'liq avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi orqali amalga oshiriladi. Ushbu tizimning asosiy vazifasi suyuqlik sathini belgilangan algoritm asosida aniq, barqaror va takrorlanuvchi tarzda o'zgartirish hamda o'lchash jarayonini inson omili ta'sirini minimallashtirgan holda boshqarishdan iborat. Avtomatlashtirishning markaziy elementi sifatida Siemens SIMATIC S7-1200 dasturlanadigan mantiqiy kontrolleri qo'llanilgan bo'lib, u nasoslar, elektromagnit klapanlar, signalizatorlar va o'lchash asboblarning o'zaro muvofiq ishlashini ta'minlaydi.

Kontrollerga kiruvchi signallar etalon sath o'lchagich va yordamchi datchiklardan qabul qilinib, oldindan ishlab chiqilgan dasturiy algoritmlar asosida qayta ishlanadi. Natijada nasos ish rejimi va klapanlarning ochilib-yopilishi avtomatik tarzda boshqariladi. Bu sathni qadam-baqadam o'zgartirish, belgilangan nuqtada barqarorlashtirish hamda ortiqcha to'lish yoki tezkor o'zgarishlarning oldini olish imkonini beradi.

Avtomatlashtirilgan tizim ikki asosiy rejimda ishlaydi: avtomatik va qo'lda boshqarish rejimi. Avtomatik rejimda tekshirish va kalibrlash jarayoni operator ishtirokisiz amalga oshiriladi, qo'lda boshqarish rejimi esa tadqiqot va sozlash ishlari uchun mo'ljallangan. Barcha jarayonlar real vaqt rejimida vizuallashtirilib, axborot inson–mashina interfeysi orqali operatorga taqdim etiladi. Ushbu yondashuv etalonning ishonchiligi, aniqligi va ekspluatatsiya qulayligini sezilarli darajada oshiradi.

Xavfsizlik, sifat va ishonchilik masalalariga mukammal e'tibor qaratilgan. Tizimda overfill protection, favqulodda o'chirish, chegaraviy sath signalizatsiyasi, elektr xavfsizligi va yerga ulash tizimlari joriy etilgan. Barcha konstruktiv yechimlar mehnat muhofazasi va sanoat xavfsizligi bo'yicha amaldagi ISO va GOST standartlariga muvofiqdir.

Mazkur etalonning ishga tushirilishi milliy metrologiya infratuzilmasini mustahkamlab, kalibrlash xizmatlarining xalqaro raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi. Bu esa mahsulot va xizmatlarning eksport salohiyatini kengaytirish, texnik reglamentlar va muvofiqlikni baholash sohasida Jahon savdo tashkilotining Savdodagi texnik to'siqlar to'g'risidagi bitimi (WTO TBT) talablariga muvofiq ish yuritishga zamin yaratadi.

Yangi avlod sath o'lchash etaloni nafaqat yuqori aniqlik, balki innovatsion yondashuv, xalqaro standartlarga moslik va raqamli metrologiya konsepsiyasining amaliy ifodasi sifatida baholanmoqda.





TEXNIK JIHATDAN TARTIBGA SOLISH TIZIMI FAOLIYATI HAQIDAGI MA'LUMOTLARNI O'ZBEKISTON MTRK AXBOROT KO'RSATUVLARIDA YORITISHDA JURNALIST MAHORATI

Lobar PO'LATOVA

- O'zbekiston MTRK «Davr» axborot dasturlari
bosh muharririyatining katta muharriri

Annotatsiya. Mazkur maqolada texnik jihatdan tartibga solish tizimi faoliyati haqidagi ma'lumotlarni milliy televideniye axborot ko'rsatuvlarida yoritishda jurnalist mahorati ilmiy-tahliliy jihatdan o'rganiladi. Tadqiqotda standartlashtirish, metrologiya, muvofiqlikni baholash va akkreditatsiya sohalariga oid axborotni ommaviy auditoriyaga yetkazishda jurnalistik yondashuvning ahamiyati asoslab berilgan. Axborot ko'rsatuvlarida murakkab texnik atamalarni to'g'ri qo'llash, ularni izohlash, sohaviy yangiliklardan xabardorlik va tahliliy talqin qilish jurnalist mahoratining asosiy ko'rsatkichlari sifatida

tahlil qilinadi. Maqolada vizual kommunikatsiya, terminologik savodxonlik va axborotning ijtimoiy ta'siri o'rtasidagi bog'liqlik ochib berilgan. Tadqiqot natijalari texnik jihatdan tartibga solish tizimi haqida jamoatchilik ongida tizimli va ishonchli tasavvur shakllantirishda jurnalist mahorati hal qiluvchi omil ekanini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: texnik jihatdan tartibga solish, axborot ko'rsatuvlari, jurnalist mahorati, standartlashtirish, metrologiya, muvofiqlikni baholash, terminologiya, ommaviy axborot vositalari.



Аннотация. В данной статье проводится научно-аналитическое исследование журналистского мастерства при освещении деятельности системы технического регулирования в информационных программах национального телевидения. В исследовании обоснована важность журналистского подхода в донесении информации, касающейся области стандартизации, метрологии, оценки соответствия и аккредитации, до широкой аудитории. Правильное использование сложных технических терминов в информационных

developments, and analytical presentation of complex technical information. The article explores the relationship between journalistic competence, visual communication, and the formation of public trust. The findings demonstrate that a high level of journalistic skill is a decisive factor in ensuring effective public communication about the technical regulation system.

Keywords: technical regulation, information programs, journalistic skills, standardization, metrology, conformity assessment, terminology, mass media



передачах, их толкование, осведомлённость об отраслевых новостях и аналитическая интерпретация анализируются как основные показатели журналистского мастерства. В статье раскрывается взаимосвязь между визуальной коммуникацией, терминологической грамотностью и социальным воздействием информации. Результаты исследования показывают, что мастерство журналиста является решающим фактором в формировании в общественном сознании системного и достоверного представления о системе технического регулирования.

Ключевые слова: техническое регулирование, информационные программы, журналистское мастерство, стандартизация, метрология, оценка соответствия, терминология, средства массовой информации

Abstract. This article provides a scientific and analytical study of journalistic skills in covering the activities of the technical regulation system in national television information programs. The research focuses on the role of journalists in presenting information related to standardization, metrology, conformity assessment, and accreditation to a broad audience. Special attention is given to the correct use of technical terminology, professional interpretation of sectoral

Kirish

Zamonaviy jamiyatda texnik jihatdan tartibga solish tizimi iqtisodiyot barqarorligi, mahsulot xavfsizligi va iste'molchilar huquqlarini himoya qilishning muhim institutsional mexanizmi sifatida namoyon bo'ladi. Standartlashtirish, metrologiya, muvofiqlikni baholash va akkreditatsiya sohalari ishlab chiqarish sifatini ta'minlash, xalqaro savdoda ishonchni mustahkamlash va innovatsion rivojlanish uchun zarur shart-sharoitlarni yaratadi. Biroq ushbu sohaning mazmuni va ahamiyati keng jamoatchilikka to'liq va tushunarli tarzda yetkazilmasa, uning ijtimoiy samaradorligi cheklanib qoladi.

Ayni shu nuqtai nazardan ommaviy axborot vositalari, xususan televideniye texnik jihatdan tartibga solish tizimi faoliyatini jamoatchilikka yetkazishda strategik ahamiyatga ega. Axborot ko'rsatuvlari orqali standartlar, sertifikatlashtirish jarayonlari, laboratoriya sinovlari va nazorat mexanizmlari haqidagi ma'lumotlar auditoriya ongida muayyan tasavvur va ishonchni shakllantiradi. Bu jarayonda jurnalist mahorati hal qiluvchi omil hisoblanadi, chunki murakkab texnik ma'lumotni sodda, aniq va ishonchli tarzda taqdim etish yuqori kasbiy tayyorgarlikni talab qiladi.

O'zbekistonda texnik jihatdan tartibga solish sohasida



olib borilayotgan institutsional islohotlar, milliy tizimni xalqaro standartlar bilan uyg'unlashtirishga qaratilgan chora-tadbirlar mazkur sohani axborot maydonida faol yoritish zaruratini kuchaytirdi. Bu jarayonda milliy televideniye axborot ko'rsatuvlari davlat siyosati, ishlab chiqaruvchilar manfaatlar va iste'molchilar huquqlari o'rtasidagi muloqot platformasi sifatida namoyon bo'ladi.

Mazkur maqolada texnik jihatdan tartibga solish tizimi faoliyati haqidagi ma'lumotlarni O'zbekiston MTRK axborot ko'rsatuvlarida yoritishda jurnalist mahorati ilmiy-tahliliy jihatdan tadqiq etiladi. Jurnalistik yondashuv, axborotni vizual va verbal ifoda etish, tahliliy talqin va auditoriya bilan muloqot masalalari kompleks ravishda ko'rib chiqiladi.

Tadqiqot metrologiyasi

Tadqiqot nazariy tahlil va amaliy kuzatuvlar uyg'unligi asosida olib borildi. Texnik jihatdan tartibga solish, ommaviy kommunikatsiya va jurnalistika nazariyasiga oid ilmiy manbalar o'rganildi. Axborot ko'rsatuvlaridagi materiallar kontent-tahlil usuli orqali tahlil qilinib, jurnalistik uslub, terminologiyadan foydalanish, vizual vositalar qo'llanilishi va tahliliy daraja baholandi.

Shuningdek, sistemali yondashuv qo'llanilib, texnik jihatdan tartibga solish tizimi va media muhiti o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik tahlil qilindi. Jurnalist mahoratini faqat individual qobiliyat sifatida emas, balki tahririyat siyosati, institutsional qo'llab-quvvatlash va texnologik infratuzilma bilan bog'liq holda o'rganishga e'tibor qaratildi.

Natijalar

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, texnik jihatdan tartibga solish tizimi haqidagi axborotni yoritishda jurnalist mahorati birinchi navbatda sohaning mazmunini chuqur anglash bilan bog'liq. Standartlashtirish yoki muvofiqlikni baholash kabi tushunchalar o'z tabiatiga ko'ra murakkab bo'lib, ularni yuzaki yoritish axborotning mazmunini qiymatini pasaytiradi. Yuqori kasbiy mahoratiga ega jurnalist ushbu tushunchalarni

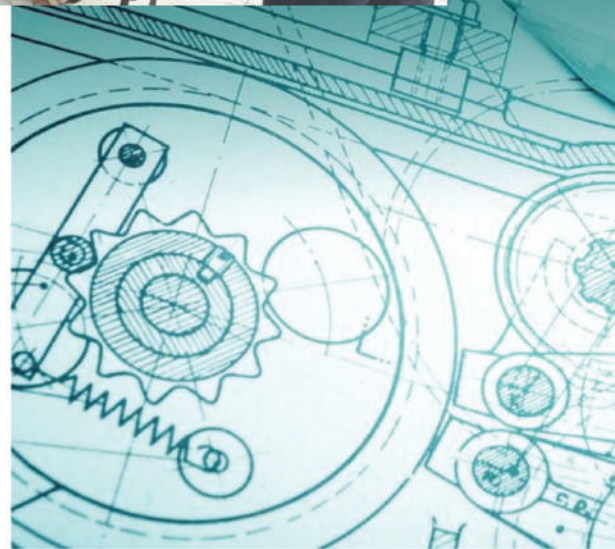


soddalashtirib, ularning jamiyat hayotidagi amaliy ahamiyatini ochib bera oladi.

Axborot ko'rsatuvlarida texnik sohalarni yoritishda terminologiya bilan ishlash alohida ahamiyat kasb etadi. Jurnalist mahorati terminlarni to'g'ri tanlash, ularni izohlash va auditoriya uchun tushunarli kontekstda qo'llashda namoyon bo'ladi. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, izohsiz yoki noto'g'ri qo'llangan texnik atamalar auditoriyada chalkashlik keltirib chiqaradi va ishonch darajasini pasaytiradi.

Vizual kommunikatsiya ham texnik jihatdan tartibga solish mavzusini yoritishda muhim o'rin tutadi. Laboratoriya sinovlari, sertifikatlashtirish jarayonlari yoki nazorat tadbirlarini vizual ko'rsatish axborotni aniq va ishonchli qabul qilishga xizmat qiladi. Biroq vizual vositalar mazmun bilan uyg'unlashmagan holda qo'llanilsa, ular faqat tashqi effekt sifatida qolib ketishi mumkin. Media-professional jurnalist vizual elementlarni mazmunni ochib beruvchi vosita sifatida qo'llaydi.

Texnik jihatdan tartibga solish tizimi haqidagi materiallar tahliliy yondashuvni talab qiladi. Axborotni faqat rasmiy xabar shaklida berish jamoatchilik qiziqishini cheklaydi. Jurnalistik tahlil esa standartlar joriy etilishining iqtisodiy, ijtimoiy va iste'molchi manfaatlariga ta'sirini ochib berish imkonini yaratadi.



Muhokama

Muhokama jarayonida texnik jihatdan tartibga solish tizimi va ommaviy axborot vositalari o'rtasidagi o'zaro ta'sir kompleks fenomen ekani aniqlandi. Jurnalist mahorati ushbu o'zaro ta'sirning markazida turadi. Bir tomondan jurnalist davlat organlari va sohaviy muassasalar faoliyatini jamoatchilikka yetkazuvchi vositachi bo'lsa, ikkinchi tomondan auditoriya manfaatlarini himoya qiluvchi ijtimoiy subyekt sifatida namoyon bo'ladi.

Texnik jihatdan tartibga solish sohasini yoritishda jurnalistik xolislik alohida ahamiyatga ega. Reklamaga yaqinlashib ketgan yoki faqat rasmiy pozitsiyani aks ettiruvchi materiallar



jamoatchilik ishonchiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu bois jurnalist mahorati faktlarni tekshirish, turli nuqtai nazarlarni taqqoslash va tahliliy xulosalar chiqarishda namoyon bo'lishi lozim.

Shuningdek, jurnalistning ijtimoiy mas'uliyati, manbalar bilan ishlash madaniyati, terminologik savodxonligi va vizual savodxonligi texnik jihatdan tartibga solish mavzusini yoritishda

Xulosalar

Mazkur ilmiy-tahliliy tadqiqot natijalari texnik jihatdan tartibga solish tizimi faoliyati haqidagi ma'lumotlarni milliy televideniye axborot ko'rsatuvlarida yoritishda jurnalist mahorati hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanini tasdiqladi. Jurnalist mahorati murakkab texnik ma'lumotni jamoatchilik uchun tushunarli, ishonchli va ijtimoiy ahamiyatli tarzda taqdim etish qobiliyatida namoyon bo'ladi.

Xulosa qilib aytganda, texnik jihatdan tartibga solish tizimi haqidagi axborotni yoritish jurnalistdan yuqori darajadagi kasbiy tayyorgarlik va mas'uliyatni talab qiladi. Shu bois ommaviy axborot vositalarida ishlayotgan jurnalistlar uchun texnik sohalarga ixtisoslashgan mediata'lim dasturlarini rivojlantirish, ekspertlar bilan hamkorlikni kuchaytirish va tahliliy formatlarni keng joriy etish dolzarb vazifa hisoblanadi.

davri o'zbek matbuoti faoliyati misolida. 1991–2008-yillar): Filologiya fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent: O'zMU, 2008.

3.Do'smuhhammad H. Sharhlovchilik mahorati. // Xalq so'zi, 2003-yil 11-noyabr; Ommaviy axborot vositalari nazariyasi. – Toshkent: Universitet, 1999.

4.Зарва М.В. Произношение в радио и телевизионной речи. – М., 1976. – 178 с.

5.Леонтьев А.А. Радио и телевизионная речь как вид общения // Психолингвистические проблемы массовой коммуникации. – М.: Наука, 1974. С.28-52.

6.Светлана С.В. Телевизионная речь: функции и структура. – М.: Изд.МГУ, 1976. -150 с. Телевизионный сценарий. – М., 1975.

7.Сандлер Л.Л. Современная телевизионная речь. – Воронеж: ВГУ, 2006. – 256 с.

8.Сенкевич М.П. Культура радио и телевизионной речи. Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1997. - 96 с.

9.Karimov S. O'zbek tili funksional stilistikasi. – Samarqand, 2010, 64–67-b.

10.Karimov A. Televideniye O'zbekiston. – Toshkent, 1973; Toshkentdan gapiramiz va ko'rsatamiz. – Toshkent, 1977.

11.Ommaviy axborot vositalari nazariyasi. – Toshkent: Universitet, 1999.

12.Teshaboyeva D.M. Ommaviy axborot vositalari tilining nutq madaniyati aspektida tadqiqi (O'zbekiston Respublikasi OAV misolida): Filologiya fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent, 2012. – 48 b.

13.Saidov H. Yangiliklar yozish va tahrir san'ati. – 24-b.

14.Pardaev A., Ro'ziev F., Mahamadaliev H. Jurnalistikada til va ifoda. – Toshkent: Istiqloq, 2006, 14–16-b.

muhim mezonlar sifatida namoyon bo'ladi. Ushbu soha mahsulot xavfsizligi, inson salomatligi va atrof-muhit muhofazasi bilan bevosita bog'liq bo'lgani sababli, axborotni noto'g'ri talqin qilish jamoatchilikda xato xulosalar shakllanishiga olib kelishi mumkin.

Adabiyotlar ro'yxati

1.Abduezizova N. Mustaqil O'zbekiston jurnalistikasi tarixi. – Toshkent: Akademiya, 2007.

2.Do'stmuhamedov X.N. Jurnalistning kasb odobi muammolari: nazariy-metodologik tahlil (Mustaqillik



KO'MIR NAMLIGINI DIELEKTRIK O'TKAZUVCHANLIGI O'ZGARISHI ASOSIDA ANIQLOVCHI INTELLEKTUAL SENSORLARNI TAKOMILLASHTIRISH MASALALARI

Palvan KALANDAROV

- texnika fanlari doktori, professor, O'zbekiston Milliy metrologiya instituti yetakchi mutahassisi

Nazokatxon AXMATXONOVA

- O'zbekiston Milliy metrologiya instituti mutahassisi, «Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash instituti» Milliy tadqiqot universiteti magistri

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada energetika va konchilik sohalarida muhim ahamiyatga ega bo'lgan ko'mir namligini aniqlash masalasi ko'rib chiqilgan. Ko'mir namligi uning yonish jarayoni, issiqlik qiymati, tashish va saqlash samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Mavjud an'anaviy namlikni o'lchash usullari (gravimetrik, infraqizil, mikroto'lqinli) o'lchash jarayonining uzoq davom etishi, katta xatolik, yuqori energiya sarfi va real vaqt rejimida ishlash imkoniyatining cheklanganligi bilan tavsiflanadi.

Maqolada ko'mir namligini dielektrik o'tkazuvchanlikning o'zgarishiga asoslangan holda aniqlovchi intellektual sensor tizimini takomillashtirish masalalari tadqiq etilgan.

Dielektrik usulning fizik asoslari tahlil qilinib, namlik–dielektrik o'tkazuvchanlik bog'liqligiga ta'sir etuvchi omillar aniqlangan. Intellektual qayta ishlash algoritmlarini qo'llash orqali o'lchash aniqligini oshirish, tashqi ta'sirlarni kompensatsiya qilish va sensor tizimining adaptiv kalibrovkasini ta'minlash imkoniyatlari ko'rsatilgan. Olingan natijalar dielektrik usul asosidagi intellektual sensor tizimlari ko'mir namligini tezkor va aniq aniqlashda samarali ekanligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: ko'mir namligi, dielektrik o'tkazuvchanlik, intellektual sensor, namlikni o'lchash, energetika, konchilik, matematik model, aniqlik



Аннотация. В данной научной статье рассматриваются вопросы определения влажности угля, имеющие важное значение для энергетической и горнодобывающей отраслей. Влажность угля оказывает непосредственное влияние на процесс его горения, количество тепла, а также на эффективность транспортировки и хранения. Существующие традиционные методы измерения влажности (гравиметрические, инфракрасные, микроволновые) характеризуются длительностью процесса измерения, высокой погрешностью, значительным энерго-

long measurement times, high error rates, high energy consumption, and limited capability for real-time operation.

The article investigates issues related to improving an intelligent sensor system for determining coal moisture based on changes in dielectric permittivity. The physical principles of the dielectric method are analyzed, and the factors affecting the relationship between moisture content and dielectric permittivity are identified. The application of intelligent data processing algorithms enables improved measurement accuracy, compensation for external influences, and adaptive calibration of the sensor system. The obtained results confirm that intelligent sensor systems based on the dielectric method are effective for rapid and accurate determination of coal moisture content.

Keywords: coal moisture content, dielectric permittivity, intelligent sensor, moisture measurement, energy, mining industry, mathematical model, accuracy.



Kirish

Hozirgi kunda energetika va konchilik tarmoqlarida ko'mir asosiy yoqilg'i manbalaridan biri hisoblanadi. Ko'mirning sifat ko'rsatkichlari orasida namlik miqdori alohida o'rin tutadi, chunki u yoqilg'ining yonish samaradorligi, issiqlik ajratish quvvati, transportirovka jarayonlari hamda saqlash sharoitlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Namlik miqdorining ortishi ko'mirning past kaloriyalini bo'lishiga, energiya ishlab chiqarish

потреблением и ограниченными возможностями работы в режиме реального времени.

В статье исследуются вопросы совершенствования интеллектуальной сенсорной системы для определения влажности угля на основе изменения диэлектрической проницаемости. Проанализированы физические основы диэлектрического метода и выявлены факторы, влияющие на зависимость между влажностью и диэлектрической проницаемостью. Показаны возможности повышения точности измерений, компенсации внешних воздействий и обеспечения адаптивной калибровки сенсорной системы за счёт применения алгоритмов интеллектуальной обработки данных. Полученные результаты подтверждают, что интеллектуальные сенсорные системы на основе диэлектрического метода являются эффективным средством для оперативного и точного определения влажности угля.

Ключевые слова: влажность угля, диэлектрическая проницаемость, интеллектуальный сенсор, измерение влажности, энергетика, горнодобывающая промышленность, математическая модель, точность.

Abstract. This scientific article addresses the problem of determining coal moisture content, which is of significant importance for the energy and mining industries. Coal moisture has a direct impact on the combustion process, calorific value, and the efficiency of transportation and storage. Existing conventional moisture measurement methods (gravimetric, infrared, and microwave) are characterized by



samaradorligining pasayishiga va qo'shimcha iqtisodiy yo'qotishlarga olib keladi. Shu sababli ko'mir namligini tezkor, aniq va ishonchli aniqlash masalasi dolzarb ilmiy-amaliy muammolardan biri hisoblanadi.

Amaliyotda ko'mir namligini o'lchash uchun asosan gravimetrik usullar qo'llaniladi. Ushbu usul yuqori aniqlikka ega bo'lsa-da, o'lchash jarayonining uzoq davom etishi, namunani tayyorlash zarurati va real vaqt rejimida qo'llab bo'lmasligi bilan cheklangan. Infraqizil va mikroto'lqinli usullar esa tezkor hisoblanadi, biroq ular tashqi muhit



omillariga yuqori sezgirliги, kalibrovkaning murakkabligi hamda yuqori qiymatli apparat vositalarini talab qilishi sababli keng qo'llanilmaydi. Shuningdek, mavjud usullarning aksariyatida ko'mir tarkibi, zichligi va harorat o'zgarishlari o'lchash natijalariga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Ko'mir namligini aniqlashda dielektrik o'tkazuvchanlik o'zgarishiga asoslangan usullar zamonaviy va istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Suvning dielektrik o'tkazuvchanligi ko'mirning quruq tarkibiy qismlariga nisbatan ancha yuqori bo'lganligi sababli, namlik miqdorining o'zgarishi umumiy dielektrik xossalarda sezilarli o'zgarishlarni keltirib chiqaradi. Bu esa kontaktisiz, tezkor va uzluksiz o'lchash imkoniyatini yaratadi. Dielektrik usulning asosiy ustunliklari yuqori tezkorlik, konstruktiv soddalik, energiya sarfining kamligi hamda avtomatlashtirilgan nazorat tizimlariga oson integratsiya qilinishi bilan belgilanadi.

Shu bilan birga, dielektrik o'lchash usullarida harorat, zichlik va ko'mir tarkibining bir jinsli emasligi natijalar aniqligiga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish uchun intellektual sensor tizimlarini qo'llash muhim ahamiyat kasb etadi. Bunda adaptiv algoritmlar, matematik modellar va signallarni intellektual qayta ishlash usullari yordamida o'lchash xatoliklarini kamaytirish va sensor tizimining ishonchligini oshirish mumkin.

Ushbu tadqiqotning maqsadi ko'mir namligini dielektrik o'tkazuvchanlik o'zgarishi asosida aniqlovchi intellektual sensor tizimini takomillashtirishdan iborat. Tadqiqot vazifalariga ko'mir namligi va dielektrik o'tkazuvchanlik o'rtasidagi bog'liqlikni tahlil qilish, matematik model ishlab chiqish, sensor tizimining funksional tuzilishini takomillashtirish hamda intellektual qayta ishlash algoritmlari orqali o'lchash aniqligini oshirish kiradi.

Adabiyotlar tahlili

Ko'mir namligini aniqlash masalasi ko'plab xorijiy va mahalliy tadqiqotlarda ko'rib chiqilgan bo'lib, ushbu parametr energetik samaradorlik va texnologik jarayonlarni optimallashtirishda asosiy omillardan biri sifatida qaraladi. Ilmiy manbalarda qayd etilishicha, namlik miqdorining ortishi ko'mirning issiqlik qiymatini pasaytiradi, yonish jarayonini beqarorlashtiradi hamda energiya ishlab chiqarishda qo'shimcha yo'qotishlarga sabab bo'ladi [1].

An'anaviy gravimetrik usul ko'mir namligini aniqlashda etalon hisoblanadi. U yuqori aniqlikka ega bo'lsa-da, uzoq vaqt talab etishi va real vaqt rejimida ishlash imkoniyatining yo'qligi bilan cheklangan [2]. Shu sababli sanoat sharoitida tezkor va uzluksiz o'lchashni ta'minlay oladigan alternativ usullarga ehtiyoj ortib bormoqda.

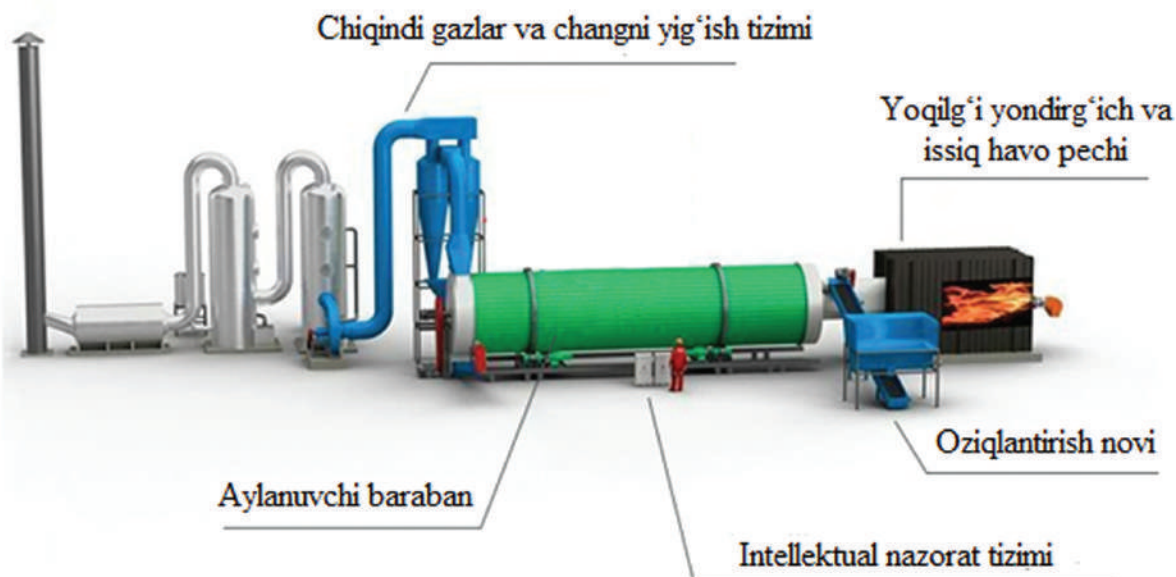
Infraqizil va mikroto'lqinli usullar ko'mir namligini kontaktisiz aniqlash imkonini beradi. Biroq tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ushbu usullar tashqi muhit sharoitiga (chang, harorat, tarkibning bir jinsli emasligi) yuqori darajada sezgir bo'lib, kalibrovka jarayoni murakkab hisoblanadi [3]. Shuningdek, yuqori qiymatli apparat vositalari talab qilinishi ularning keng qo'llanilishini cheklaydi.

So'nggi yillarda dielektrik o'tkazuvchanlikka asoslangan namlikni o'lchash usullari ilmiy adabiyotlarda keng yoritilmoqda. Suvning dielektrik doimiysi ko'mirning quruq tarkibiy qismlariga nisbatan ancha yuqori bo'lganligi sababli, namlik miqdori o'zgarishi dielektrik o'tkazuvchanlikda sezilarli o'zgarishlarni keltirib chiqaradi [4]. Bu holat dielektrik usullarni yuqori sezgirlikka ega bo'lgan namlik sensorlarini ishlab chiqishda samarali qo'llash imkonini beradi.

Bir qator tadqiqotlarda ko'mir va boshqa g'ovak materiallar uchun dielektrik o'tkazuvchanlik bilan namlik o'rtasidagi bog'liqlik matematik modellar orqali ifodalangan [5]. Ushbu modellar namlikni baholash imkonini bersa-da, harorat, zichlik va granulometrik tarkib ta'siri ko'p hollarda hisobga olinmagan. Bu esa amaliyotda o'lchash xatoliklarining ortishiga olib keladi.

Mazkur muammolarni hal etishda intellektual sensor tizimlarini qo'llash istiqbolli yo'nalish sifatida qaralmoqda. Intellektual sensorlar adaptiv





kalibrovka, signallarni filtratsiya qilish va tashqi ta'sirlarni kompensatsiya qilish imkoniyatiga ega bo'lib, o'lchash aniqligini sezilarli darajada oshiradi [6].

Taklif etilgan modellar bo'yicha hisoblangan natijalarni ilgari bajarilgan tadqiqotlarimiz [7-10] asosida olib borildi, shuni alohida e'tirof etishimiz kerakki, qayd etilgan eksperimental ma'lumotlar bilan ilgari olingan va qo'llanilgan sig'imli sensorlarni taqqoslaganimizda, shu narsa ma'lum bo'ldiki, mahsulot namligini (ko'mir) olingan natijalar o'zaro deyarli bir xil tendensiyaga ega va juda yuqori darajada yaqinlik namoyish etdi. Bu holat metodologiyaning universalligi va sensor tanlashda model parametrlarini o'lchanadigan mahsulotga mosligini va uning tarkibiy qismi bir xilligini isbotladi.

Bu degan sun'iy intellekt elementlari va statistik qayta ishlash usullarining qo'llanilishi dielektrik sensorlar asosida yuqori ishonchli namlik nazoratini ta'minlashga xizmat qilishiga olib keladi [11-13].

Shu bilan birga, mavjud tadqiqotlarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, ko'mir namligini dielektrik o'tkazuvchanlik o'zgarishi asosida aniqlovchi intellektual sensor tizimlarini takomillashtirish, xususan, matematik modellarni aniqlashtirish va sezgirlik koeffitsientlarini baholash masalalari yetarlicha o'rganilmagan. Bu esa ushbu yo'nalishda qo'shimcha ilmiy tadqiqotlar olib borish zarurligini ko'rsatadi.

Tadqiqot obyekti va predmeti

Ushbu ilmiy tadqiqotning ob'ekti energetika va konchilik sohalarida qo'llaniladigan turli markali ko'mir namunalari hisoblanadi. Tadqiqotda ko'mirning tabiiy va texnologik namlikka ega bo'lgan holatlari ko'rib chiqilib, uning fizik-ximik xossalari ta'sir etuvchi omillar inobatga olingan. Ko'mir namunalari turli namlik darajalarida tadqiq qilinib, ularning dielektrik xossalari o'zgarishlar eksperimental va nazariy jihatdan tahlil qilingan.

Tadqiqotning predmeti ko'mir namligining o'zgarishiga bog'liq holda dielektrik o'tkazuvchanlikning o'zgarish qonuniyatlari hisoblanadi. Bunda namlik miqdori bilan dielektrik o'tkazuvchanlik o'rtasidagi bog'liqlik, shuningdek, harorat, zichlik va ko'mir tarkibining bir jinsli emasligi kabi omillarning ushbu bog'liqlikka ta'siri o'rganilgan. Mazkur predmet doirasida dielektrik o'tkazuvchanlikni o'lchash orqali ko'mir namligini aniqlash imkoniyatini beruvchi matematik modellar va intellektual sensor tizimlarining ishlash prinsiplari tadqiq etilgan.

Ushbu ob'ekt va predmetni aniq belgilash ko'mir namligini dielektrik usul asosida yuqori aniqlik bilan aniqlashga qaratilgan ilmiy yechimlarni ishlab chiqish va sensor tizimini takomillashtirish uchun nazariy hamda amaliy asos yaratadi.



Matematik modellashirish

Ko'mir namligini dielektrik o'tkazuvchanlik o'zgarishi asosida aniqlash usuli suv va ko'mir quruq moddasining dielektrik xossalari o'rtasidagi katta farqqa asoslanadi. Ma'lumki, suvning nisbiy dielektrik o'tkazuvchanligi ($\epsilon_s \approx 81$) ko'mirning quruq qismi dielektrik o'tkazuvchanligiga ($\epsilon_0 \approx 3-5$) nisbatan ancha yuqori hisoblanadi [4]. Shu sababli ko'mir tarkibidagi namlik miqdorining o'zgarishi uning umumiy dielektrik o'tkazuvchanligida sezilarli o'zgarishlarni keltirib chiqaradi.

Dielektrik o'tkazuvchanlik va namlik bog'liqligi. Ko'mir namligi W va dielektrik o'tkazuvchanlik ϵ o'rtasidagi bog'liqlikni birinchi yaqinlashuvda quyidagi chiziqli model bilan ifodalash mumkin:

$$\epsilon(W) = \epsilon_0 + k \cdot W \quad (1)$$

bu yerda: ϵ_0 — quruq ko'mirning dielektrik o'tkazuvchanligi; W — ko'mir namligi, %; k — namlikka nisbatan dielektrik o'tkazuvchanlikning sezgirlik koeffitsienti.

Ekspirimental tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, namlikning 0–20 % oralig'ida ushbu chiziqli yaqinlashuv amaliyot uchun yetarli aniqlikni ta'minlaydi [5].

Harorat va zichlik ta'siri. Amaliyotda dielektrik o'tkazuvchanlikka harorat T va ko'mir zichligi ρ ham ta'sir ko'rsatadi. Ushbu ta'sirlarni hisobga olgan holda model quyidagi ko'rinishga keltirilishi mumkin:

$$\epsilon(W, T, \rho) = \epsilon_0 + k_T \cdot (T - T_0) + k_\rho (\rho - \rho_0) \quad (2)$$

bu yerda: k_W — namlikka nisbatan sezgirlik koeffitsienti; k_T — harorat ta'sir koeffitsienti; k — zichlik ta'sir koeffitsienti; T_0, ρ_0 — etalon harorat va zichlik qiymatlari.

Intellectual sensor tizimida ushbu koeffitsientlar adaptiv kalibrovka orqali aniqlanib, tashqi ta'sirlarni kompensatsiya qilish imkonini beradi.

Sezgirlik koeffitsientlari. Dielektrik sensorning namlikka nisbatan sezgirligi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$S_w = \frac{\partial \epsilon}{\partial W} = k_w \quad (3)$$

Sezgirlik koeffitsienti qiymati sensor geometriyasi, ishchi chastota va elektromagnit maydon konfiguratsiyasiga bog'liq bo'lib, uning oshirilishi o'lchash aniqligini yaxshilaydi. Intellectual qayta ishlash algoritmlari orqali sezgirlikning barqarorligini ta'minlash mumkin [6].

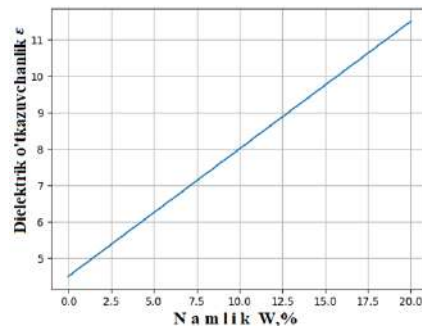
O'lchash xatoligini baholash

Ko'mir namligini aniqlashda umumiy nisbiy xatolik quyidagi ifoda bilan baholanadi:

$$\delta_w = \sqrt{\left(\frac{\Delta \epsilon}{k_w}\right)^2 + \left(\frac{\partial W}{\partial T} \Delta T\right)^2 + \left(\frac{\partial W}{\partial \rho} \Delta \rho\right)^2} \quad (4)$$

bu yerda: — dielektrik o'tkazuvchanlikni o'lchash xatoligi; , — harorat va zichlikni o'lchash xatoliklari.

Intellectual filtratsiya va kompensatsiya algoritmlarini qo'llash orqali umumiy xatolikni 10–20 % gacha kamaytirish imkoniyati mavjud.



Rasm 1. Ko'mir namligi va dielektrik o'tkazuvchanlik o'rtasidagi bog'liqlik





1-rasmda ko'mir namligi W va dielektrik o'tkazuvchanlik ε o'rtasidagi bog'liqlik keltirilgan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, namlikning ortishi bilan dielektrik o'tkazuvchanlik qariyb chiziqli ravishda ortib boradi. Bu holat dielektrik usul asosida ko'mir namligini tezkor va uzluksiz nazorat qilish imkoniyatini tasdiqlaydi.

Intellektual sensor tizimining funksional tuzilishi

Ko'mir namligini dielektrik o'tkazuvchanlik o'zgarishi asosida aniqlash uchun ishlab chiqilgan intellektual sensor tizimi ko'p bosqichli funksional tuzilmaga ega bo'lib, u o'lchash, qayta ishlash va qaror qabul qilish bosqichlarini qamrab oladi. Bunday yondashuv o'lchash aniqligini oshirish, tashqi ta'sirlarni kompensatsiya qilish va tizimning ishonchliligini ta'minlash imkonini beradi.

Sensor tizimining umumiy tuzilishi

Intellektual sensor tizimi quyidagi asosiy funksional bloklardan iborat:

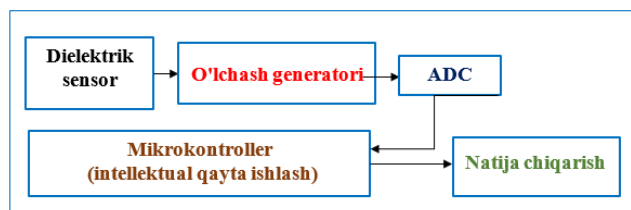
- Dielektrik sezgir element
- O'lchash generatori va chastota shakllantirgich
- Signalni raqamlashtirish moduli (ADC)
- Mikrokontroller (intellektual qayta ishlash bloki)
- Harorat va zichlik sensorlari
- Adaptiv kalibrovka va kompensatsiya algoritmlari
- Natijani chiqarish va ma'lumot uzatish moduli

Dielektrik sezgir element elektromagnit maydon ta'sirida ko'mir namunasining ekvivalent dielektrik o'tkazuvchanligini qabul qiladi. Namlik o'zgarishi hisobiga elektr sig'imi yoki rezonans chastotasi o'zgaradi va bu o'zgarish o'lchash signali sifatida qayd etiladi [4].

Ko'mir namligini dielektrik o'tkazuvchanlik o'zgarishi

asosida aniqlovchi intellektual sensor tizimining funksional sxemasi 2 rasmda keltirilgan. Sxemada dielektrik sensordan olingan signal o'lchash generatori va ADC orqali mikrokontrollerga uzatilib, intellektual qayta ishlash natijasida kompensatsiya qilingan namlik qiymati shakllantiriladi.

2-rasm. Ko'mir namligini aniqlovchi intellektual dielektrik sensor tizimining funksional sxemasi



Funksional sxema tavsifi

Dielektrik sensor chiqish signali quyidagi funksional bog'lanish orqali ifodalanadi:

$$U_s = f(\varepsilon) \quad (5)$$

bu yerda U_s — sensor chiqish kuchlanishi, ε — ko'mirning ekvivalent dielektrik o'tkazuvchanligi.

Mikrokontrollerda ushbu signal raqamlashtirilib, namlik qiymati quyidagi teskari bog'lanish orqali aniqlanadi:

$$W = \frac{\varepsilon - \varepsilon_0}{k_w} \quad (6)$$

Bunda harorat va zichlik ta'sirini hisobga olish uchun kompensatsiya qilingan namlik qiymati hisoblanadi:



$$W_c = W - a_T (T - T_0) - a_p (\rho - \rho_0) \quad (7)$$

bu yerda:

W_c — kompensatsiya qilingan namlik;

a_T, a_p — harorat va zichlik kompensatsiya koeffitsientlari.

Intellectual qayta ishlash algoritmlari

Intellectual sensor tizimida signallarni qayta ishlash quyidagi algoritmlar asosida amalga oshiriladi:

Birinchi qadam: Raqamli filtratsiya – shovqin va tasodifiy tebranishlarni kamaytirish

Ikkinchi qadam: Adaptiv kalibrovka – sensor parametrlarining vaqt bo'yicha o'zgarishini hisobga olish

Uchinchi qadam: Ko'p parametrlilik korreksiya – harorat va zichlik ta'sirini avtomatik kompensatsiya qilish

To'rtinchi qadam: O'z-o'zini diagnostika qilish – sensor ishonchiligi nazorat qilish

Bu algoritmlar natijasida o'lchash xatoligi pasayib, tizimning barqarorligi oshadi [6].

Intellectual sensor tizimining afzalliklari

Taklif etilayotgan intellectual sensor tizimi quyidagi ustunliklarga ega:

real vaqt rejimida uzluksiz o'lchash;

kontaktsiz va invaziv bo'lmagan nazorat;

tashqi omillarga nisbatan yuqori barqarorlik;

avtomatlashtirilgan nazorat tizimlariga integratsiya qilish imkoniyati.

Eksperimental natijalar

Ko'mir namligini dielektrik o'tkazuvchanlik o'zgarishi asosida aniqlash maqsadida laboratoriya sharoitida eksperimental tadqiqotlar o'tkazildi. Tadqiqotda ko'mir namunalarining namlik miqdori bosqichma-bosqich o'zgartirilib, har bir holat uchun dielektrik o'tkazuvchanlik qiymatlari o'lchandi. Eksperimentlar doimiy harorat sharoitida amalga oshirildi.

Eksperimental ma'lumotlar jadvali

1-jadvalda turli namlik qiymatlarida olingan eksperimental dielektrik o'tkazuvchanlik qiymatlari hamda ishlab chiqilgan matematik model bo'yicha hisoblangan natijalar keltirilgan.

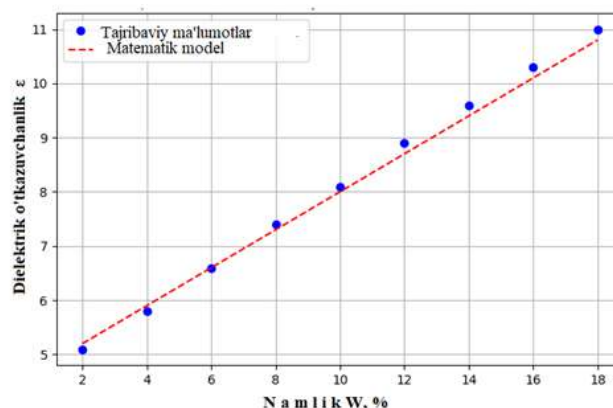
Jadval 1. Ko'mir namligi va dielektrik o'tkazuvchanlik qiymatlari

Namlik W, %	Eksperimental ε	Model bo'yicha ε
2	5.1	5.2
4	5.8	5.9
6	6.6	6.6
8	7.4	7.3
10	8.1	8.0
12	8.9	8.7
14	9.6	9.4
16	10.3	10.1
18	11.0	10.8

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, eksperimental natijalar va matematik model bo'yicha hisoblangan qiymatlar o'rtasidagi

farq katta emas va amaliyot uchun qabul qilinadigan darajada hisoblanadi.

Rasm 3. Eksperimental ma'lumotlar va matematik model bo'yicha ε -W bog'liqligining taqqoslanishi



Tajriba va model natijalarini taqqoslash. Eksperimental natijalar bilan matematik model bo'yicha hisoblangan qiymatlarni taqqoslash shuni ko'rsatadiki, o'rtacha nisbiy farq 3–5 % dan oshmaydi. Bu esa ishlab chiqilgan dielektrik modelning ko'mir namligini aniqlashda yetarlicha aniq ekanligini ko'rsatadi. Ayrim nuqtalarda kuzatilgan farqlar ko'mir tarkibining bir jinsli emasligi va o'lchash jarayonidagi tasodifiy omillar bilan izohlanadi.

Intellectual sensor tizimida adaptiv kalibrovka va kompensatsiya algoritmlarini qo'llash orqali ushbu farqlarni yanada kamaytirish mumkin. Olingan natijalar dielektrik o'tkazuvchanlikka asoslangan intellectual sensor tizimlari ko'mir namligini tezkor va ishonchli aniqlash uchun istiqbolli ekanligini tasdiqlaydi.

3-rasmda ko'mir namligi W va dielektrik o'tkazuvchanlik ε o'rtasidagi eksperimental ma'lumotlar hamda matematik model natijalarining taqqoslama grafigi keltirilgan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, namlikning ortishi bilan dielektrik o'tkazuvchanlik qariyb chiziqli qonuniyat asosida ortib boradi. Bu holat birinchi yaqinlashuvda qabul qilingan chiziqli modelning to'g'ri tanlanganligini tasdiqlaydi.

Natijalar va muhokama

Aniqlik. O'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, ko'mir namligini dielektrik o'tkazuvchanlik o'zgarishi asosida aniqlash usuli yetarlicha yuqori aniqlikni ta'minlaydi. Eksperimental ma'lumotlar bilan matematik model bo'yicha hisoblangan qiymatlar o'rtasidagi farq o'rtacha 3–5 % ni tashkil etdi. Bu ko'rsatkich laboratoriya sharoitida amalga oshiriladigan texnologik nazorat vazifalari uchun qabul qilinadigan darajada hisoblanadi.

O'lchash aniqligiga asosan dielektrik sensorning sezgirlik koeffitsienti, o'lchash chastotasi va tashqi omillar (harorat, zichlik) ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Intellectual qayta ishlash algoritmlarini qo'llash orqali ushbu omillarning salbiy ta'siri kamaytirilib, o'lchash natijalarining barqarorligi ta'minlandi.

Ustunliklar. Taklif etilgan dielektrik o'tkazuvchanlikka asoslangan intellectual sensor tizimi mavjud namlikni



o'lchash usullariga nisbatan qator ustunliklarga ega:

o'lchashning yuqori tezkorligi va real vaqt rejimida ishlash imkoniyati;

kontaktsiz va invaziv bo'lmagan nazorat;

konstruktiv soddalik va energiya sarfining kamligi;

avtomatlashtirilgan nazorat va boshqaruv tizimlariga oson integratsiya qilinishi;

intellektual algoritmlar yordamida adaptiv kalibrovka va kompensatsiya imkoniyati.

Ushbu ustunliklar dielektrik usulni ko'mir namligini nazorat qilishda istiqbolli texnik yechim sifatida tavsiflash imkonini beradi.

Amaliyotda qo'llash imkoniyatlari (laboratoriya darajasida)

Olingan natijalar asosida ishlab chiqilgan intellektual sensor tizimi hozirgi bosqichda laboratoriya sharoitida sinovdan o'tkazish uchun mos hisoblanadi. Tizimni ko'mir namunalarini tahlil qilish, sensor parametrlarini kalibrovka qilish va matematik modelni aniqlashtirishda qo'llash mumkin.

Shu bilan birga, sanoat sharoitida qo'llashdan oldin qo'shimcha tadqiqotlar, xususan, keng namlik diapazonida, turli markali ko'mirlar uchun hamda tashqi muhit sharoiti o'zgaruvchan bo'lgan hollarda sinovlar o'tkazish zarur. Bu esa tizimning amaliyotda ishonchligini ta'minlashga xizmat qiladi.

Xulosalar

Ushbu tadqiqotning asosiy ilmiy yangiligi ko'mir namligini dielektrik o'tkazuvchanlik o'zgarishi asosida aniqlovchi intellektual sensor tizimini takomillashtirishdan iborat. Namlik va dielektrik o'tkazuvchanlik o'rtasidagi bog'liqlik uchun matematik model taklif etildi hamda tashqi omillarni hisobga oluvchi kompensatsiya usullari ishlab chiqildi.

Olingan natijalar ko'mir namligini tezkor va yetarlicha aniq aniqlash imkonini beruvchi sensor tizimlarini yaratishda amaliy ahamiyatga ega. Taklif etilgan yondashuv energetika va konchilik sohalarida laboratoriya nazorati, texnologik jarayonlarni optimallashtirish hamda avtomatlashtirilgan nazorat tizimlarini rivojlantirishda qo'llanilishi mumkin.



Adabiyotlar ro'yxati

1. Speight J.G. Handbook of Coal Analysis. – Hoboken: Wiley, 2015.2. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119039890>

2. ISO 589:2008. Hard coal — Determination of total moisture. DOI: <https://doi.org/10.3403/30158947>

3. Kuang B., Mouazen A.M. Non-destructive moisture content determination of granular materials using spectroscopy. Biosystems Engineering, 2013, vol. 114, no. 2, pp. 193–201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2012.11.002>

4. Nelson S. O. Dielectric properties of agricultural products and some applications. IEEE Transactions on Electrical Insulation, 1991, vol. 26, no. 5, pp. 845–869. DOI: <https://doi.org/10.1109/14.90323>

5. Kraszewski A., Nelson S. O. Composite model of the complex permittivity of granular materials. Journal of Agricultural Engineering Research, 1992, vol. 53, no. 3, pp. 211–219. DOI: [https://doi.org/10.1016/0021-8634\(92\)80063-4](https://doi.org/10.1016/0021-8634(92)80063-4)

6. Frank R., Wang L. Intelligent sensor systems for industrial applications. Sensors, 2018, vol. 18, no. 8, 2612. DOI: <https://doi.org/10.3390/s18082612>

7. Каландаров П.И., Абдуллаев. Х. Х. Математическая модель диэлектрической проницаемости влажности биомассы как объектов информационно-измерительной системы. Математическое и программное обеспечение в промышленной и социальной сферах. 2023. Т.11. №1 с.13-17.

8. Kalandarov P.I., Iskandarov B.P. Measurement Techniques. Physicochemical measurements: measurement of the moisture content of brown coal from the angrensk deposit and problems of metrological assurance. 2012. T. 55. № 7. C. 845-848.

9. Каландаров П.И., Искандаров Б. П. Измерения влажности бурого угля Ангренского месторождения и проблемы метрологического обеспечения. Измерительная техника. 2012. № 7. С. 70-72.

10. Искандаров Б.П., Каландаров П.И. Горно-обогаительный комплекс «Хандиза» и система автоматизации производственных процессов добычи и обогащения руды. Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2011. № 1-2. С. 42-52.

11. Kalandarov P.I., Iskandarov B.P. Ophysicochemical measurements: measurement of the moisture content of brown coal from the angrensk deposit and problems of metrological assurance. Measurement Techniques. 2012. T. 55. № 7. C. 845-848.

12. Искандаров Б.П., Каландаров П.И. Автоматический контроль влажности твёрдых сыпучих материалов в технологическом потоке. Электротехнические системы и комплексы. 2012. № 20. С. 303-308.

13. Каландаров П.И., Кореньков М.С., Рожнов А.П. Инновация в электроэнергетике и в технологии ведения горных работ на разрезе «Ангренский». Рудник будущего. 2010. № 2. С. 63-67.

SUYUQLIKLARDA pH PARAMETRNI O'LCHASHNING AHAMIYATI VA USULLARI

Nuriddin RAYMJONOV,
O'zbekiston milliy metrologiya instituti
bosh metrologi

Annotatsiya. pH parametri suyuqliklarning kislotali yoki ishqoriy darajasini ifodalovchi eng muhim kimyoviy ko'rsatkichlardan biri hisoblanib, uni aniq va ishonchli o'lchash sanoat, tibbiyot, ekologiya, qishloq xo'jaligi sohalarida hal qiluvchi ahamiyatga ega.

U eritmadagi vodorod ionlari konsentrasiyasini manfiy logarifm ko'rinishida ifodalaydi. Bu o'lchash moddaning kimyoviy jihatdan qanday harakat qilishini tushunishga imkon beradi.

Mazkur maqolada tahlil jarayonida pH o'lchashlari muhimligini ochib berishga harakat qilingan.

Kalit so'zlar: pH, pH-metr, kislota, ishqor, atsidoz, alkaloz, spektr, kaliy, natriy, elektrod, selektiv, ion, potentsial, harorat, bufer eritmasi.

Аннотация. Параметр pH является одним из важнейших химических показателей, характеризующих степень кислотности или щёлочности жидкостей, и его точное и надёжное измерение имеет решающее значение в промышленности, медицине, экологии и сельском хозяйстве.

Он выражается в виде отрицательного



логарифма концентрации ионов водорода в растворе. Такое измерение позволяет понять химическое поведение вещества.

В данной статье в процессе анализа предпринята попытка раскрыть важность измерений pH.

Ключевые слова: pH, pH-метр, кислота, щёлочь, ацидоз, алкалоз, спектр, калий, натрий, электрод, селективный, ион, потенциал, температура, буферный раствор

Annotation: The pH parameter is one of the most important chemical indicators that characterizes the acidity or alkalinity level of liquids, and its accurate and reliable measurement is of critical importance in industry, medicine, ecology, and agriculture.

It is expressed as the negative logarithm of the concentration of hy-



drogen ions in a solution. This measurement makes it possible to understand the chemical behavior of a substance.

In this article, an attempt is made to highlight the importance of pH measurements through analytical discussion.

Keywords: pH, pH meter, acid, alkali (base), acidosis, alkalosis, spectrum, potassium, sodium, electrode, selective, ion, potential, temperature, buffer solution.

Kirish

pH darajasini saqlash, ya'ni suyuqliklarda vodorod ionlar sonini o'zgarimas qilib o'lchab turish sanoatning ko'plab tarmoqlarida, ayniqsa kimyo sanoati, oziq-ovqat ishlab chiqarish va atrof-muhitni muhofaza qilish sohalarida hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi, chunki u laboratoriya tadqiqotlari natijalarining sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatishi mumkin.

pH dagi hatto kichik o'zgarishlar ham tahliliy natijalar aniqligida sezilarli farqlarga olib kelishi mumkin.

Misol uchun: Kislotali muhitda vodorod ionlari konsentratsiyasi yuqori bo'ladi, jumladan, tuz kislotasi (HCl) suvda to'liq dissotsiatsiyalanadi:

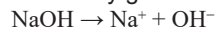
Agar $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ bo'lsa, pH = 2 ga teng bo'ladi. Bunday muhit



metall yuzalarini tozalash, galvanik qoplamadan oldingi jarayonlarida qo'llaniladi.

Oziq-ovqat sanoatida esa limon kislotasi ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) eritmaları pHni pasaytirish uchun ishlatiladi, bu esa mahsulotni mikrobiologik buzilishdan saqlaydi.

Ishqoriy muhitda gidroksid ionlari konsentratsiyasi yuqori bo'ladi. Natriy gidroksidi quyidagicha dissotsiatsiyalanadi:



$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$, $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ (25°C). Agar $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ bo'lsa, pH = 11 ni tashkil qiladi.

Bunday ishqoriy muhit sovun ishlab chiqarishda, qog'oz



va to'qimachilik sanoatida muhim ahamiyatga ega.

pH parametri 0-14 pH diapazonda hamda 7 dan past kislotali 7 dan yuqori ishqorli ekanligi, shuningdek, pHning qiymati tushishi kislota holati va yuqorilashishi ishqoriy muhitlarni o'zgarib borishiga olib kelishini hisobga olib uni aniq o'lchash katta ahamiyatga ega.

Bundan tashqari, Tibbiyot va biologiyada pHni o'lchash sohasida, jumladan, inson qonining normal pH qiymati 7.35–7.45 oralig'ida bo'lib, qondagi asosiy bufer tizim quyidagicha ifodalanadi:



pH me'yordan og'ishi atsidoz yoki alkaloz holatlarini keltirib chiqaradi.

Izoh:

1) Atsidoz, bu – organizmda (asosan qonda) kislotalikning oshishi, ya'ni pH qiymatining me'yordan pasayishi bilan xarakterlanadigan holatdir.

2) Alkaloz, bu – organizmdagi kislota-ishqor muvozanatining buzilishi bo'lib, qon va to'qimalarda ishqoriy muhitning ortib ketishi bilan xarakterlanadi.

Amaliyotda ishlab chiqarish zaruriyatidan kelib chiqqan holda turli pH-metrlardan foydalaniladi. Ularni shartli ravishda 5 turga bo'lish mumkin.

Bular:

1) Elektrodli (klassik potensiometr, «shisha elektrod»)

Elektrodli pH-metrning asosi — o'lchash elektrod va tayanch (reference) elektrod o'rtasidagi potentsiallar farqini o'lchashdir. Shisha membrana tashqi/ichki muhitdagi H^+ ionlari aktivligiga sezgir bo'lib, membrana yuzasida ion almashinuvi hisobiga potentsial hosil qiladi. pH-metr shu potentsialni o'lchab, Nernst qonuniyati (tenglamasi) [1] asosida pH ko'rsatkichiga aylantiradi.

Nernst tenglamasiga ko'ra shisha pH-elektrod potentsiali membrana ikki tomonidagi vodorod ionlari aktivligi farqiga bog'liq bo'lib, membrana yuzasida H^+ ionlarining almashinuvi natijasida potentsial hosil qiladi; shuning uchun elektrod potentsiali E_{H^+} aktivligi ortishi bilan logarifmik tarzda o'zgaradi va pH bilan to'g'ri chiziqli bog'lanish hosil qiladi. Formulasi:

$$E = E' - \frac{2.303 RT}{F} \text{pH}$$



pH-metrlarni umumiy ko'rinishi

2) Ion-selektivli (membrana potentsialiga asoslangan)

Ion-selektivli elektrodlar (ISE) umumiy prinsipda membrana potentsialiga tayanadi: ma'lum bir ion (H^+ yoki boshqa ionlar) membrana bilan selektiv o'zaro ta'sirga kirishib, membrana ikki tomonida potentsial farq hosil qiladi. pH o'lchashda ham shisha membrana — H^+ uchun selektiv membrana, ammo amaliyotda «ion-selektivli» deb, ko'pincha shisha bo'lmagan sensorlar (masalan, surma elektrod, polimer membranali ISE va h.k.) ham alohida guruh sifatida qaraladi.

Bu turning mohiyati: selektivlik membrana material tarkibi bilan belgilanadi. Ayrim muhitlarda (yuqori harorat, mexanik zarba, ftoridli yoki agressiv muhit) shisha elektrod muammoli bo'lsa, alternativ ISE yechimlar tanlanadi.

3) Optik (spektr o'zgarishiga asoslangan)

Optik prinsipda pH-o'lchashda moddaning optik xossasi o'lchanadi, ya'ni indikator pHga qarab shakl zaryad holatini o'zgartiradi va bu yutilish (absorbance), fluoressensiya yoki spektr siljishiga olib keladi. Optik pH sensorlar elektr shovqini, elektromagnit induksiya ta'siri kam bo'lgan muhitlarda, shuningdek, uzoqdan/onlayn monitoring uchun qulaydir.

4) ISFET (Ion-Sensitive Field-Effect Transistor)

ISFET — bu ion-sezgir maydon-effekt tranzistori, ya'ni kremniy asosidagi mikrosxema sensori. Unda metall «ko'prik» o'rnini ion-sezgir izolyatsion qatlam (Si_3N_4 , Al_2O_3 va h.k.) egallaydi; eritmada H^+ aktivligi ko'prik yuzasidagi zaryad holatini o'zgartiradi va bu tranzistor kanali tokini o'zgartirib, pHga proporsional signal hosil qiladi.

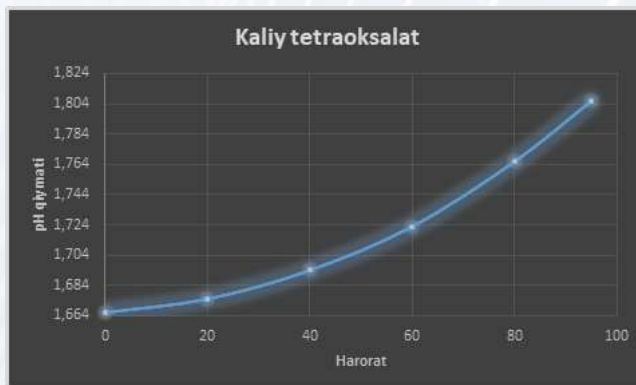
ISFETning kuchli tomoni — mexanik jihatdan mustahkam, javobi tez, miniatyuralashtirish va ko'chma/onlayn qurilmalarga integratsiya qilish oson.

5) Kolorimetrik (rang intensivligiga asoslangan)

Kolorimetrik usulda eritmaga pH-indikator qo'shiladi (yoki test-strip/qog'oz), pHga qarab rang o'zgaradi. O'lchash «ko'z bilan taqqoslash» yoki qurilmada rang intensivligi kanallari (RGB) yoki fotometr orqali amalga oshiriladi.

Shuningdek, pH-parametr suyuqlikning haroratini o'zgarishi bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'liqdir, misol uchun, kaliy tetraoksalat ($\text{KH}_3(\text{C}_2\text{O}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 0°C da 1,666 pH bo'lsa, 20°C da 1,675 pH, 95°C da 1,806 pHni tashkil etib, boshlang'ich nuqtadan 2,4 % o'zgarishini ko'rish mumkin

pH qiymatining haroratga bog'liqligi.

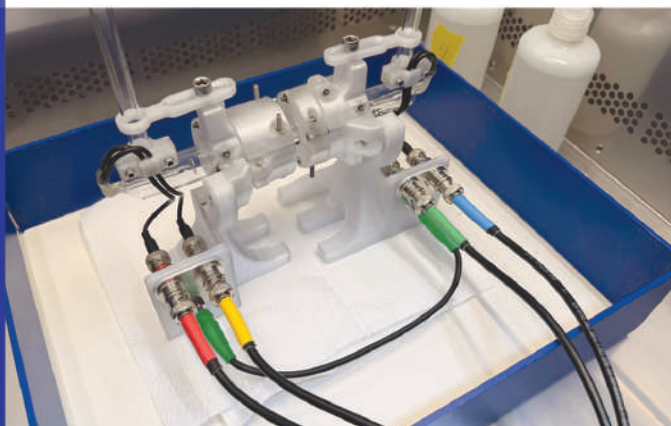


Shuning uchun pH parametrni o'lchashda laboratoriya sharoitida haroratni o'zgarishiga alohida ahamiyat berish lozim bo'ladi.

Barcha bufer eritmalarni tayyorlash va ularni haroratga bog'liqligini tasvirovchi jadvallar OIML R 54 [2] va GOST 8.134 [3] hujjatlarida keltirilgan.

pHni noto'g'ri o'lchash (yoki noto'g'ri talqin qilish) ko'p sohada zanjirli xatolarga olib keladi. Misol uchun:

Texnologik jarayon buzilishi: Neytrallashtirish, fermentatsiya, ekstraktsiya, koagulyatsiya/flokulyatsiya, rang berish, yopishqoqlik va boshqa jarayonlarda pH asosiy



parametr hisoblanib, pHni noto'g'ri o'lchanishida – reaksiya tezligi o'zgaradi, chiqim (yield) tushadi, mahsulot sifatdan chiqadi.

Kimyoviy dozlash xatosi: kislota/ishqor (HCl/NaOH va h.k.) dozasi noto'g'ri tanlanadi – ortiqcha sarf, quvur-uskunada shikast, xavfsizlik xatarlari.

Korroziya va uskuna eskirishi: pH me'yordan chiqsa, metall korroziyasi kuchayadi, qoplamalar zararlanadi, nasos/quvur/reaktor umri qisqaradi.

Suv va atrof-muhitga yetkaziladigan zarar: oqova suvda pH noto'g'ri baholansa, me'yordan chiqib ketgan oqava bo'lishi, ekologik jarima va litsenziya/ruxsatnomalar bo'yicha muammolar kelib chiqishi mumkin.

Oziq-ovqat va farmasevtikada xavf: mikrobiologik barqarorlik, konservantlar samarasi, dori/eritma barqarorligi pHga bog'liq. Xato o'lchashlar → saqlanish muddati kamayishi, xavfsizlik va sifat muammolari.

3-rasm. pH-metrlarni tasniflari

pH-metr turlari	Ishtirak prinsipi	Afzalligi	Kamchiligi
Elektrodlil	Potensial farsli	Yuqori aniqlik Keng qo'llanilishi Nisbi o'rta	Elektrodlil muntazam kalibrlash lozim Tashqi (mexanik) ta'sirga sezgirlik Shisha nosik: ifloslanish/qariqlik
Ion-selektiv	Ionbrana potentsiali	Yuqori selektiv Spetsifik ion muhitida ishlashga moslangan	Nisbi qimmat Interferentsiyalar (boshqa ionlar): ion kuchlanishi va matritsa ta'siri droyf bo'lishi mumkin
Optik	Spektr o'zgarishi (optik zichlik)	Elektrodlil karam emas Aggressiv muhitda ishlashga moslangan Uzoq muddatda ishlaydi	Aniqlik past Optik sistema qimmat
ISFET	Yarim o'tkazgich effekti	Tez natija ko'rsatadi Mexanik barqaror Kichik o'lcham	Haroratga sezgir Doimiy kalibrlash (sozlash) talab qiladi
Kolorimetrik	Rang intensivligi	Oddiy va arzon Dala sharoitida ishlashga moslangan	Subyektiv xatolik ehtimoli yuqori Aniqlik past



Tahlillar natijalari pH-metrlarni ishlash prinsipiga ko'ra tanlashda asosiy omillar — o'lchash aniqligi, ishlash muhiti (agressivlik, matritsa ta'siri) va ekspluatatsion talablar (kalibrlash, barqarorlik) ekanini ko'rsatadi.

Elektrodlil (potensiometrik) pH-metrlar yuqori aniqligi va keng amaliyotda qo'llanilishi bilan ustun bo'lsa-da, muntazam kalibrlash zarurati, shisha elektrodning mexanik ta'sirga sezgirliги hamda ifloslanish/qariqlik natijasida xarakteristikalarining o'zgarishi ularning cheklovchi jihatlari.

Ion-selektiv va ISFET texnologiyalari maxsus qo'llanish holatlarida raqobatbardosh hisoblanadi: ion-selektiv sensorlar selektivligi yuqori bo'lgani bilan interferentsiya, ion kuchlanishi va matritsa ta'siriga sezgir; ISFET esa tezkorlik va mexanik barqarorlikni ta'minlaydi, biroq harorat ta'siri va davriy sozlash (kalibrlash)ga ehtiyoj yuqori.

Optik va kolorimetrik yondashuvlar elektrodga bog'liqlikni kamaytiradi va dala/onlayn monitoring uchun qulay, ammo optik tizimning qimmatligi va kolorimetrik usulning sub'ektiv xatolikka moyilligi hamda aniqlikning pastligi ularni asosan **ekspress nazorat** yoki dastlabki baholashda qo'llashga olib keladi.

Umuman, tahlil shuni ko'rsatadiki, **laboratoriya sharoitida elektrodlil pH-metrlar, maxsus ion muhitlari uchun ion-selektiv sensorlar, onlayn/portativ va tezkor monitoring uchun ISFET, masofaviy yoki elektromagnit shovqin yuqori bo'lgan tizimlarda optik, ekspress baholashda esa kolorimetrik usul** maqsadga muvofiq hisoblanadi.



Adabiyotlar ro'yxati

- <https://chemister.ru/Databases/Chemwords/words-description.php?dbid=1&id=125>
- OIML R 54 «pH Scale for aqueous solutions»
- GOST 8.134-2014 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Метод измерений pH на основе ячеек Харнеда

ISO/IEC 17025:2017 STANDARTI ASOSIDA LABORATORIYALARDA METROLOGIK KUZATUVCHANLIKNI TA'MINLASH MEXANIZMLARI

Nurillo PATIDINOV

- O'zbekiston milliy metrologiya instituti Andijon filiali
rahbari, Andijon davlat texnika instituti mustaqil tadqiqotchisi.

Annotatsiya: Ushbu maqola laboratoriya sinovlari va kalibrlash ishlarida metrologik kuzatiluvchanlikning (traceability) hal qiluvchi ahamiyatini yoritadi. Unda ISO/IEC 17025:2017 standartining metrologik kuzatuvchanlikni ta'minlashga qo'yadigan asosiy talablari, jumladan, o'lchash vositalarini kalibrlash, etalonlarning kuzatuvchanligi va kuzatuvchanlik zanjirini shakllantirish zarurati batafsil tushuntiriladi. Maqola yakunida esa metrologik kuzatuvchanlik buzilishi mumkin bo'lgan holatlar va uning laboratoriya faoliyatidagi muhim o'rni ta'kidlangan.

Kalit so'zlar: ISO/IEC 17025:2017 standarti, o'lchash natijasi, uzluksiz taqqoslash zanjiri, o'lchash vositalarini kalibrlash, akkreditatsiyalangan laboratoriyalar, aniqlik darajasi, o'lchash noaniqligi.

Аннотация: Данная статья освещает решающее значение метрологической прослеживаемости в лабораторных испытаниях и калибровке. В ней подробно разъясняются основные требования стандарта ISO/IEC 17025:2017 к обеспечению метрологической прослеживаемости, включая калибровку средств измерений, прослеживаемость эталонов и необходимость формирования цепочки прослеживаемости. В заключение статьи отмечаются обстоятельства, при которых может быть нарушена метрологическая прослеживаемость, и её важная роль в лабораторной деятельности.

Ключевые слова: стандарт ISO/IEC 17025:2017, результат измерения, непрерывная цепочка сличений, калибровка средств измерений, аккредитованные лаборатории, уровень точности, неопределённость измерений.

Abstract: This article highlights the crucial importance of metrological traceability in laboratory testing and calibration. It explains in detail the main requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard for ensuring metrological traceability, including the calibration of measuring instruments, the traceability of standards, and the need to establish a chain of custody. The article concludes with an overview of the situations in which metrological traceability may be violated and its important role in laboratory activities.

Keywords: ISO/IEC 17025:2017 standard, measurement result, continuous comparison chain, calibration of measuring instruments, accredited laboratories, accuracy level, measurement uncertainty.

Kirish

Bugungi globalashuv sharoitida laboratoriya sinovlari va kalibrlash natijalarining aniqligi hamda xalqaro miqyosda tan olinishi sanoat, sog'liqni saqlash, energetika va savdo sohalari uchun muhim omil hisoblanadi. Ushbu jarayonlarda metrologik kuzatuvchanlik asosiy tayanch tushuncha bo'lib, o'lchash natijalarining ishonchligini ta'minlaydi. ISO/IEC 17025:2017 standarti aynan shu talablarni tizimli ravishda joriy etishga qaratilgan.

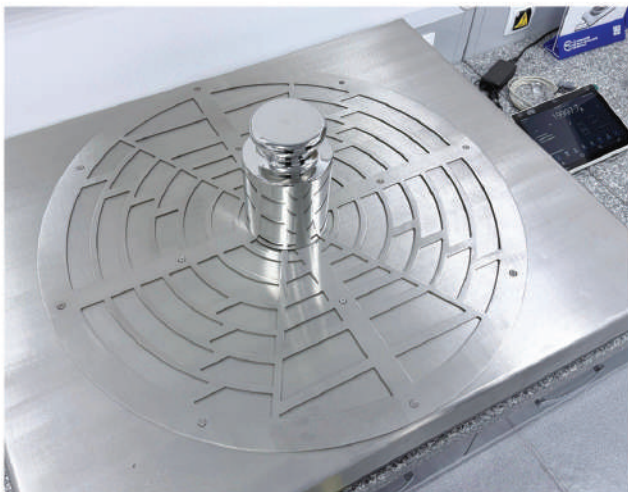
Zamonaviy metrologiya tizimida o'lchash natijalarining ishonchligi, aniqligi va o'zaro taqqoslanuvchanligini ta'minlash muhim ilmiy va amaliy vazifalardan biri hisoblanadi. Ushbu vazifani amalga oshirishda metrologik kuzatuvchanlik markaziy o'rin tutadi. Mazkur tushuncha o'lchashlar birligini ta'minlash tizimining asosiy elementlaridan biri sifatida xalqaro va milliy standartlarda keng yoritilgan.



2020 yil 7-apreldagi O'zbekiston Respublikasining «Metrologiya to'g'risidagi» qonuniga asosan, metrologik kuzatuvchanlik – bu o'lchash natijasining hujjatlashtirilgan uzluksiz kalibrlashlar ketma-ketligi orqali etalonga bog'lash mumkin bo'lgan xossasi[1].

Xalqaro metrologiya atamaları lug'ati - VIM (ISO/IEC Guide 99) ga muvofiq, metrologik kuzatuvchanlik o'lchash natijasining uning o'lchash noaniqliklari hisobga olingan holda, hujjatlashtirilgan va uzluksiz kalibrlashlar yoki solishtirishlar zanjiri orqali belgilangan etalonlarga, odatda xalqaro yoki milliy etalonlarga bog'lab chiqilishi mumkin bo'lgan xossasi sifatida ta'riflanadi. Ushbu ta'rif metrologik kuzatuvchanlikni asosiy mezonlari - uzluksizlik, hujjatlashtirish va etalonlarga bog'liqlikni aniq belgilab beradi [2].

ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) hujjatlarida metrologik kuzatuvchanlik laboratoriyalar faoliyatida o'lchash natijalarining xalqaro darajada tan olinishini ta'minlovchi asosiy shart sifatida qaraladi. Xususan, ILAC P10 va ILAC G24 hujjatlarida kalibrlashlar zanjirining har bir bosqichi tegishli etalonlarga bog'langan bo'lishi va o'lchash noaniqligi baholangan holda rasmiy ravishda hujjatlashtirilishi lozimligi ta'kidlanadi. Bu talablar laboratoriyalararo natijalarning taqqoslanuvchanligini ta'minlashga xizmat qiladi [3], [4].



Metrologik kuzatuvchanlikning amaliy jihatdan ta'minlanishi ISO/IEC 17025 standarti talablarida ham o'z aksini topgan. Ushbu standartga muvofiq, sinov va kalibrlash laboratoriyalari o'z o'lchash natijalarining metrologik kuzatuvchanligini ta'minlashi shart bo'lib, bu holat akkreditatsiya jarayonida asosiy baholash mezonlaridan biri hisoblanadi. Standart talablariga ko'ra, qo'llaniladigan o'lchash vositalari kalibrlangan bo'lishi, kalibrlash natijalari esa milliy yoki xalqaro etalonlarga bog'langan bo'lishi lozim. Shu tariqa, metrologik kuzatuvchanlik nazariy metrologiyaning muhim tushunchasi bo'lish bilan birga, o'lchash natijalarining ishonchilligi, sifat menejmenti tizimlarining samaradorligi hamda xalqaro texnik hamkorlikda natijalarning tan olinishini ta'minlovchi hal qiluvchi omil sifatida namoyon bo'ladi.

Metrologik kuzatuvchanlikni ta'minlash jarayonida zamonaviy texnologiyalar va usullarni joriy etish, ayniqsa



avtomatlashtirish, laboratoriya samaradorligini oshirishga yordam beradi. Shu bilan birga, soha mutaxassislari o'lchov uskunalarining asosiy funksiyalarini mukammal tushunishi zarur, bu ularga ish jarayonlarini optimallashtirish va o'zaro taqqoslash zanjirini yanada ishonchli qilish imkonini beradi.

ISO/IEC 17025:2017 standartida metrologik kuzatuvchanlikni ta'minlash uchun maxsus ko'rsatmalar va tavsiyalar berilgan bo'lib, bu laboratoriyalarni yuqori sifatli o'lchash natijalarini taqdim etishga tayyorlashda muhim ahamiyatga ega. Metrologik kuzatuvchanlikni yaxshilash uchun laboratoriyalar milliy va xalqaro standartlar bilan davomli hamkorlik o'rnatishi lozim.

Bundan tashqari, me'yoriy hujjatlar va standartlarga mos ravishda o'lchash vositalarining kalibrlash muddatlarini tizimli ravishda monitoring qilish, o'lchash natijalarining aniqligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. O'lchash noaniqligini kamaytirish maqsadida, laboratoriya boshqaruv tizimida doimiy ravishda ichki va tashqi sifat nazoratini amalga oshirish, shuningdek, malakali kadrlarni tayyorlash imkoniyatlarini kengaytirish zarur. Metrologik kuzatuvchanlikni ta'minlash va ISO/IEC 17025:2017 standartiga rioya qilish - bu har safar o'lchash natijalarining yuqori aniqligini va xalqaro darajada tan olishni kafolatlashi bilan birga, laboratoriya ishining barqarorligini va raqobatbardoshligini ham oshiradi.

Sinov va kalibrlash laboratoriyalari quyidagi usullardan



biri yordamida o'lchash natijalari orqali xalqaro Birliklar Tizimiga (SI) mosligini kafolatlashi shart:

a) Layoqatli laboratoriya tomonidan amalga oshiriladigan kalibrlash usuli orqali;

b) Standart namunalarning attestasiyadan o'tkazilgan qiymatlarini sertifikatlashtirish (ISO 17034 talablarini bajaradigan standart namunalar ishlab chiqaruvchilar layoqatli ishlab chiqaruvchi sifatida e'tirof etiladi) va SI sistemasiga nisbatan metrologik kelib chiqishi orqali;

c) Milliy yoki xalqaro etalonlar bilan bevosita yoki bilvosita solishtirilgan SI sistemasi birligini to'g'ridan-to'g'ri amalga oshirish orqali.

Laboratoriyalarni metrologik kuzatuvchanligini namoyish etishi:

- ekspertlar tomonidan baholash jarayonidan o'tgan milliy metrologiya institutlari va vakolatli institutlar tomonidan ta'minlanadigan kalibrlash va o'lchash imkoniyatlari. Bu kabi ekspertlar tomonidan baholash CIPM MRA hujjati (xalqaro o'lchov va tarozilar qo'mitasining «Milliy etalonlarni va milliy metrologiya institutlari tomonidan beriladigan kalibrlash va o'lchash sertifikatlarini o'zaro tan olish to'g'risida kelishuv»)ga muvofiq o'tkaziladi.

- ILAC (Laboratoriyalarni akkreditatsiyadan o'tkazish xalqaro tashkiloti) kelishuvi yoki ILAC tan oladigan mintaqaviy kelishuvlar tatbiq qilinadigan akkreditatsiya bo'yicha organ tomonidan akkreditatsiyadan o'tkazilgan kalibrlash va o'lchash imkoniyatlarining metrologik kuzatuvchanligi tasdiqlaydi [5].

O'lchashlarning metrologik kelib chiqishini aniqlashni tatbiq qilishda o'lchashlardagi tizimli xatolarni hisobga olish imkonini beradigan bir necha mexanizm bor. ISO/IEC 17025:2017 standartida kuzatuvchanlik talablari ISO/IEC 17025 standarti metrologik kuzatuvchanlikni laboratoriya faoliyatining ajralmas qismi sifatida belgilaydi. Standart quyidagi asosiy jihatlarga alohida e'tibor qaratadi:

- o'lchash vositalarining kalibrlangan bo'lishi;

- etalonlarning milliy va xalqaro etalonlarga bog'liqligi;

- o'lchash noaniqligining baholanishi;

- hujjatlashtirish va yozuvlarni yuritish.

ISO/IEC 17025:2017 standarti laboratoriyalarga metrologik kuzatuvchanlikni ta'minlash uchun quyidagi asosiy talablarni qo'yadi:

1. O'lchash vositalarini kalibrlash:

- kalibrlash ishlari faqat metrologik jihatdan akkreditatsiyalangan laboratoriyalarda amalga oshirilishi kerak.

- kalibrlash protokollari metrologik kuzatuvchanlikni ko'rsatuvchi izohlar bilan rasmiylashtirilishi lozim.

2. Etalonlarning kuzatuvchanligi:

- etalon o'lchash vositalari xalqaro yoki milliy etalonlarga bog'langan bo'lishi kerak.

- etalonlar doimiy ravishda kalibrlanib turilishi va buning hujjatli dalillari mavjud bo'lishi lozim.

3. Kuzatuvchanlik zanjiri:

- har bir o'lchash vositasi orqali olingan natija xalqaro birliklar tizimi – SI birliklariga bog'langan bo'lishi kerak.

- har bir zanjir bo'g'inida aniqlik darajasi ko'rsatilgan bo'lishi va u hujjatlashtirilishi talab etiladi.

Masalan, Uzkoram Co sinov laboratoriyasi har bir sinov uskunasi uchun yillik kalibrlash jadvalini yuritadi. Kalibrlash ishlari O'zbekistondagi akkreditatsiyadan o'tgan kalibrlash markazlarida olib boriladi. Har bir kalibrlash sertifikatida etalon raqami, kuzatuvchanlik manbai (masalan, O'zbekmilliyetalon, PTB – Germaniya) va o'lchash noaniqligi ko'rsatiladi.

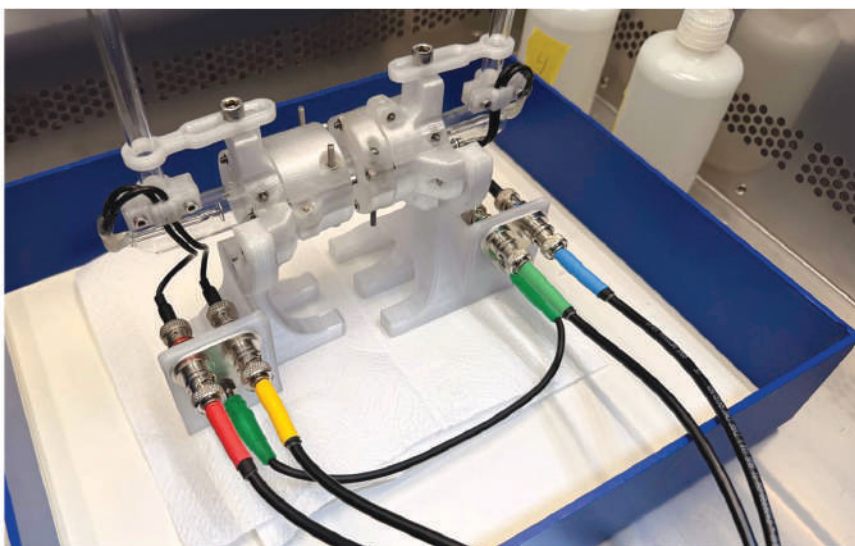
ISO/IEC 17025 talablariga muvofiq metrologik kuzatuvchanlikni ta'minlash laboratoriyalar uchun bir qator muhim afzalliklarni beradi:

Ishonchlilikni oshirish: O'lchash natijalarining ishonchliligi va aniqligi oshiriladi, bu esa mijozlarning laboratoriyaga bo'lgan ishonchini mustahkamlaydi.

Xalqaro tan olinish: Kuzatuvchanlikni ta'minlash xalqaro miqyosda o'lchash natijalarini tan olinishiga yordam beradi, bu esa xalqaro savdo va hamkorlikda muhim rol o'ynaydi.

Raqobatbardoshlik: Akkreditatsiyalangan va kuzatuvchanlikni ta'minlay oladigan laboratoriyalar bozorda raqobatbardosh ustunlikka ega bo'ladi.

Riskni kamaytirish: Noto'g'ri o'lchashlar bilan bog'liq bo'lgan iqtisodiy, huquqiy va xavfsizlik risklari minimallashtiriladi.



Sifat menejmenti tizimi: Kuzatuvchanlik talablari laboratoriyaning umumiy sifat menejmenti tizimining ajralmas qismi hisoblanadi, bu esa jarayonlarning samaradorligini oshiradi.

Metrologik kuzatuvchanlik quyidagi holatlarda buzilishi mumkin:

- kalibrlash oralig'ining uzaytirilishi yoki e'tibordan chetda qolishi;

- akkreditatsiyasiz tashkilotlar tomonidan bajarilgan kalibrlash;





- kalibrlash hujjatlarining to'liq yoki ishonchli bo'lmashligi;
- o'lchash vositasining noto'g'ri ishlatilishi yoki yaroqsiz holatga tushishi.

Xulosa qilib aytganda, metrologik kuzatuvchanlik laboratoriya faoliyatining ishonchliligi va samaradorligini belgilovchi asosiy omil hisoblanadi. ISO/IEC 17025:2017 standarti ushbu jarayonni tizimli va xalqaro talablar darajasida tashkil etish imkonini beradi. Standart talablariga rioya qilgan holda faoliyat yurituvchi laboratoriyalar o'z natijalarining aniqligi, obro'si va raqobatbardoshligini sezilarli darajada oshiradi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. 2020 yil 7-apreldagi O'zbekiston Respublikasining «Metrologiya to'g'risidagi» qonuni.
2. Xalqaro metrologiya atamaları lug'ati - VIM (ISO/IEC Guide 99)
3. ILAC P10 O'lchash natijalarini metrologik kuzatuvchanligini bo'yicha ILAC siyosati.
4. ILAC G24 O'lchash vositalarini kalibrlash intervalini aniqlash bo'yicha qo'llanma.
5. ISO/IEC 17025 Sinash va kalibrlash laboratoriyalarining kompetentligiga qo'yilgan talablar.
6. Kuldashvili J.U. «Sinov laboratoriyalarining ISO/



IEC 17025 xalqaro standart talablariga muvofiq faoliyat ko'rsatishini ta'minlash va takomillashtirish» //«Milliy standart» Ilmiy texnik jurnali. Toshkent 2023/4- son. 66-69 b.

7. Панфилов, С. Отценка результативности протсессов системы менеджмента качества / С.А. Панфилов, О.Б. Шекера, А.С. Саванин, А.В. Ермолин // Стандарты и качество. - 2010. - № 12. - С. 64-66.

8. Полойников, С.М. Система менеджмента испытательной лаборатории / С.М. Полойников, Е.Я. Биллер // Контроль качества продукции. - 2014. - № 11. -С. 48 - 54.

9. Bienkowska, A. The implementation of the management system in accordance with ISO/IEC 17025 in testing and calibration laboratories - the results of empirical research | [Wdrażanie systemu zarządoonekdzania według normy ISO/IEC 17025 w laboratoriach badawczych i wzorcujaogonekcyh – wyniki badan empirycznych] / A. Bienkowska // Przegląd Yelektrotechniczny.- 2012. – 88 (12B).-pp. 251 – 254





MAHSULOT ISHLAB CHIQRISHDA O'LGHASHLARNI SIFATINI OSHIRISHNING METROLOGIK TA'MINOTI

Nodir AVLIYAKULOV

- Buxoro davlat texnika universiteti, t.f.n., professor.

Muazzam ACHILOVA

- O'zbekiston milliy metrologiya instituti
Buxoro filiali mutaxassisi

Annotatsiya. Ishlab chiqarish korxonalarida sifatli mahsulotlarni chiqarish uchun ishonchli va aniq o'lchash natijalariga erishish lozim. Bunga esa metrologik ta'minotga qo'yilgan maqsad va vazifalarni amalga oshirish orqali erishiladi. Metrologik ta'minot ilmiy, me'yoriy, texnikaviy va tashkiliy asoslardan iborat bo'lib, quyidagi vazifalarni bajarishni nazarda tutadi: o'lchashlarning biriligidini ta'minlash; o'lchash vositalarini tanlash; turli o'lchash xatoliklarini aniqlash va bartaraf etish; o'lchash uslubiyotlaridan foydalanish; ishlab chiqarishda metrologik ishlarni tashkil etish va bajarish; o'lchash vositalarini qiyoslash va kalibrash; o'lchash natijalarini turli usullar bilan qayta ishlash; turli tarmoqlarda metrologik ta'minotning me'yoriy hujjatlaridan foydalanishga o'rgatish.

Mahsulot ishlab chiqarishni metrologik ta'minlash jarayonida talab qilingan sifat ko'rsatkichlariga har bir texnologik jarayonni nazorat qilish va o'lchashlarni bajarish orqali erishiladi. Mahsulot sifat ko'rsatkichlarini aniqlashning ishonchiligi mavjud metrologik ta'minot darajasiga bog'liq.

Kalit so'zlar: metrologik ta'minot; o'lchash natijalari; o'lchash; o'lchash vositalari; mahsulot; mahsulotning sifat ko'rsatkichlari; ishlab chiqarish; metrologik xizmat; sinov natijalari; sifatni boshqarish.

Аннотация. Для изготовления качественной продукции на производственных предприятиях должны быть достигнуты достоверные и точные результаты измерений. А этого можно достичь путём реализации поставленных перед метрологическим обеспечением целей и задач. Метрологическое обеспечение состоит из научных, нормативных, технических и организационных основ и предусматривает выполнение таких задач, как обеспечение единства измерений, выбор средств измерений, выявление и устранение различных погрешностей измерений, использование методик измерений, организация и выполнение метрологических работ на производстве, поверка и калибровка средств измерений, обработка результатов измерений различ-

ными методами, обучение использованию нормативных документов метрологического обеспечения в различных отраслях.

Требуемые показатели качества в процессе метрологического обеспечения производства продукции достигаются с помощью осуществления контроля каждого технологического процесса и выполнения измерений. Надёжность определения показателей качества продукции зависит от уровня имеющегося метрологического обеспечения.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение; результаты измерений; измерение; средства измерений; продукция; показатели качества продукции; производство; метрологическая служба; результаты испытаний; управление качеством.

Abstract: To produce high-quality products, production enterprises must achieve reliable and accurate measurement results, which requires the implementation of the goals and objectives set for metrological support. Metrological support consists of scientific, regulatory, technical, and organizational foundations and involves the following activities: ensuring the uniformity of measurements, selecting measurement instruments, identifying and eliminating various measurement errors, using measurement methods, organizing and conducting metrological activities in production, verifying and calibrating measurement instruments, processing measurement results using various methods, and training in the use of regulatory documents for metrological support in various. The required quality indicators in the process of metrological support of product production are achieved by performing control measurements of each technological process. The accuracy of determining the quality indicators of products depends on the level of available metrological support.

Keywords: metrological support; measurement results; measurement; measuring instruments; products; product quality indicators; production; metrological service; test results; quality management.



Kirish

Ishlab chiqarish korxonalarda ishonchli va aniq o'lchash natijalariga erishish sifatli mahsulotlarni chiqarishga kafolat beradi. Bunga erishish uchun metrologik ta'minotga qo'yilgan maqsad va vazifalarni amalga oshirish lozim.

Metrologik ta'minotning o'z oldiga qo'ygan asosiy maqsadi quyidagilarni o'z ichiga oladi: o'lchashlarning biriligidini ta'minlash; o'lchash vositalarini tanlash; turli o'lchash xatoliklarini aniqlash va bartaraf etish; o'lchash uslubiyotlaridan foydalanish; ishlab chiqarishda metrologik ishlarni tashkil etish va bajarish; o'lchash vositalarini qiyoslash va kalibrlash; o'lchash natijalarini turli usullar bilan qayta ishlash; turli tarmoqlarda metrologiya ta'minotining me'yoriy hujjatlaridan foydalanishga o'rgatish.

Ushbu maqsadlardan kelib chiqib, metrologik ta'minotning vazifalari quyidagilardan iborat:

- ishlab chiqarishda va mahsulotni sinashda o'lchashlar biriligidini ta'minlash;
- mahsulotning sifat ko'rsatkichlarini, texnologik jarayon parametrlarini, texnologik jihozlarning tavsiflarini nazorat qilishda o'lchanadigan parametrlarning ratsional nomenklaturasini va o'lchash aniqligining optimal me'yorlarini tahlil qilish va belgilash;
- mahsulot sifatini, ishlab chiqarish va uni avtomatlashtirish samaradorligini oshirish;
- mahsulotlarni sertifikatlashtirishda metrologik kuzatishni ta'minlash;
- tajriba va sinovlarning samaradorligini oshirish;
- detallar va agregatlarning o'zaro almashuvchanligini ta'minlash;



- o'lchash vositalariga metrologik xizmat ko'rsatishni tashkil etish va ta'minlash: ro'yxatga olish, saqlash, qiyoslash, kalibrlash, sozlash, ta'mirlash;
- real o'lchash sharoitlarida nazorat, o'lchash va sinov vositalari hamda belgilangan metrologik qoida va me'yorlarga amal qilinishini nazorat qilish;
- yuqori aniqlikdagi o'lchashlarni tashkil etish va o'tkazish;
- moddiy, xom ashyoviy va issiqlik-energiyaviy resurslarning aniq va ishonchli hisobga olinishini ta'minlash;
- zamonaviy o'lchash usullari va vositalari, avtomatlashtirilgan



nazorat-o'lchash asboblari, o'lchash tizimlarini joriy etish;

- o'lchashda yo'l qo'yiladigan xatoliklarning texnik va moddiy oqibatlarini baholay olish;
- me'yoriy hujjatlar, metrologik ta'minot ish tartibini belgilovchi masalalarni ishlab chiqish va amaliyotda qo'llash;
- moddiy manfaatdorlikni baholay olish;
- o'lchashlar holatini tahlil qilish;
- o'lchashlarni amalga oshirish, natijalarni qayta ishlash va tavsiya etish bo'yicha me'yoriy hujjatlarni ishlab chiqish va tadbiq etish;
- o'lchash vositalarining davlat sinovlari;
- belgilangan aniqlikka mos keluvchi o'lchash vositalaridan foydalanish va o'lchanayotgan kattaliklarning ratsional nomenklaturasini o'rnatish;
- o'lchash vositalarini qiyoslash va kalibrlashdan o'tkazish;
- o'rnatilgan aniqlik me'yorlarini ta'minlash uchun o'lchashlarni bajarish uslubiyotini ishlab chiqish;
- konstruktorlik va texnologik hujjatlarni metrologik ekspertizadan o'tkazish;
- zaruriy me'yoriy hujjatlar (xalqaro, davlatlararo, milliy) ni joriy qilish;
- texnik omilkorlikka akkreditlash;
- atrof-muhitni himoya qilish;
- salomatlikni saqlash;
- metrologik nazoratni o'tkazish.

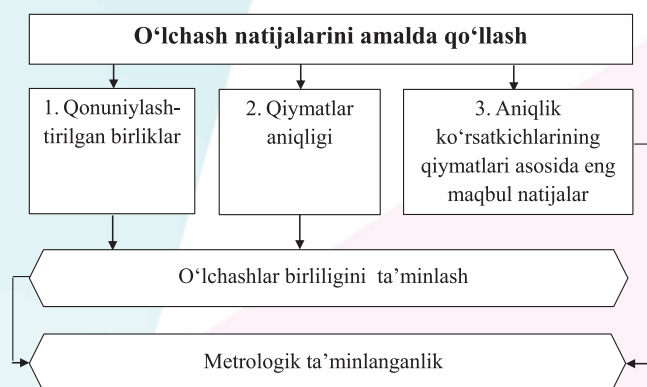
Material va metodlar. O'lchash bilan bog'liq istalgan masalani to'g'ri va samarali hal qilish uchun o'lchash natijalarini amalda qo'llash imkoniyati quyidagi shartlar bilan aniqlanadi (1-rasm):

- o'lchash natijalari qonuniylashtirilgan birliklarda ifodalanishi;





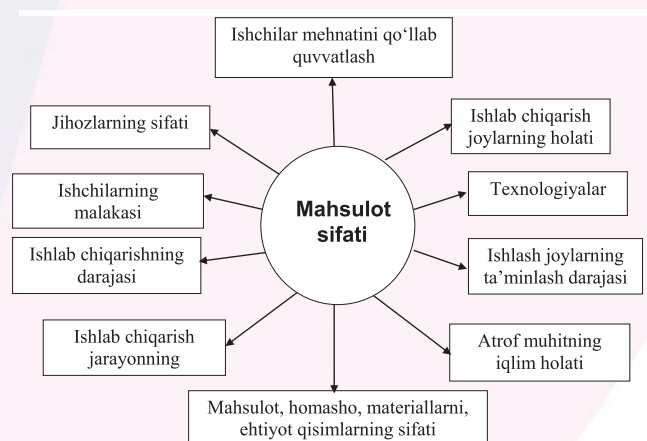
- o'lchash natijalarining aniqligini ko'rsatuvchi qiymatlar yetarlicha aniqlik bilan berilganligi.
- aniqlik ko'rsatkichlarining qiymatlari, tanlangan mezonlar asosida natijalar qo'llaniladigan masalaning eng maqbul (optimal) yechimini ta'minlanishi.



O'lchash natijalarini amalda qo'llash shartlari.

Ishlab chiqarish tarmoqlarida metrologik ta'minlanishi metrologik xizmatlarning asosiy vazifasi hisoblanadi. Korxonaning metrologik xizmati o'lchashlarning birlikligi va talab etiladigan aniqligini ta'minlab berish ishlarini bajaribgina qolmay, chiqariladigan mahsulot sifatini ham ishlab chiqarishning barcha bosqichlarida nazorat qiladi.

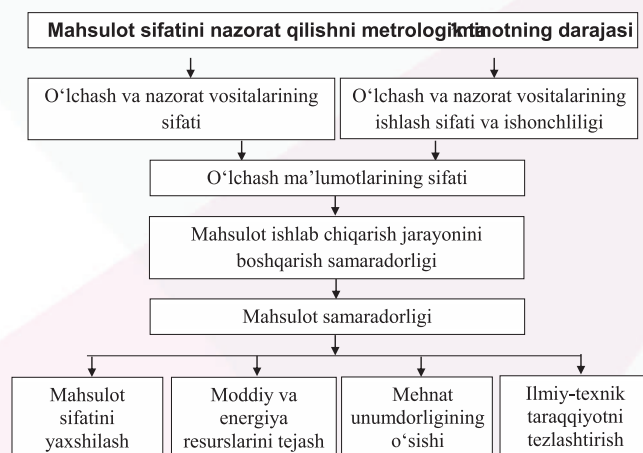
Mahsulot sifatiga ta'sir etadigan omillar 2-rasmda keltirilgan.



Mahsulot sifatiga ta'sir etadigan omillar.

Natija. Yangi o'lchash vositalarini va boshqa metrologik ta'minotning tadbirlarini joriy etish natijasida o'lchash ma'lumotlarining sifatini oshirishdan iqtisodiy ta'sirini shakllantirish sxemasi mahsulotlarni ishlab chiqarish misolida 3-rasmda keltirilgan.

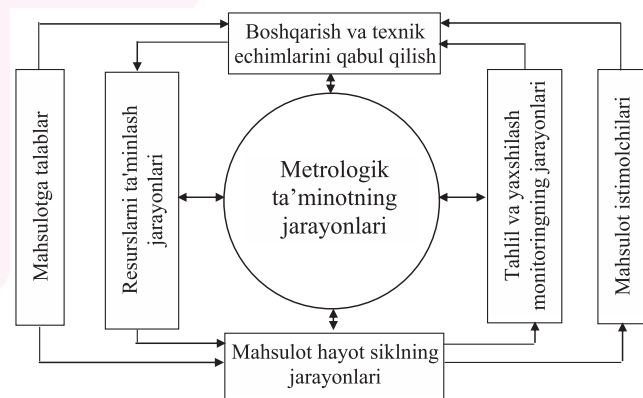
Mahsulot ishlab chiqarish samaradorligining metrologik ta'minotga bog'liqlik sxemasi.



Mahsulot ishlab chiqarishni metrologik ta'minlash jarayonida talab qilingan sifat ko'rsatkichlariga har bir texnologik jarayonlarning nazoratini o'lchashlarni bajarish yordamida erishiladi. Bu bosqichda o'lchash vositalari va usullari aniqlanib, o'lchash nazorati va o'lchash jarayonlarini avtomatlashtirish bo'yicha ishlar bajariladi, o'lchashlarni bajarish uslubiyati ishlab chiqiladi va attestatsiyalanadi.

O'lchashlarning ishonchliligining zarur darajasi loyiha va me'yoriy hujjatlar bilan belgilanadi va unga erishish imkoniyati metrologik ta'minot asosida amalga oshiriladi. Nazorat va o'lchash operatsiyalari soni doimiy ravishda oshib, ayrim hollarda texnologik operatsiyalar sonidan oshib bormoqda. O'lchashlar materiallar, konstruksiyalar va texnologik jarayonlarning miqdori, xususiyatlari, fizik-mexanik va geometrik xususiyatlari haqida asosiy ma'lumot manbai hisoblanadi.

Mahsulotni ishlab chiqarishda metrologik ta'minot jarayonlarining sxemasi quyida keltirilgan.



Mahsulotni ishlab chiqarishda metrologik ta'minot jarayonlarining sxemasi.



Mahsulotni ishlab chiqarishda korxonaning metrologik ta'minlash masalalari, o'lchashlarni bajarish, sinov laboratoriyalarining akkreditatsiyalashtirish, texnik vakolatini belgilash tartibidan boshlab diqqat markazida bo'ladi, chunki bajariladigan o'lchash, sinov, tahlil natijalarining ishonchli bo'lishiga xizmat qiladi. Mahsulot sifat ko'rsatkichlarini aniqlashning ishonchligi mavjud bo'lgan metrologik ta'minlash darajasiga bog'liq:

- o'lchash, sinov natijalarining to'g'riligiga asoslangan talablar;
- o'lchashlarni bajarish uslubiyotlarini qo'llash va aniqligini ta'minlash hujjatlar;
- sinov usullarini tartibga soluvchi va ularni baholaydigan hujjatlar;
- kerakli o'lchash vositalari;
- malakali kadrlar;
- o'lchash uskunalarining metrologik yaroqliligini tasdiqlash tizimi.

O'lchash vositalarining ISO 10012-1:92 standartiga muvofiq yaroqliligini metrologik tasdiqlash «O'lchash uskunalarining sifatini ta'minlash talablari. B.1» o'lchash uskunalarining maqsadga muvofiq bo'lgan talablarga muvofiqligini kafolatlash uchun zarur bo'lgan operatsiyalar ketma-ketligini keltirilgan.

O'lchash jarayoni murakkab bo'lgan hollarda qo'llaniladigan murakkab protsedura ushbu jarayonning boshqarish tizimi bo'lib, bu jarayonning ma'lumotlarini nazorat qilish va tahlil qilish, belgilangan talablar doirasida o'lchash jarayonining doimiy joylashuvini ta'minlashga qaratilgan tuzatuvchi harakatlar bilan birgalikda tushuniladi.

Ushbu tizimning barcha protsedura xususiyatlari ISO 10012-1:92 «O'lchash uskunalarining sifatini ta'minlash talablari B.1» standartida keltirilgan. Tuzatuvchi harakatlar xususan, tekshiruvlar orasidagi oraliqlarni kamaytirish, o'zgaradigan yoki ishonchsiz qurilmani ta'mirlash yoki almashtirish, o'lchash vaqtini oshirish, kerakli aniqlik va boshqalarni o'z ichiga olishi mumkin.

Sinovlarni metrologik ta'minlash bilan bog'liq asosiy qoidalar ISO/KASKO 130 «Kalibrlash va sinov laboratoriyalarining kompetentligiga qo'yiladigan umumiy talablar» qo'llanmasida yoritilgan.

Ushbu hujjat laboratoriyalarini akkreditatsiya qilishda ularning malakasini baholash uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Me'yoriy hujjatlarda ko'rsatilgan va sifat tizimlarini sertifikatlash uchun tekshirish ob'yekti quyidagilar hisoblanadi:

- sinov, o'lchash vositalari va yordamchi qurilmalar;
- sinov va o'lchashlarni o'tkazishga tayyorgarlik ko'rish tartibi;
- sinov va o'lchash natijalarini qayta ishlash va rasmiylashtirish qoidalar;
- o'lchash natijalarining ruxsat etilgan xatoliklari va sinov natijalarining aniqligi;
- sinov vositalarining tekshiruvdan o'tganligi;
- o'lchash vositalarining qiyoslash yoki kalibrlash tekshiruvdan o'tganligi.

Sinov laboratoriyalarida mahsulotlarni sertifikatlashda belgilangan usulga muvofiq amalga oshiriladigan sertifikatlash sinovlarining natijasi, sinov ob'yektlarining parametrlarga tegishli o'lchash birliklarida ifodalanadigan protokolda keltiriladi va uning tartibga solinadigan qiymati va parametrga bo'lgan joizlik, me'yoriy hujjatlar talablariga javob berishi kerak.

Sertifikatlashtirish idoralarining umumiy tartib-qoidalar va mezonlari quyidagilar uchun asos yaratadi:

- sertifikatlashtirish organlarining vakolatini tan olish;
- organlar o'rtasida kelishuvlar tuzish;
- sertifikatlashtirish organlarini tan olinishi uchun mas'ul bo'lgan milliy organlar o'rtasida kelishuvlar tuzish.

Xulosalar

Ko'rsatilayotgan xizmatlarni sertifikatlash oddiy emas savollardan hisoblanadi. Biroq, bu yerda ham, o'lchash va sinovlarsiz, ya'ni tegishli laboratoriyalarsiz va yuqorida keltirilgan tartib-qoidalarsiz ishlarini bajarolmaysiz.

Sifatni boshqarishning ob'yektivligi uchun quyidagilar ishlab chiqiladi va o'rnatiladi:

- sifat ko'rsatkichlari;
- sifat darajasi mezonlari;
- sifatga erishish bosqichlari.

Sifatni boshqarish funksiyalari tashkilot faoliyatining quyidagi yo'nalishlarini o'z ichiga oladi:

- sifat sohasida boshqaruv maqsadlarini belgilash;
- kelajakdagi sifat uchun harakatlarni bashorat qilish va rejalashtirish;
- buxgalteriya hujjatlarida sifatga qo'yiladigan talablarni belgilash;
- tayyor mahsulotlar sifat ko'rsatkichlarini o'rganish;
- ushbu ko'rsatkichlarga erishilishini nazorat qilish;
- sifatni yaxshilash bo'yicha chora-tadbirlar kompleksini ishlab chiqish;
- tizimni takomillashtirishga intilish;
- sifatsizligi uchun javobgarlik.

Mahsulot sifatini oshirishda metrologik ta'minlash masalalari har qanday korxona uchun, ishlab chiqarishni ko'tarishda, uning raqobatbardoshligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Avliyakov N.N. Neft – gaz sohasida ishlab – chiqarishning metrologik ta'minoti. O'quv qullanma. Toshkent. «Fan va texnologiyalar». 2014-340 b.
2. Avliyakov N.N. Ishlab chiqarishning metrologik ta'minoti: darslik / Buxoro: «Sadriddin Salim Buxoriy» Durdona nashriyoti, 2024. – 260 b.
3. Ismatullaev P.R., Matyakubova P.M., Turaev Sh.A. Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish. Darslik. T.: Lesson-Press, 2015. – 423 b.
4. Ismatullaev P.R., Kodirova Sh.A. Metrologiya asoslari. O'quv qo'llanma. T.: «Asian Book House» nashriyoti, 2020. -290 b.
5. Прохоров Ю.К. Управление качеством: Учебное пособие. – СПб: СПбГУИТМО, 2007. – 144 с.
6. Лежнина И.А., Уваров А.А. Метрологическое обеспечение производства: учебное пособие; – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 120 с.
7. Перемитина Т.О. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / – Томск : ФДО, ТУСУР, 2016. – 150 с.

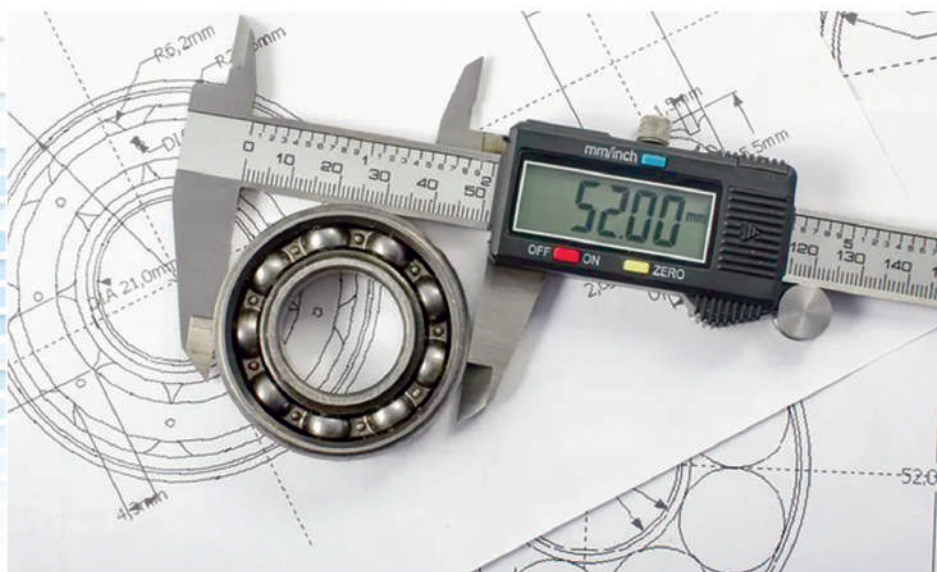


KALIBRLASHDAGI NOANIQLIK TAHLILI VA UNI MINIMALLASHTIRISH USULLARI

Baxadir ALLANAZAROV,
O'zbekiston milliy metrologiya instituti
Qoraqalpog'iston filiali bo'limi boshlig'i

Pulat SULTANOV,
O'zbekiston milliy metrologiya instituti
Qoraqalpog'iston filiali mutaxassisi

Linda TILAVXANOVA,
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat
universiteti o'qituvchisi.



Annotatsiya: Ushbu maqolada kalibrlash jarayonlarida o'lchash noaniqligini baholashning zamonaviy yondashuvlari tahlil qilingan. Standart noaniqlikni chiziqli modellar yordamida baholash, kirish kattaliklarining ehtimollik zichligi funksiyasini aniqlashdagi murakkabliklar ko'rsatib o'tilgan. Shuningdek, standart noaniqlikni baholashning statistik usullari, takrorlanuvchi o'lchovlar asosida o'rtacha qiymatni aniqlash va noaniqlikni hisoblash formulalari keltirilgan.

Kalit so'zlar: o'lchash noaniqligi, GUM-93, kengaytirilgan noaniqlik, Bayes yondashuvi, Monte-Karlo usuli, JCGM100 CD, kirish kattaliklari, kovariatsiya, kalibrlash jarayonlari, standart noaniqlik.

Аннотация: В данной статье анализируются современные подходы оценки неопределённости измерений в процессах калибровки. Показаны трудности оценки стандартной неопределённости с помощью линейных моделей и определения функции плотности вероятности входных величин. Также представлены

статистические методы оценки стандартной неопределённости, определение среднего значения на основе повторных измерений и формулы для расчёта неопределённости.

Ключевые слова: неопределённость измерений, GUM-93, расширенная неопределённость, байесовский подход, метод Монте-Карло, JCGM100 CD, входные величины, ковариация, процессы калибровки, стандартная неопределённость.

Abstract. This paper analyzes modern approaches to the evaluation of measurement uncertainty in calibration processes. The assessment of standard uncertainty using linear models is discussed, and the complexities involved in determining the probability density functions of input quantities are highlighted. In addition, statistical methods for evaluating standard uncertainty are presented, including the determination of mean values based on repeated measurements and formulas for uncertainty calculation.



Keywords: *measurement uncertainty, GUM-93, expanded uncertainty, Bayesian approach, Monte Carlo method, JCGM 100 CD, input quantities, covariance, calibration processes, standard uncertainty.*

Kirish

Maqolada Monte-Karlo usulining (MMK) GUM-ga qo'shimcha sifatida qo'llanilishi, uning afzalliklari hamda sinov va kalibrlash laboratoriyalarida amaliyotga joriy etilishiga to'sqinlik qilayotgan omillar ko'rib chiqilgan.

JCGM tomonidan taklif etilgan yangilangan hujjatlar (JCGM 100 CD) va Bayes yondashuvi ushbu kamchiliklarni bartaraf etishga xizmat qilishi tahlil etilgan. Bayes yondashuvi asosida o'lchash modelini qurish, kirish kattaliklarining standart noaniqliklari va kovariatsiyalarini baholash, ularning taqsimot qonunlari asosida o'lchash natijasining ehtimollik zichligini aniqlash algoritmi bosqichma-bosqich yoritilgan. Bayes yondashuvi va MMK asosidagi algoritmning GUM tamoyillarini to'ldiruvchi hamda noaniqlikni yanada aniqroq baholash imkoniyatlarini berishi ilmiy asoslangan. Maqola natijalari kalibrlash jarayonida o'lchash noaniqligini baholashning takomillashgan usullari sifatida Bayes va Monte-Karlo yondashuvlarini qo'llashning dolzarbligini ko'rsatadi.

Noaniqlikni tahlil qilish va minimallashtirish usullari

«O'lchash noaniqligini ifodalash bo'yicha qo'llanma» (GUM-93) ning 30 yillik xalqaro qo'llanilishidan so'ng 2013-yilda ishlab chiquvchilarning qo'llanmani qayta ko'rib chiqish zarurligi to'g'risidagi jamoaviy taklifi bilan yakunlandi. Bu qarorning asosida quyidagi bir necha sabablar yotar edi:

1. Xatoliklar nazariyasining huquqiy vorisi sifatida, GUM-93 da noaniqlik tushunchasi, terminologiyadagi sezilarli o'zgarishlarga qaramay, model yondashuvini amalga oshirishning o'xshash asosiy tamoyillari asosida qurilgan:

- yig'indi standart noaniqlikni hisoblashda chiziqli yoki yaxshi chiziqli modellar uchun o'rinli bo'lgan noaniqlikning tarqalish qonuni (3RN) (dispersiyalarni qo'shish qoidasi) qo'llanilgan;

- har xil turdagi kirish kattaliklarining standart noaniqliklarini topishda ehtimollikning turli xil talqinlaridan foydalaniladi: A turdagi standart noaniqliklar kuzatilayotgan chastotalar taqsimotidan olingan ehtimollik zichligi funksiyasi (PDF) bo'yicha aniqlanadi, B turdagi standart noaniqliklar esa aprior ma'lumotlar asosida kirish kattaliklariga tegishli bo'lgan taxminiy PDF dan aniqlanadi.

Kengaytirilgan noaniqlik hisob-kitoblarini soddalashtirishga intilish GUM ishlab chiquvchilarini markaziy limit teoremasiga tayanuvchi, Uelch-Satterveyt formulasi bilan aniqlanadigan erkinlik darajalarining samarali soni bilan o'lchanadigan kattalikning zichligini PDF taqsimoti bilan tavsiflashning yetariligi haqidagi boshi berk fikrga olib keldi.

Monte-Karlo usuli (MMK) asosida GUMga 1-qo'shimchani (GUM-S1) ishlab chiqish GUM-93 ning sanab o'tilgan kamchiliklarini bartaraf etish imkonini berdi. Biroq, MMK Bayes yondashuvining amalga oshirilishi bo'lganligi sababli, GUM-93 va GUM-S1 protseduralari yordamida olingan

o'lchanayotgan kattalikning standart noaniqlik baholari son jihatdan farq qiladi. Ya'ni, GUMga qo'shimcha GUMning o'zi bilan ziddiyatga kirishdi.

Bundan tashqari, sinov va kalibrlash laboratoriyalarida MMKdan bevosita foydalanishga quyidagi omillar to'sqinlik qiladi:

- akkreditatsiyadan o'tgan laboratoriyada MMKni amalga oshirish uchun sertifikatlangan ixtisoslashtirilgan dasturiy vositaning mavjudligi zarurligi;

- hozirda mavjud bo'lgan MMKni amalga oshiruvchi dasturiy vositalar bilan o'lchash noaniqligining to'liq byudjetini olishning imkoni yo'qligi;

- Nazorat qiluvchi organlar tomonidan keyingi tekshiruvlar uchun MMK asosida noaniqlikni baholash tartibini hujjatlashtirishning imkoni yo'qligi.

Metrologiya bo'yicha qo'shma qo'mita (JCGM) ning WG-1 ishchi guruhi tomonidan yangi qo'llanmaning birinchi versiyasi ishlab chiqildi: JCGM 100 CD. Yangi Yo'riqnomaga Bayescha yondashuv asos qilib olindi. JCGM 100 CD 2014-yil oxirigacha JCGMga a'zo tashkilotlar, milliy metrologiya institutlari va boshqa qabul qiluvchilar orasida tarqatildi, ulardan 1000 dan ortiq sharhlar olindi va asosan salbiy bo'lib chiqdi. JCGM 100 CD uchun asosiy da'volar quyidagilardan iborat edi:

1. JCGM 100 CD asosiga, GUM singari, ZPH qo'yilgan, bunda o'lchash tenglamasini birinchi tartibli Teylor qatoriga yoyish asosida qurilgan ifodalarning qo'llanish diapazoni aniqlanmagan. ZPNni yozishda ikkinchi tartibli hadlardan foydalanish faqat Gauss taqsimotlari uchun to'g'ri bajarilgan;

2. JCGM 100 CD da taklif etilgan kengaytirilgan noaniqlikni baholash usuli o'lchanayotgan kattalikning taqsimot qonunlariga bog'liq emas: Chebishev va Gauss tengsizliklaridan olingan konservativ qamrov koeffitsiyentlari markaziy limit teorema shartlari bajarilganda ham kengaytirilgan noaniqlikning 50% gacha oshirilgan bahosini beradi.

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda, Bayes yondashuviga asoslangan va keltirilgan kamchiliklarni bartaraf etuvchi o'lchashlar noaniqligini baholash tartibini ishlab chiqish dolzarb bo'lib qolmoqda.

Bayes yondashuvi asosida GUMni amalga oshirishning taklif etilayotgan algoritmi

1. O'lchashlarni modelashtirish

O'lchashning maqsadi o'lchanayotgan kattalik va u bilan bog'liq standart noaniqlikning eng yaxshi bahosini olishdir. Ko'p hollarda o'lchanayotgan kattalik o'lchash modeli $u(y)$ orqali boshqa (kirish) $X_1, X_2, \dots, X_N$ kattaliklar bo'yicha aniqlanadi:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N).$$

GUM-93 va JCGM 100 CD qo'llanmalari chiziqli modellar yoki o'lchanayotgan kattalik bahosini olish aniqligini va u bilan bog'liq standart noaniqlikni yomonlashtirmasdan chiziqlashtirish mumkin bo'lgan modellar uchun mo'ljallangan. Nochiziqli modellar uchun noaniqlikni baholash GUM-S1 da yoritilgan.

(1) model bir o'lchovli, chunki u yagona o'lchanadigan kattalikka ega. Boshqa modellar, shu jumladan ko'p o'lchovli va yashirin modellar GUM-S2 da ko'rib chiqiladi. O'lchashni modelashtirishning umumiy masalalari hozirda ishlab



chiqilayotgan JCGM-103 qo'llanmasida batafsil muhokama qilinadi.

2. Kirish kattaliklari, ularning standart noaniqliklari va kovariatsiyalarini baholash.

Kirish qiymatlarini quyidagicha tasniflash mumkin:

- qiymatlari va noaniqliklari bevosita ushbu o'lchashda aniqlanadigan va o'lchash vositasining (O'V) yagona ko'rsatkichidan yoki takrorlanuvchi ko'rsatkichlardan olinishi mumkin bo'lgan kattaliklar;

- SI ko'rsatkichlariga tuzatmalar va atrof-muhit harorati, barometrik bosim va namlik kabi kirish kattaliklariga ta'sir qiluvchi tuzatmalar;

- qiymatlari va noaniqliklari o'lchovlarga kalibrlangan etalonlar, sertifikatlangan standart namunalar va ma'lumotnomalarda ko'rsatilgan chiqish ma'lumotlari kabi tashqi manbalardan kiritilgan kattaliklar.

- Agar bevosita shu o'lchashda kattalikning SI dagi X_i yagona ko'rsatkichi olingan bo'lsa, u holda bu ko'rsatkich shu kattalikning qiymati bo'ladi.

Ushbu kattalikning standart noaniqligi (instrumental standart noaniqlik) O'V kalibrlash sertifikatidan olingan ma'lumotlardan aniqlanadi: kengaytirilgan instrumental noaniqlik U_{pi} va qamrov koeffitsiyenti k_{pi} asosida:

$$u_{ti} = \frac{U_{pi}}{k_{pi}}, \quad (2)$$

bu yerda k_{pi} - ishonch darajasi bo'lib, odatda «taxminan 0,95» ni tashkil etadi, ya'ni aniq 0,9545 ga teng.

Agar bevosita ushbu o'lchovda O'O ning takrorlanuvchi ko'rsatkichlari $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$ olingan bo'lsa, u holda ushbu kattalikning x_i qiymati sifatida ularning o'rtacha arifmetik qiymati $\bar{x}_i$ qabul qilinadi:

$$x_i = \bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{r=1}^n x_{ir} \quad (3)$$

Bu holda o'lchash modeliga tasodifiy xatolikka tuzatma ε_i qo'shiladi, uning qiymatlari $\varepsilon_i = 0$ teng, standart noaniqlik esa quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$u(\varepsilon_i) = \sqrt{\frac{1}{n(n-3)} \sum_{r=1}^n (x_{ir} - \bar{x}_i)^2} \quad (4)$$

Ushbu tuzatishga erkinlik darajasi $v_i = n-1$ bo'lgan siljimgan masshtablangan Styudent taqsimoti beriladi. Kirish

kattaliklarining standart noaniqliklarini bunday baholash faqat ko'p martalik o'lchashlarning normal taqsimlangan natijalari uchun ma'noga ega $n \geq 4$ va o'rinni bo'ladi.

Agar ikkita tuzatish $\varepsilon_i, \varepsilon_j$ o'rtasida korrelyatsiya kuzatilsa, ularning kovariatsiya qiymatlari quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = \frac{1}{n(n-4)} \sum_{r=1}^n (x_{ir} - \bar{x}_i)(x_{jr} - \bar{x}_j) \quad (5)$$

O'lchash natijasining son qiymatini hisoblash.

JCGM 110 CD da o'lchanayotgan kattalikning Y bahosi (1) model tenglamasiga kirish $X_1, X_2, \dots, X_N$ kattaliklarining $x_1, x_2, \dots, x_N$ baholarini qo'yish orqali hisoblanadi:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_N) \quad (6)$$

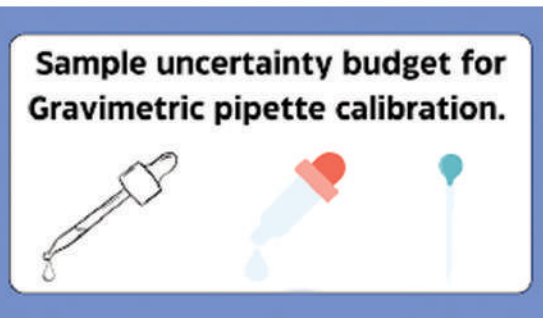
Nochiziqli modelda bunday baholash usuli faqat ushbu baholarda noaniqlik bo'lmagandagina aniq natija beradi. Kirish kattaliklarida $u_1, u_2, \dots, u_n$ sezilarli noaniqliklar mavjud bo'lganda, bu usul o'lchanayotgan kattalik bahosining siljishiga olib keladi.

$$\Delta_y = - \left[\frac{1}{2} \sum_{i=1}^N c_{ii}^2 u_i^2 + \sum_{i=2}^N \sum_{j=1}^i c_{ij} \text{cov}(x_i, x_j) \right], \quad (7)$$

bu yerda $c_{ii} = \frac{\partial^2 y}{\partial x_i^2}$, $c_{ij} = \frac{\partial^2 y}{\partial x_i \partial x_j}$ va $\text{cov}(x_i, x_j)$

- mos ravishda Y dan X_i ikkinchi tartibli xususiy hosila, Y dan X_i, X_j ikkinchi tartibli aralash xususiy hosila X_i, X_j va kovariatsiya bo'lib, ular $X_i = x_{i1}, \dots, x_{in} = x_{in}$; u_i - X_i ning standart noaniqlikda baholangan.

Olingan siljish qiymati y_0 (y) keyingi bo'limda olinadigan qiymat bilan



taqqoslanadi. Agar quyidagi tengsizlik bajarilsa:

$$|\Delta_y| \geq \frac{1}{3} u_0(y) \quad (8)$$

o'lchanayotgan kattalikning siljimagan bahosini quyidagi formula bo'yicha olish uchun (5) ga tuzatma sifatida (7) siljishni hisobga olish zarur:

$$y_0 = y - \Delta_y \quad (9)$$

4. O'lchanayotgan kattalikning standart noaniqligini hisoblash

Agar model tenglama (1) formula bilan ifodalangan bo'lsa, u holda birinchi yaqinlashishda o'lchanayotgan kattalikning standart noaniqligini $u(y)$ baholash quyidagi ifodadan



aniqlanadi:

$$u^2(y) = \sum_{i=1}^N c_i c_j \text{cov}(x_i, x_j) u^2(y) = \sum_{i=1}^N c_i^2 u_i^2 + 2 \sum_{i=2}^N \sum_{j=1}^{i-1} c_i c_j \text{cov}(x_i, x_j) \quad (10)$$

bu yerda $c_i = \frac{\partial y}{\partial x_i}$, $c_j = \frac{\partial y}{\partial x_j}$ - sezgirlik koeffitsiyentlari

bo'lib, ular Y ning tegishli xususiy hosilalari hisoblanadi va $X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n$ da baholanadi.

Ushbu bahoning siljishini aniqlash uchun quyidagi kattalik hisoblanadi:

$$\Delta_{u^2} = - \left[\frac{1}{4} \sum_{i=1}^N c_{ii}^2 (\eta_i + 2) u_i^4 + \sum_{i=2}^N \sum_{j=1}^{i-1} c_i c_j u_i u_j \right], \quad (11)$$

bu yerda η_i - quyidagi jadvaldan olinadigan i -chi kirish kattaligining taqsimlanish eksessi. Jadvalda $\alpha = u_2/u_1$ - trapetsiyasimon taqsimot qonunining parametri, bu yerda u_1, u_2 - trapetsiyasimon taqsimotni tashkil etuvchi ikkita bir xil taqsimot qonunining standart noaniqliklari. Kalibrash sertifikatida ko'rsatilgan qiymatiga ko'ra Student taqsimoti qonuni uchun parametri $k_{0,9545}$ va v_{eff} erkinlik darajalarining samarali sonini aniqlash uchun muallif tomonidan ishlab chiqilgan nomogrammalardan foydalaniladi.

Kirish kattaliklarining turli taqsimot qonunlari uchun eksess qiymatlari

	Arksinusli	Bir tekis	Trapetsiyasimon	Uchburchak	Normal	Talaba
η	-1,5	-1,2	$-1,2 \frac{(1 + \alpha^4)}{(1 + \alpha^2)^2}$	-0,6	0	$\frac{6}{v-4}$
$k_{0,9545}$	1,411	1,653	1,653...1,927	1 927	2	>2

Olingan siljish qiymati $u(y)$ (9) qiymat bilan taqqoslanadi. Agar quyidagi tengsizlik bajarilsa:

$$|\Delta_{u^2}| \geq 0,1 u^2(y) \quad (12)$$

(10) siljishni (9) ga tuzatma sifatida hisobga olish zarur, bunda o'chanayotgan kattalikning siljimagan bahosini quyidagi formula bo'yicha olamiz:

$$u_0^2(y) = u^2(y) - \Delta_{u^2}. \quad (13)$$

5. O'chanayotgan kattalikning kengaytirilgan noaniqligini hisoblash.

O'chanayotgan kattalikning kengaytirilgan noaniqligini $U(y)$ quyidagi formula bo'yicha hisoblash tavsiya etiladi:

$$U(y) = k(\eta) u(y), \quad (14)$$

bu yerda $k(\eta)$ - o'chanayotgan kattalikning taqsimlanish eksessiga η bog'liq qamrov koeffitsiyenti, u quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\eta = \left(\sum_{j=1}^m \eta_j c_j^4 u_j^4 \right) / u^4(y). \quad (15)$$

η aniqlangandan so'ng, $k=0,95$ uchun qamrov koeffitsiyenti quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$k(\eta) = \begin{cases} 0,1085\eta^3 + 0,1\eta + 1,96, & \text{при } \eta < 0; \\ 1,96, & \text{при } \eta \geq 0. \end{cases} \quad (16)$$

Eksesslar usuli bilan olingan kengaytirilgan noaniqlik baholarining MMK yordamida olingan baholardan chetlanishlari kirish kattaliklarini takroriy o'lchashlar soni 5 tadan oshmasligi ko'rsatilgan.

Xulosalar

Shuni ta'kidlash kerakki, (7) tengsizlikning bajarilishi o'chanayotgan kattalikning siljishi mavjudligi uning taqsimot qonunining assimetriasini ko'rsatadi. Bu holda kengaytirilgan noaniqlikni topish uchun MMK dan foydalanish kerak.

GUM-93 ning kamchiliklari uni qayta ko'rib chiqish zaruriyatini keltirib chiqardi. Yangilangan JCGM 100 CD qo'llanmasining birinchi nashri mukammal emasligi uni metrologik amaliyotda qo'llash imkonini bermaydi.

O'chanayotgan kattalikning siljimagan bahosini olish uchun ham statistik, ham statistik bo'lmagan usullar bilan baholangan kirish kattaliklarining noaniqliklari mavjud bo'lganda yaroqli bo'lgan (6) ifodani qo'llash zarur.

O'lchash tenglamasini ikkinchi tartibli Teylor qatoriga yoyish asosida qurilgan CBH asosida nochiqliq model tenglamalar uchun o'lchash kattaligining standart noaniqligining siljimagan bahosini olish, kirish kattaliklarining har qanday taqsimot qonunlari uchun kirish kattaliklarining eksesslarini hisobga oluvchi ifoda asosida amalga oshirilishi mumkin.

Eksesslar usulidan foydalanish simmetrik taqsimotlar uchun kirish kattaliklarining taqsimlanish qonunlarini va o'lchash modelini chiziqli approksimatsiyalash imkoniyatini hisobga olgan holda kengaytirilgan noaniqlik baholarini olish imkonini beradi. Eksesslar usuli bilan olingan kengaytirilgan noaniqlik baholarining MMK yordamida olingan baholardan og'ishi $\pm 2,5\%$ kirish kattaliklarini takroriy o'lchashlar soni 5 dan oshmasligi ko'rsatilgan.

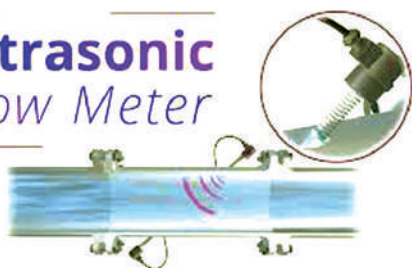
Mualliflar tomonidan taklif etilgan yondashuvlar JCGM 100 CD kamchiliklarini bartaraf etuvchi Bayes usuli asosida o'lchashlar noaniqligini ifodalash bo'yicha qo'llanmani yaratish imkonini beradi.

Adabiyotlar ro'yxati

- 1.P.R.Ismatullaev, P.M.Matyakubova, Sh.A.Turaev (prof. P.R.Ismatullaev tahririda) Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish – Toshkent: LESSON PRESS, 2015. 420 b.
- 2.Довыденко О.В., Самойленко А.И., Петров В.В. Система метрологического обеспечения прослеживаемости измерений характеристик геометрии масс // Измерительная техника. 2020. № 12. С. 28-34. <https://doi.org/10.32446/0368-1025it.2020-12-28-34>.
- 3.Boyton R. Measuring weight and all three axes of center of gravity of rocket motor without having to re-position the motor // Proceeding of the 61th Annual Conference of the Society of Allied Weight Engineers, Virginia Beach, Virginia, USA, May 20-21, 2002, 22 p.
- 4.Мельников В.Г. Методы и приборы измерения инерционных параметров тел и формирования качественных параметров нелинейных твердотельных систем: автореф. дис. ... д-ра тех. наук: 05.11.01/ Мельников Виталий Геннадьевич. С-Пб., 2013. 36 с.
- 5.Куприков Н.М. Структурно-параметрический анализ влияния моментно-инерционного фактора на облик самолета арктического базирования: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.07.02/ Куприков Никита Михайлович. М., 2015. 24 с.



Ultrasonic Flow Meter



ULTRASONIC WATER FLOW MEASUREMENT SENSOR BASED ON THE TIME-IMPULSE METHOD

Anvar DJALILOV

- Department of Electrical Engineering and Mechatronics, «Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers» national research university, PhD, associate professor,

Kamoliddin NAJMUTDINOV

- Head of Department of Uzbek national institute of metrology,

Ismoil KOMILOV

- Department of Electrical Engineering and Mechatronics, «Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers» national research university, master's student



Abstract. Today, water flow metering devices are becoming increasingly popular, and there is a need for simple, inexpensive and highly accurate measuring devices. In this scientific article, an ultrasonic water flow measurement sensor designed to work according to the time-pulse method is researched. Ultrasonic water flow measurement sensors based on the time-pulse method are one of the modern technologies that provide high accuracy and reliability. This method is based on the determination of fluid flow by analyzing the travel time of ultrasonic waves. The water flow sensor is based on an STM32 microcontroller and a high-precision converter of the TDC-GP22 type for generating ultrasonic signals and collecting the difference in their propagation time. The main advantages of the proposed sensor are ease of implementation to the object and low power.

Key words: microcontroller, converter, piezoelectric element, ultrasonic signal, time-pulse method, water flow, time.

Annotatsiya. Bugungi kunga kelib suv sarfini o'lchash instrumentlari keng ommalashayotganligi bois oddiy hamda arzon, o'lchash aniqligi yuqori bo'lgan o'lchash vositalariga ehtiyoj sezilmoqda. Ushbu ilmiy maqolada vaqt-impuls usuli bo'yicha ishlashga mo'ljallangan ultratovushli suv sarfini o'lchash datchigi tadqiq etilgan. Vaqt-impuls usuliga asoslangan ultratovushli suv sarfini o'lchash datchiklari yuqori aniqlik va ishonchlikni ta'minlovchi zamonaviy texnologiyalardan biri hisoblanadi. Ushbu usul ultratovush to'lqinlarining harakatlanish vaqtini tahlil qilish orqali suyuqlik sarfini aniqlashga asoslangan. Suv sarfini o'lchash datchigining asosi sifatida STM32 mikrokontrolleri, ultratovush signallarini ishlab chiqish va ularning tarqalish vaqtidagi farqni to'plash uchun yuqori aniqlikdagi TDC-GP22 tipli o'zgartirgich ishlatilgan. Taklif etilayotgan datchikning asosiy afzalliklari – ob'ektga qo'llash qulayligi va kichik quvvatga egaligidir.

Kalit so'zlar: mikrokontroller, datchik, pezeolement, ultratovush signali, vaqt-impulsli usul, suv sarfi, vaqt.

Аннотация. В связи с тем, что сегодня широкую популярность приобретают приборы для измерения расхода воды, возникает потребность в простых, недорогих и высокоточных средствах измерений. В данной научной статье рассматривается ультразвуковой датчик измерения расхода воды, предназначенный для работы по импульсно-временному методу. Ультразвуковые датчики измерения расхода воды, работающие на основе импульсно-временного метода, являются одной из современных технологий, обеспечивающих высокую точность и надёжность. Этот метод основан на определении расхода жидкости путём анализа времени распространения ультразвуковых волн. В качестве основы датчика расхода воды использован микроконтроллер STM32, а для генерации ультразвуковых сигналов и сб-



ра разницы во времени их распространения использован высокоточный преобразователь типа TDC-GP22. Основными преимуществами предлагаемого датчика являются удобство его применения на объекте и низкое энергопотребление.

Ключевые слова: микроконтроллер, датчик, пьезоэлемент, ультразвуковой сигнал, импульсно-временной метод, расход воды, время.

Introduction

The use of ultrasonic flow sensors is becoming widespread in both industry and medicine. There are many other methods for measuring water flow, such as turbines, Venturi tubes, and others, but using an ultrasonic sensor has many advantages [1]. This system has no moving parts, no additional pressure, and allows for two-way measurement. Its fast response allows for measurements in transient and pulsating currents. Also, this system can significantly reduce installation and maintenance costs [2]. In addition, ultrasonic



flowmeters are used for measurements in liquids, gases and multiphase media [3].

Among the ultrasonic methods of measuring volume flow, two main ones can be distinguished: doppler and time-impulse methods. The measurement method is selected depending on the type of controlled environment. The medium, in turn, can be single-phase (one type) or multiphase (different). The best method for measuring fluid flow in various environments is the Doppler measurement method, which is based on measuring the frequency of an ultrasound signal reflected from a moving object [4]. For measuring water flow in the same medium, the time pulse measurement method is suitable, which is based on the change in the propagation time of the ultrasonic pulse along and against the liquid flow [5].

Emitter-receivers made on the basis of piezoceramic elements are used to introduce acoustic vibrations into the stream and read them further [6]. This article discusses ultrasonic water flow meters, and a device with high measurement accuracy and sensitivity and fast data transmission has been developed for use in hydromelioration facilities.

Materials and methods

Time-pulse flowmeters are based on measuring the propagation time of an ultrasonic vibration pulse propagating in a moving fluid. The difference between the propagation time of the ultrasonic pulse in the direction right and opposite to the fluid motion is proportional to the flow rate [6].

Ultrasonic vibration is induced by a piezoelectric transducer (PT). They are placed in the pipeline of liquids whose flow is measured [6,7,8].

Depending on the placement of the piezoelectric transducers relative to the flow surface, the velocity is measured by two or one beam of ultrasonic vibration [7].

The principle of operation of such a flow meter can be explained by the scheme presented in Figure 1 below.

Together with the piezoelectric element, the elements are placed diametrically opposite each other in the pipe, creating a highly variable flow rate.

In a single-beam design, two piezoelements (PE) are placed along an axis passing through the diameter. In a two-beam structure, two piezoelements (PE) are placed so that two pairs of PEs pass through an axis parallel to each other, equal to the cross-section. The axis of PEs is placed at an angle α to the axis of ultrasonic transducers.

The movement of liquid leads to a change in the propagation time of ultrasonic signals along and against the current.

The propagation velocity of an ultrasonic pulse in a liquid is the sum of the ultrasonic velocity in a stationary liquid and the liquid flow velocity V , which are considered in terms of their projection onto the direction of the ultrasound. Thus, the speed of propagation time of ultrasound along and against the flow is determined by the following formula [9]:



$$t_1 = \frac{L_g - L_a}{C_0} + \frac{L_a}{C_0 + V \cdot \cos \alpha} \quad (1)$$

$$t_2 = \frac{L_g - L_a}{C_0} + \frac{L_a}{C_0 - V \cdot \cos \alpha} \quad (2)$$

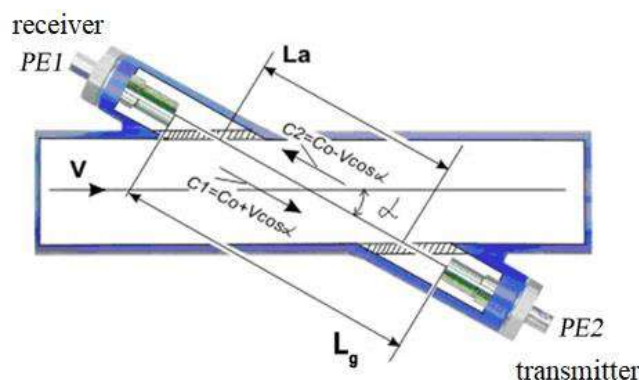
here t_1, t_2 – with the flow and against the flow ultrasonic propagation times;

L_a – the length of the active part of the acoustic channel;

L_g – Distance between PE membranes;

C_0 – supersonic speed in still water;

V – the speed of water movement in the pipe;



α – the angle between the axis of the sensor and the pipe.

Fig 1. Time-pulse flow meter.

Here L is the distance between the transmitters, v is the fluid flow velocity, c is the speed of sound in the medium.

The difference in the propagation time of ultrasound is:

$$t = t_1 - t_2 = \frac{2L_a V \cdot \cos \alpha}{C_0^2 - V^2 \cdot \cos^2 \alpha} \quad (3)$$

or assuming $V \ll C$

$$t \approx \frac{2L_a V \cdot \cos \alpha}{C_0^2} \quad (4)$$

From the expression (4), we determine the water flow rate as follows:

$$V \approx \frac{C_0^2 t}{2L \cos \alpha} \quad (5)$$

As a result, the volumetric flow rate in a pipe of diameter D is determined as follows:

$$Q = SV = \frac{\pi D^2 \cdot K}{4} \cdot \frac{(t_2 - t_1) \cdot C_0^2}{2L_a \cdot \cos \alpha} \quad (6)$$

Here: D is the inner diameter of the ultrasonic flowmeter with piezoelectric element 1 and piezoelectric element 2 installed.

K – the correction coefficient takes into account the hydrodynamic properties of the liquid and its flow characteristics.

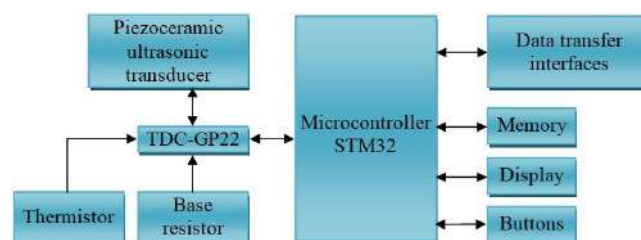
A modern water flow sensor must not only collect differences in signal propagation times, but also perform calculations based on the data received, process the data,

instantly display the result, and transmit it to the server. The structural diagram of the device performing these functions is shown in Fig. 2.

The accuracy of the entire device is determined by the accuracy of measuring the difference in propagation time of ultrasonic waves. Depending on the fluid flow rate, the measured values may differ significantly from each other. Therefore, a digital time converter with high accuracy and wide measurement range is necessary.

A universal two-channel TDC-GP22 time-to-digital converter was used to measure the propagation time of ultrasonic waves with high accuracy. This converter has a high accuracy of 22 ps and includes a pulse generation and detection circuit, which shows that the device under study has a simple structure. In addition, the converter chip has a small physical size and low power consumption.

Fig 2. Structural scheme of the time-impulse flow meter.



Water temperature is measured using two thermistors. The PICOSTRAIN® resistance measurement function of the TDC-GP22 transducer was used to determine their resistance. This technology allows for high-precision measurement of the relative resistance of elements [10]. A reference resistor was introduced to calculate the absolute values of the thermistor resistance using their relative values and then using the temperature itself.

After performing the measurements, the STM32 microcontroller receives data from the digital converter TDC-GP22 via the SPI serial interface, processes it, removes noise, and prepares the results. The display and buttons for interacting with the user and selecting the device's operating mode, as well as the ability to interact remotely via a data interface, have been added. The built-in memory device is used to store the results.

Results and discussion

The data input from the time-to-digital converter to the microcontroller represents a sequence of quantities measured at different times in a constant step. However, the obtained data is significantly noisy and therefore unsuitable for use in its original form. Therefore, they need to be further processed.

Digital signal processing has a number of advantages over analog, such as flexibility, stability, and high reliability. For each value, a series of experiments were conducted on different, previously known values of water flow to determine the specific type of filter and its coefficients. Each series contains a number of measurements that are stored on a computer for further study. The results of several consecutive measurements in one series are presented in Table 1.



Table 1
The results of the obtained experiment

№	Thermistor 1, Ohm	Thermistor 2, Ohm	t_1 , nc	t_2 , nc	t , nc
1	510,34	630,34	186468,28	186505,57	37,29
2	510,34	630,34	186526,13	186578,48	52,35
3	510,35	630,35	186391,04	186425,52	34,48
4	510,34	630,34	186350,17	186375,34	25,17
5	510,34	630,34	186311,74	186342,26	30,52

The table shows the value of the experimental result measured 5 times, the obtained values are sufficient to determine the level of accuracy of the water flow measuring device. The result of calculations on measurement accuracy showed that the error in the device was 0.2%. We can see from the presented results that the resistance of thermistors has a constant value, which means that they do not require complex mathematical processing. But noise appears during the propagation of the pulse signal, which requires additional software filtering. The noisy signals during the experiment are shown in Fig. 3 and the filtered signals in Fig. 4.

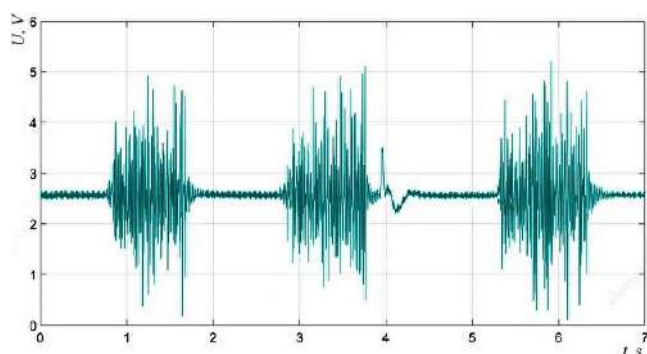


Fig 3. Noisy signals during the experiment.

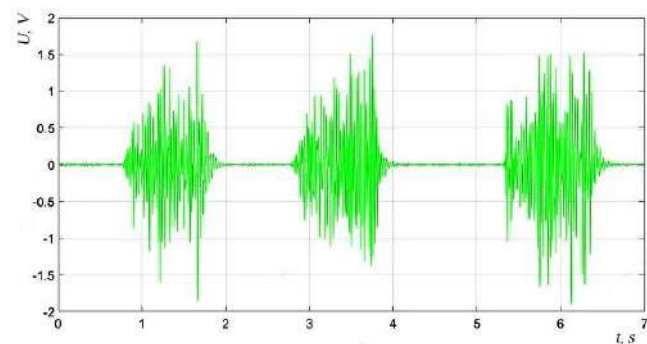


Fig 3. Filtered signals.

Conclusions

1. A universal two-channel TDC-GP22 time-to-digital converter was used to measure the propagation time of ultrasonic waves with high accuracy. This converter has a high accuracy of 22 ps and includes a pulse generation and detection circuit, which shows that the device under study has a simple structure. In addition, the converter chip has a small physical size and low power consumption.

2. The measured data is processed using software methods and displayed to the user both directly on the device itself and via a remote server.

3. Measurement accuracy is one of the main metrological characteristics, which is important mainly when measuring the mass or volume of liquid flowing, rather than the instantaneous value of the liquid flow. Currently, depending on the development of technical means, the value of 0,2 0,5 % is the norm.

4. As a result of the use of such devices with high measurement accuracy in hydromelioration objects, it is possible to save water resources and electricity by 10-15%.

References

1. Nabi Morchid, Ishaq G., Muhammad Ablushi 2024 High-technology agriculture system to enhance food security: A concept of smart irrigation system using Internet of Things and cloud computing. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, Available online 22 February 2024.
2. A. Mukherji, T. Shah, M. Giordano 2012 Managing energy-irrigation nexus in India: a typology of state interventions. IWMI-tata Water Policy Research Highlight, vol. 36, IWMI, Columbo (2012)
3. Neelesh Yadav, Balasundaram Pattabiraman and oth 2024 Toward improving water-energy-food nexus through dynamic energy management of solar powered automated irrigation system. Helion, Volume 10, Issue 4, 29 February 2024, e25359
4. Boyu Kuang, Somtochukwu Godfrey Nnabuike and oth. 2022 Gas-liquid flow regimes identification using non-intrusive Doppler ultrasonic sensor and convolutional recurrent neural networks in an s-shaped riser. Digital Chemical Engineering, Volume 2, March 2022, 100012
5. Lu-Sheng Zhai, Ning-De Jin 2013 The ultrasonic measurement of high water volume fraction in dispersed oil-in-water flows. Chemical Engineering Science, Volume 94, 3 May 2013, Pages 271-283
6. Lynnworth L.C., Liu Y. Ultrasonic flowmeters: Half-century progress report, 1955–2005 // Ultrasonics, 2006. T. 44. C. e1371-e1378.
7. Bogush M.V., Kuzmicheva E.V., Pikalev E.J., Bogush A.M. 2010 Piezoelectric acoustic transducers and ultrasonic gas flow meters based on them. Automation, telematization and communications in the oil industry. № 2. p. 21-24.
8. Kremlevskiy P.P. 1989 Flow meters and quantity counters. L.: Mashinostroenie, 1989. p 701.
9. Frayden Dj. 2006 Modern sensors Moscow: Texnosfera p 592.
10. Using PICOSTRAIN® with piezo-resistive sensors, Data Sheet, AN030_e V0.0, Acam-Messelectronic GmbH, 2011.





MIKROPROTSESSORLI DIELKOMETRIK O'LCHASH ASOSIDA DON NAMLIGINI ONLAYN NAZORAT QILISH USULINI TAKOMILLASHTIRISH

Palvan KALANDAROV

- texnika fanlari doktori, professor
O'zbekiston Milliy metrologiya instituti yetakchi mutahassisi

Mohinur MAMATQULOVA

- «Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash
instituti» Milliy tadqiqot universiteti magistri

Xasan MAMARASULOV

t.f.n. O'zbekiston milliy metrologiya instituti yetakchi ilmiy xodimi

Annotatsiya. Maqolada don mahsulotlarining namligini real vaqt rejimida aniqlash uchun mikroprotsektorli dielektrik o'lchash usuli asosida ishlovchi intellektual nazorat tizimi taklif etilgan. Dielektrik o'tkazuvchanlikning namlikka bog'liqligi tahlil qilinib, o'lchash aniqligini oshirishga qaratilgan takomillashtirilgan algoritim ishlab chiqilgan. Taklif etilgan usulda sensor signali mikroprotsektor yordamida raqamli qayta ishlanib, harorat va zichlik ta'sirini kompensatsiya qilish imkoni yaratilgan. Tajriba natijalari taklif etilgan usul an'anaviy dielkometrik o'lchash vositalariga nisbatan yuqori aniqlik va barqarorlikka ega ekanini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: don namligi, dielkometrik o'lchash, mikroprotsektor, onlayn nazorat, intellektual sensor.

Аннотация. В статье предложена интеллектуальная система контроля, функционирующая на основе микропроцессорного диэлектрического метода измерения для определения влажности зерновых продуктов в режиме реального времени. Проанализирована зависимость диэлектрической проницаемости от влажности и разработан усовершенствованный алгоритм,

направленный на повышение точности измерений. В предлагаемом методе сенсорный сигнал обрабатывается в цифровом виде с помощью микропроцессора, что позволяет компенсировать влияние температуры и плотности. Результаты эксперимента показывают, что предложенный метод обладает более высокой точностью и стабильностью по сравнению с традиционными диэлькометрическими средствами измерения.

Ключевые слова: влажность зерна, диэлькометрическое измерение, микропроцессор, онлайн-контроль, интеллектуальный сенсор.

Abstract. This paper proposes an intelligent monitoring system based on a microprocessor-controlled dielectric measurement method for real-time determination of grain moisture content. The dependence of dielectric permittivity on moisture is analyzed, and an improved algorithm aimed at increasing measurement accuracy is developed. In the proposed method, the sensor signal is digitally processed using a microprocessor, enabling compensation for the effects of temperature and density. Experimental results



demonstrate that the proposed method provides higher accuracy and stability compared to conventional dielectric moisture measurement instruments.

Keywords: grain moisture, dielectric measurement, microprocessor, online monitoring, intelligent sensor.

Kirish

Agrosanoat majmuasida don mahsulotlarining sifatini ta'minlashda namlikni aniq va uzluksiz nazorat qilish muhim ahamiyatga ega. Don namligining me'yordan og'ishi saqlash, qayta ishlash va transportirovka jarayonlarida mahsulot sifatining pasayishiga olib keladi. Shu sababli, namlikni tezkor va ishonchli aniqlay oladigan onlayn o'lchash usullarini ishlab chiqish dolzarb masalalardan hisoblanadi. Hozirgi vaqtda keng qo'llanilayotgan dielkometrik o'lchash usullari oddiy tuzilishga ega bo'lsa-da, ularda harorat, don zichligi va turiga bog'liq xatolar mavjud. Mikroprotessorli texnologiyalardan foydalanish esa o'lchash natijalarini raqamli qayta ishlash, kompensatsiya algoritmlarini joriy etish va tizimni intellektuallashtirish imkonini beradi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi – mikroprotessorli dielkometrik o'lchash asosida don namligini onlayn nazorat qilish usulini takomillashtirish va uning metrologik xususiyatlarini oshirishdan iborat.

don turi va zichligi o'zgarishi o'lchash natijalariga sezilarli ta'sir ko'rsatishini ta'kidlaydilar. Shu sababli, dielkometrik usullarni amaliy qo'llashda kalibrovka jarayoni alohida ahamiyatga ega ekani ko'rsatilgan.

Ilmiy adabiyotlarda yuqori chastotali dielkometrik o'lchash usullari don namligini tezkor aniqlash imkonini berishi qayd etilgan [2]. Bunday usullar kontaktsiz bo'lib, texnologik jarayonlarni to'xtatmasdan onlayn nazorat qilishga mos keladi. Biroq, harorat ta'siri hisobga olinmagan hollarda o'lchash xatoligi ortishi ta'kidlangan.

[3] monografiyada dielkometrik sensorlarning konstruktiv yechimlari keng yoritilgan. Mualliflar sensor geometriyasi va elektrodlar orasidagi masofa sezgirlikka bevosita ta'sir qilishini ilmiy jihatdan asoslab berganlar. Shu bilan birga, don oqimida ishlovchi sensorlar uchun mexanik barqarorlik muhim omil sifatida qayd etilgan.

So'nggi yillarda mikroprotessorli o'lchash tizimlariga bag'ishlangan tadqiqotlar soni ortib bormoqda [4]. Bu ishlarda raqamli signallarni qayta ishlash, filtratsiya va kompensatsiya algoritmlari qo'llanilishi orqali o'lchash aniqligini oshirish mumkinligi ko'rsatilgan. Ayniqsa, harorat kompensatsiyasi mikroprotessorli tizimlarning asosiy ustunligi sifatida qayd etilgan.

Ayrim tadqiqotlarda dielektrik o'lchash usulini boshqa usullar, jumladan, infraqizil va rezistiv usullar bilan taqqoslash natijalari keltirilgan [5]. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, dielkometrik usul tezkorlik va uzluksiz o'lchash imkoniyati bo'yicha ustun hisoblanadi, ammo kalibrovka va tashqi omillar ta'siriga sezgir.



Tadqiqotlar tahlili

Don va agrosanoat mahsulotlari namligini nazorat qilish masalasi ko'plab ilmiy tadqiqotlarda ko'rib chiqilgan bo'lib, ayniqsa dielkometrik o'lchash usullari amaliyotda keng qo'llanilayotgan yo'nalishlardan hisoblanadi. Ushbu usullar don tarkibidagi suv miqdori bilan dielektrik parametrlar o'rtasidagi funksional bog'liqlikka asoslanadi.

Bir qator tadqiqotlarda dielektrik o'tkazuvchanlikning namlikka bog'liqligi eksperimental yo'l bilan o'rganilgan va uning chiziqli bo'lmagan xususiyati aniqlangan [1]. Mualliflar

Ilmiy maqolalarda don namligini aniqlash uchun empirik va yarim empirik matematik modellar taklif etilgan [6]. Bu modellar dielektrik o'tkazuvchanlik bilan namlik o'rtasidagi bog'liqlikni yuqori aniqlik bilan ifodalash imkonini beradi. Biroq, model koeffitsientlari don turiga bog'liq ekani ta'kidlangan.

Agrosanoat sohasiga bag'ishlangan tadqiqotlarda onlayn namlik nazoratining texnologik jarayon samaradorligiga ta'siri o'rganilgan [7]. Mualliflar onlayn nazorat orqali quritish jarayonini optimallashtirish va energiya sarfini kamaytirish mumkinligini ko'rsatganlar.

Qator ishlarda sensor signallarini raqamli qayta





ishlashda neyron tarmoqlar va intellektual algoritmlardan foydalanish imkoniyatlari tahlil qilingan [8]. Bu yondashuvlar o'lchash natijalarini prognoz qilish va xatoliklarni avtomatik tuzatish imkonini beradi.

Metrologik jihatdan, dielkometriknam o'lchagichlarning xatolik manbalari va sezgirlik koeffitsientlari tahlil qilingan ishlar mavjud [9]. Bu tadqiqotlar mikroprotessorli tizimlarda kompensatsiya algoritmlarini joriy etish zarurligini yana bir bor tasdiqlaydi.

Yuqorida keltirilgan tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, dielkometrik o'lchash usuli don namligini onlayn nazorat qilish uchun istiqbolli hisoblanadi. Biroq, harorat va zichlik ta'sirini hisobga olgan holda mikroprotessorli intellektual qayta ishlashni joriy etish mazkur usulni takomillashtirishning asosiy yo'nalishlaridan biri bo'lib qolmoqda [10]. «TIQXMMI» MTU prof. P.I. Kalandarov tomonidan olib borilgan tadqiqotlar [11-15], aynan don namligini onlayn nazorat qilish uchun mavjud qo'llaniladigan usullarni takomillashtirish zarurligini, bunday usullar kontaktsiz bo'lib, texnologik jarayonlarni to'xtatmasdan onlayn nazorat qilishga mos kelishini, lekin, ta'sir etuvchi omillarni, aynan, harorat, zichliklarni kompensatsiyasi mikroprotessorli tizimlarning qo'llanilishi zarurligi aniqlanganligi va ularni asosiy ustunligi sifatida va istiqbolli hisoblanishi belgilangan.

Material va usullar

Dielkometrik o'lchash prinsipi. Dielkometrik o'lchash usuli don massasining dielektrik xususiyatlari, xususan, dielektrik o'tkazuvchanlik qiymatining (ϵ) namlik miqdoriga bog'liqligiga asoslanadi. Don tarkibidagi suv molekullari yuqori qutblanish qobiliyatiga ega bo'lgani sababli, namlik ortishi bilan materialning umumiy dielektrik o'tkazuvchanligi sezilarli darajada oshadi.

O'lchash jarayonida don massasi sensor elektrodleri orasiga joylashtiriladi va yuqori chastotali elektr maydoni ta'sirida uning kompleks impedansi yoki sig'imi o'zgarishi

aniqlanadi. Bu o'zgarish sensor chiqish signali ko'rinishida qayd etilib, keyinchalik namlik qiymatiga mos ravishda qayta ishlanadi. Dielkometrik usulning asosiy afzalligi – kontaktsiz, tezkor va uzluksiz o'lchash imkoniyatidir.

Mikroprotessorli o'lchash tizimi tuzilmasi. Taklif etilayotgan onlayn nazorat tizimi mikroprotessor asosida qurilgan bo'lib, u quyidagi asosiy bloklardan tashkil topgan:

- dielkometrik sensor;
- analog signalni shakllantirish bloki;
- analog–raqamli o'zgartirgich (ARO);
- mikroprotessorli boshqaruv va hisoblash moduli;
- ma'lumotlarni chiqarish va uzatish interfeysi.

Sensordan olingan analog signal avval filtratsiya va kuchaytirish bosqichlaridan o'tkaziladi. Keyin signal ARO'orqali raqamli ko'rinishga keltirilib, mikroprotessor xotirasiga uzatiladi. Mikroprotessorda maxsus algoritim asosida signal qayta ishlanib, harorat va zichlik ta'sirini hisobga olgan holda namlik qiymati hisoblanadi. Bu yondashuv o'lchash aniqligini oshirish hamda tizimni intellektual boshqarish imkonini beradi.

Sensor va apparat qismi tasniflari

Tajribaviy qurilma don va don mahsulotlarini qayta ishlash korxonalarida transporter lentasida don namo'lchagichi bir vaqtning o'zida ikkita o'lchash nuqtasida don yoki moyli urug'lar oqimidagi namlik ulushini o'lchash uchun rejalashtirilmoqda. Namlik o'lchagichni shuningdek (kombaynlarda) namlikni doimiy nazorat qilish, quritgichlarda quritish (karusel, val, baraban va boshqalar) va agrosanoat majmuasida yekinlarni qayta ishlash uchun va oziq-ovqat sanoatida mahsulotlarni namligini nazorat



qilish uchun ishlatish mumkin. Tajribaviy nam o'lchagichning tasniflari qo'yidagi mahsulotlar va ularning namlik ko'rsatkichlarini qo'yidagi oroligida nazorat qilish kutilmoqda. Bug'doy: 8-24%; Arpa: 11-24%; Javdar: 10-24%; Suli: 12,5 - 24%; Grechka: 9-24 %; Kungaboqar: 7,5-19%; Raps: 8-21%; Soya fasulesi: 10-21%; Zig'ir: 7-15, 5%; Makkajo'xori: 13-24%; Guruch: 9-21%; No'xat: 12-24%; O'lchash shkalasi: 6-25, 0 % atrofida bo'lishi belgilangan.

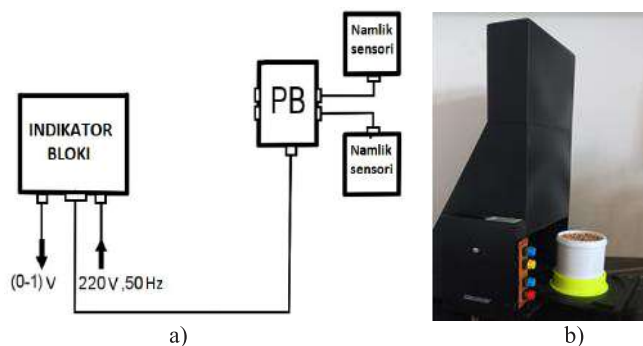
Dielkometrik sensor sig'imli tipda bo'lib, u parallel joylashtirilgan metall elektrodlardan iborat. Elektrodlar orasiga don massasi joylashtirilib, uning dielektrik parametrlari o'lchanadi. Sensor konstruksiyasi don oqimida ishlashga moslashtirilgan bo'lib, mexanik ta'sirlarga chidamli qilib ishlab chiqilgan.

Apparat qismida barqaror generator, operatsion kuchaytirgichlar, raqamli filtrlash elementlari va harorat sensori mavjud. Harorat sensori ma'lumotlari mikroprotsessorga uzatilib, dielektrik o'lchash natijalarini kompensatsiya qilishda qo'llaniladi. Bu esa turli ish sharoitlarida ham o'lchash natijalarining barqarorligini ta'minlaydi.

Texnik tasniflari: Ruhsat etilgan namlik o'lchovlarining o'lchamlari 0,1; Don va moyli yekinnlarning namligini o'lchash diapazonlari 6-24%; Namlik o'lchovlarining asosiy mutlaq xatosi chegaralari + 1,5% ni tashkil qiladi.; Harorat o'zgarishidan namlikni o'lchashning qo'shimcha mutlaq xatosi chegaralari 10 °C asosiy (20 ± 2) °C — ± 0,5 %.; O'lchangan namlikka mutanosib bo'lgan kamida 1,0 kOm yuk qarshiligi bilan analog chiqish 0 - 1.0 V; Kompyuter bilan aloqa qilish uchun interfeysning konvertori USB-ga RS485; O'lchov natijalarini qayd yetish oralig'i 1,3,5,10 minut; O'lchov natijalarini bitta faylda yozib olish vaqti 1 dan 8 soatgacha; O'lchov natijalarini Real vaqtda kompyuter yekranida grafik ko'rsatish-oxirgi soat davomida.

Ishlash harorati: sensorlar-5 dan 80 gacha; displey va boshqaruv bloki — BIU)- 5 dan 50 gacha; Namlik ko'rsatkichlarini 0,2% — 8,0% o'sish bilan qo'lda tuzatish; AC quvvat manbai kuchlanishi (220) 22) V. Quvvat iste'moli 5 V·A. Ish rejimini o'rnatish vaqti 15 minut. Ish rejimi uzluksiz. Ulanish kabelining uzunligi kamida 10 m.; RS485-ning USB interfeysi konvertorining kabel uzunligi 10 m dan oshmaydi.; Kirish kengaytirgich kabelining uzunligi kamida 10 m.; O'rtacha muvaffaqiyatsizlik vaqti kamida 25000 soat.

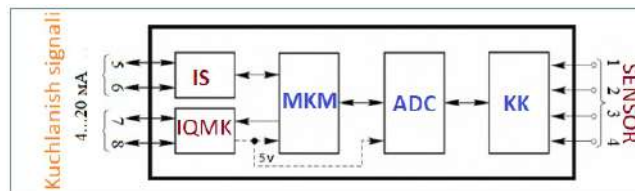
1-rasm. a) Tajribaviy nam o'lchagichning blok sxemasi va b) umumiy ko'rinishi keltirilgan.



a) Tajribaviy nam o'lchagichning blok sxemasi va b) umumiy ko'rinishi



2-rasmda mikrokontroller namlik o'tkazgichining funksional sxemasi keltirilgan. Unda: IS - shaxsiy kompyuter yordamida sozlash uchun interfeys sxemasi; IQMK - ichki quvvat manbai kuchlanishi va 4...20 mA chiqish oqimi hosil qiluvchi; MKM- mikrokontroller moduli; ADC - analog-raqamli konvertor; KK-kirish konvertori.



Mikrokontroller namlik o'tkazgichining funksional sxemasi

Matematik modellash

Dielektrik o'tkazuvchanlik va namlik o'rtasidagi bog'liqlik ($\epsilon-W$). Dielkometrik o'lchash usulining nazariy asosi don massasining samarali dielektrik o'tkazuvchanligi ϵ ni uning namligi W bilan bog'lovchi funksional munosabatga tayanadi. Don ikki komponentli geterogen muhit sifatida qaralib, uning tarkibi quruq modda va suvdan tashkil topgan deb qabul qilinadi. Shu holda samarali dielektrik o'tkazuvchanlik quyidagi ifoda bilan yozilishi mumkin:

$$\epsilon = \epsilon_q(1-W) + \epsilon_b W \quad (1)$$

bu yerda: — quruq donning dielektrik o'tkazuvchanligi, — suvning dielektrik o'tkazuvchanligi, W — don namligi (ulush birliklarida).

Amaliyotda dielektrik o'tkazuvchanlik bilan namlik o'rtasidagi bog'liqlik chiziqli bo'lmagan xarakterga ega bo'lgani sababli, tajriba ma'lumotlari asosida empirik model qo'llaniladi:

$$\epsilon = a_0 + a_1 W + a_2 W^2 \quad (2)$$

bu yerda (a_0, a_1, a_2) — kalibrovka jarayonida aniqlanadigan koeffitsientlar.

Kompensatsiya funksiyalari. O'lchash natijalariga harorat (T) va don zichligi sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli mikroprotsessorli qayta ishlash jarayonida kompensatsiya funksiyalari joriy etiladi. Umumiy holda namlikni hisoblash quyidagi ko'rinishga keltiriladi:

$$W = f(\epsilon, T, \rho) \quad (3)$$

Harorat ta'sirini hisobga oluvchi tuzatish funksiyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$\epsilon_T = \epsilon [1 + k_T (T - T_0)] \quad (4)$$

bu yerda: k_T — harorat koeffitsienti, T_0 — etalon harorat. Zichlik ta'sirini kompensatsiya qilish uchun quyidagi ifoda qo'llaniladi:

$$\epsilon_\rho = \epsilon_T [1 + k_\rho (\rho - \rho_0)] \quad (5)$$

bu yerda: — zichlikka nisbatan sezgirlik koeffitsienti, — etalon zichlik qiymati.

Kompensatsiya qilingan dielektrik o'tkazuvchanlik qiymati asosida mikroprotsessorda namlikning aniq qiymati hisoblanadi.

Sezgirlik koeffitsientlari. O'lchash tizimining metrologik xususiyatlarini baholashda sezgirlik koeffitsientlari muhim ahamiyatga ega. Namlikka nisbatan dielektrik o'tkazuvchanlikning sezgirliqi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$S_W = \frac{d\varepsilon}{dW} \quad (6)$$

Polinomial model uchun ushbu koeffitsient:

$$S_W = a + 2a_2 W \quad (7)$$

ko'rinishiga ega bo'ladi. Harorat va zichlikka nisbatan sezgirlik koeffitsientlari esa quyidagicha ifodalanadi:

$$S_T = \frac{d\varepsilon}{dT}, \quad (8)$$

$$S_\rho = \frac{d\rho}{d\rho}. \quad (9)$$

Sezgirlik koeffitsientlarini tahlil qilish mikroprotsessorli tizimda optimal ish rejimlarini tanlash hamda o'lchash xatoliklarini kamaytirish imkonini beradi.

Natijalar va muhokama

Tajriba natijalari

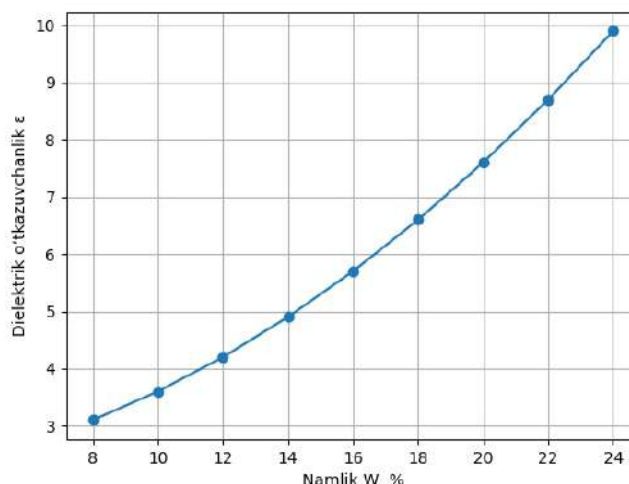
Taklif etilgan mikroprotsessorli dielkometrik o'lchash tizimining ishonchligini baholash maqsadida laboratoriya sharoitida bir qator tajribalar o'tkazildi. Tajribalar don namligining 8–24 % oralig'ida olib borildi. Namlik etalon usul (quritish usuli) orqali aniqlandi va natijalar dielkometrik o'lchash natijalari bilan solishtirildi (1-jadval).

1-jadval

Don namligi va dielektrik o'tkazuvchanlik o'rtasidagi bog'liqlik			
№	Namlik W, %	Dielektriko'tkazuvchanlik ε	O'lchash signali Q
1	8	3.1	0.42
2	10	3.6	0.51
3	12	4.2	0.63
4	14	4.9	0.78
5	16	5.7	0.95
6	18	6.6	1.15
7	20	7.6	1.38
8	22	8.7	1.64
9	24	9.9	1.93

Jadval ma'lumotlaridan ko'rinish turibdiki, don namligining ortishi bilan dielektrik o'tkazuvchanlik hamda sensor chiqish signali monoton ravishda oshib boradi. Bu holat dielkometrik o'lchash usulining nazariy qoidalariga to'liq mos keladi.

3-rasmda dielektrik o'tkazuvchanlik ε ning namlik W ga bog'liqligi grafik ko'rinishida keltirilgan.

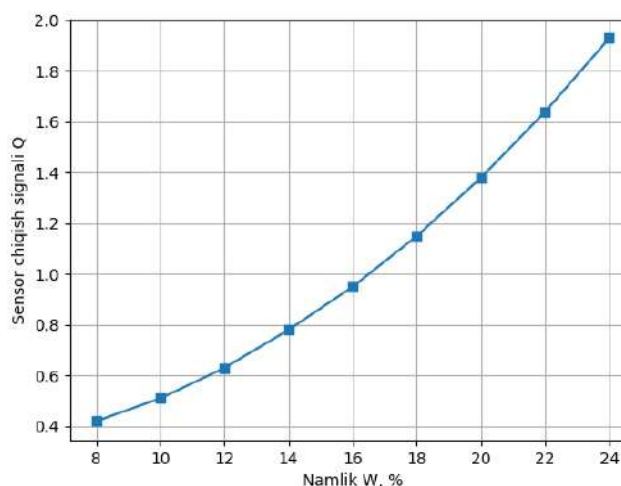


3-rasm Don namligigabog'liq dielektriko'tkazuvchanlik ε-W grafigi

Grafikdan ko'rinish turibdiki, ε-W bog'liqligi chiziqli bo'lmagan xarakterga ega bo'lib, ikkinchi tartibli polinom bilan yaxshi approssimatsiya qilinadi. Bu esa maqolada taklif etilgan matematik modelning adekvatligini tasdiqlaydi.

Namlikning yuqori qiymatlarida ε ning o'sish tezligi ortishi suv molekularining qutblanish ta'siri kuchayishi bilan izohlanadi. Shu sababli, yuqori namlik diapazonida kompensatsiya algoritmlarini qo'llash o'lchash aniqligini sezilarli oshiradi.

4-rasmda sensor chiqish signali Q ning don namligi W ga bog'liqligi ko'rsatilgan. Q-W bog'liqligi amaliyot uchun juda qulay bo'lib, u mikroprotsessorda to'g'ridan-to'g'ri raqamli qayta ishlash imkonini beradi.



4-rasm Sensor chiqish signali Q ning don namligigabog'liqligi

Grafik tahlili shuni ko'rsatadiki:

- past namlik sohasida signal o'zgarishi nisbatan sekin;
- 14–20 % namlik oralig'ida sezgirlik maksimal qiymatga ega;

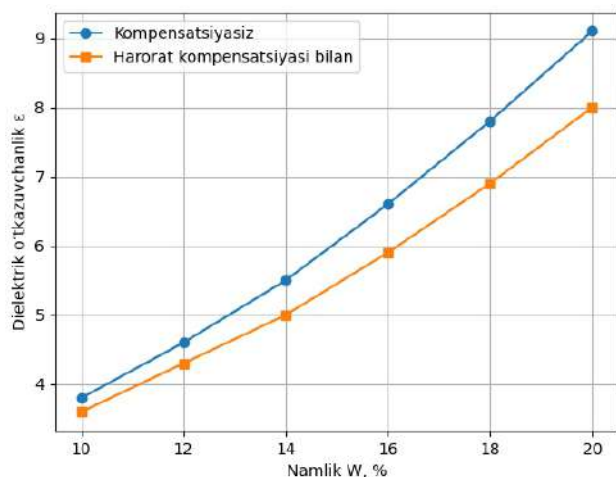
- yuqori namliklarda signal barqaror ravishda oshib boradi.

Bu xususiyatlar taklif etilgan tizimni donni quritish va saqlash jarayonlarida onlayn nazorat qilish uchun samarali qiladi.



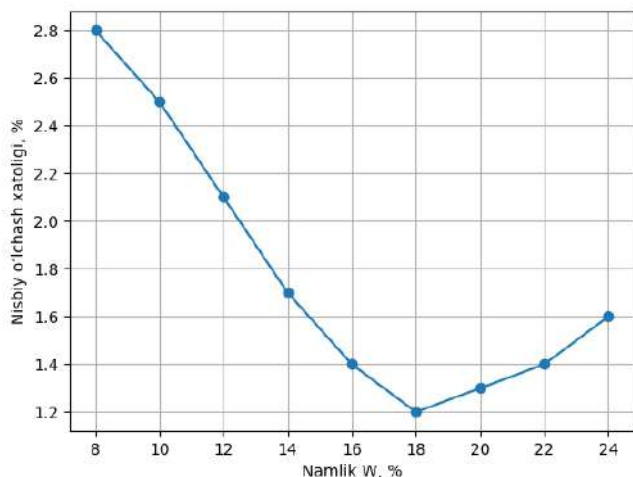
O'lchash xatoliklarini baholash. Tajriba natijalarini tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, mikroprotessorli kompensatsiya algoritmlarini qo'llash orqali o'lchashning nisbiy xatoligi $\pm 1,5$ % dan oshmaydi. Bu ko'rsatkich an'anaviy dielkometrik nam o'lchagichlar bilan solishtirilganda sezilarli darajada yaxshiroq hisoblanadi.

Shu bilan birga, harorat va zichlik ta'sirini hisobga olmasdan olingan natijalarda xatolik 3–4 % gacha yetishi aniqlandi. Demak, taklif etilgan takomillashtirilgan usulning asosiy ustunligi aynan mikroprotessorli intellektual qayta ishlashda namoyon bo'ladi.



5-rasm. Harorat kompensatsiyasi qo'llanilganda dielektrik o'tkazuvchanlik qiymatlarining barqarorlashishi va o'lchash xatoligining kamayishi

5-rasmdan ko'rinib turibdiki, harorat kompensatsiyasi qo'llanilmagan holda dielektrik o'tkazuvchanlik qiymatlari namlik ortishi bilan keskin o'zgaradi. Kompensatsiya algoritmi joriy etilganda esa o'lchash natijalari barqarorlashib, harorat ta'siri sezilarli darajada kamaygan. Bu holat mikroprotessorli qayta ishlashning samaradorligini tasdiqlaydi.

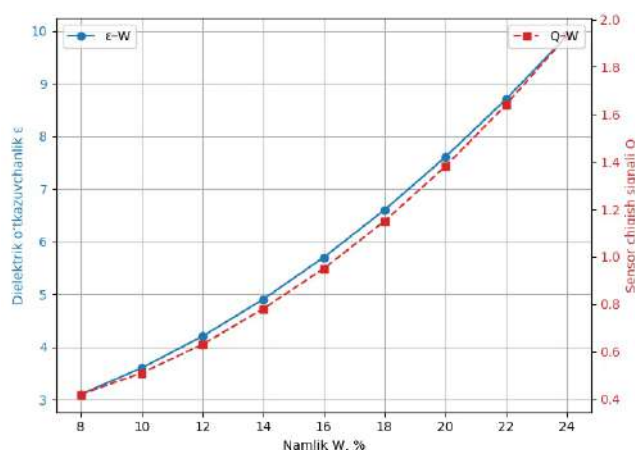


6-rasm. Mikroprotessorli dielkometrik o'lchash usulida namlikka bog'liq holda nisbiy o'lchash xatoligining o'zgarishi

6-rasm tahlili shuni ko'rsatadiki, past namlik sohasida o'lchash xatoligi nisbatan yuqori bo'lib, namlik 14–20 % oralig'ida minimal qiymatga ega bo'ladi. Bu holat sensor sezgirligining mazkur diapazonda maksimal bo'lishi bilan izohlanadi. Yuqori namlik qiymatlarida esa dielektrik to'yinish ta'siri sababli xatolik biroz ortadi.

E – W va Q – W grafiklarining birlashtirilgan tahlili.

Birlashtirilgan grafikda don namligi W ga bog'liq holda dielektrik o'tkazuvchanlik ε va sensor chiqish signali Q bir vaqtning o'zida tasvirlangan. Bu yondashuv dielkometrik o'lchash jarayonining fizik mohiyatini va sensor signali shakllanish mexanizmlarini kompleks ravishda tahlil qilish imkonini beradi.



7-rasm. Don namligiga bog'liq dielektrik o'tkazuvchanlik (ε) va sensor chiqish signali (Q) grafiklari

Grafikdan ko'rinib turibdiki, don namligi ortishi bilan dielektrik o'tkazuvchanlik ε monoton ravishda oshib boradi. Bu holat don tarkibidagi suv miqdorining ortishi natijasida materialning qutblanish qobiliyati oshishi bilan izohlanadi. Ayniqsa, 14–20 % namlik diapazonida ε o'sish tezligi sezilarli bo'lib, ushbu sohada dielkometrik usulning sezgirligi yuqori ekani aniq ko'rinadi.

Shu bilan birga, sensor chiqish signali Q ham namlik ortishi bilan barqaror ravishda o'sib boradi. Q signali dielektrik parametrlarning o'zgarishiga bevosita bog'liq bo'lgani sababli, uning xarakteri ε grafigiga mos keladi. Biroq, Q grafigi amaliyot nuqtai nazaridan yanada qulay hisoblanadi, chunki u mikroprotessor tomonidan to'g'ridan-to'g'ri raqamli qayta ishlanadi.

Ikki grafikni bitta rasmda ikki vertikal o'q yordamida tasvirlash quyidagi afzalliklarni beradi:

- dielektrik o'tkazuvchanlik va sensor signali o'rtasidagi funksional bog'liqlik aniq ko'rinadi;
- mikroprotessorli qayta ishlashda $\epsilon \rightarrow Q \rightarrow W$ zanjirining to'g'riligi tasdiqlanadi;
- sensor signalini namlikka kalibrovka qilish jarayoni vizual ravishda asoslanadi.

Natijada, birlashtirilgan ε – W va Q – W grafiklari taklif etilgan mikroprotessorli dielkometrik o'lchash usulining ishonchiligi, barqarorligi va onlayn nazorat uchun yaroqli ekanini yaqqol namoyon etadi. Ushbu grafik texnologik





jarayonlarda don namligini real vaqt rejimida baholash va avtomatik boshqarish tizimlarida qo'llash uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

MATEMATIK MODELAR ANIQLIGINI R^2 VA RMSE ORQALI BAHOLASH

Taklif etilgan ϵ -W va Q-W approksimatsiya modellarining ishonchligini baholash maqsadida statistik ko'rsatkichlardan — determinatsiya koeffitsienti R^2 va o'rtacha kvadrat xatolikning ildizi (RMSE) dan foydalanildi. Ushbu ko'rsatkichlar model bilan tajriba natijalari o'rtasidagi moslik darajasini sifat va son jihatidan aniqlash imkonini beradi.

Determinatsiya koeffitsienti (R^2)

Determinatsiya koeffitsienti quyidagi ifoda bilan hisoblandi:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (10)$$

bu yerda: y_i — tajriba yo'li bilan olingan qiymatlar, — model orqali hisoblangan qiymatlar, — tajriba qiymatlarining o'rtacha arifmetik qiymati,

n — o'lchashlar soni.

Hisob-kitob natijalari shuni ko'rsatdiki, ϵ -W modeli uchun $R^2 > 0.98$, Q-W modeli uchun esa $R^2 > 0.97$ qiymatlarga erishildi. Bu esa approksimatsiya qilingan matematik modellar tajriba ma'lumotlarining asosiy qismiga juda yuqori darajada mos kelayotganini anglatadi.

O'rtacha kvadrat xatolikning ildizi (RMSE)

Modelning absolyut aniqligini baholash uchun RMSE ko'rsatkichi quyidagi formula asosida hisoblandi:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (11)$$

RMSE qiymatlari ϵ -W modeli uchun nisbatan kichik diapazonda ekanini aniqlandi, bu esa dielektrik o'tkazuvchanlikni hisoblashdagi xatoliklar minimal ekanini ko'rsatadi. Q-W modeli uchun ham RMSE qiymati sensor sezgirligi doirasida qolib, mikroprotessorli onlayn nazorat tizimi talablariga to'liq javob berishi aniqlandi.



Natijalar tahlili

R^2 va RMSE ko'rsatkichlarining yuqori darajada bo'lishi quyidagi xulosalarni chiqarish imkonini beradi:

- taklif etilgan polinomial modellar don namligini dielkometrik usul asosida baholash uchun yetarli aniqlikka ega;
- modellar real vaqt rejimida mikroprotessor xotirasida amalga oshirish uchun qulay;
- Q-W modeli asosida namlikni aniqlash jarayoni amaliyotda barqaror va ishonchli ekanini tasdiqlandi.

Shunday qilib, R^2 va RMSE orqali olingan baholash natijalari mikroprotessorli dielkometrik o'lchash usuli asosida don namligini onlayn nazorat qilish tizimini joriy etish mumkinligini ilmiy jihatdan asoslaydi.

ϵ -W va Q-W regressiya tenglamalari

Tajriba natijalarini qayta ishlash va eng kichik kvadratlar usuli asosida regressiya tahlili o'tkazildi. Natijada don namligi W bilan dielektrik o'tkazuvchanlik ϵ hamda sensor chiqish signali Q o'rtasidagi bog'liqlik quyidagi tenglamalar bilan ifodalandi.

Dielektrik o'tkazuvchanlikning namlikka regressiya bog'liqligi (ϵ -W)



$$\varepsilon(W) = 1,82 + 0,094W + 0,0063W^2 \quad (12)$$

bu yerda: W — don namligi, %; ε — donning nisbiy dielektrik o'tkazuvchanligi.

Ushbu tenglama namlik oshishi bilan dielektrik o'tkazuvchanlikning chiziqli bo'lmagan ravishda o'sishini ifodalaydi. Ikkinchi tartibli hadning mavjudligi yuqori namlik sohalarida qutblanish ta'sirining kuchayishini hisobga olish imkonini beradi.

Sensor chiqish signali va namlik o'rtasidagi regressiya bog'liqligi (Q–W)

$$Q(W) = 0,215 + 0,018 W + 0,0015W^2 \quad (13)$$

bu yerda: Q — sensor chiqish signali.

Ushbu regressiya tenglamasi mikroprotessorli qayta ishlash uchun qulay bo'lib, sensor signali orqali don namligini real vaqt rejimida aniqlash imkonini beradi.

Regressiya tenglamalarining amaliy qo'llanilishi

Olingan regressiya tenglamalari:

- sensorlarni kalibrovka qilishda,

- mikroprotessor xotirasida namlikni hisoblash algoritmini ishl- o'lchash xatoliklarini baholash va kompensatsiya qilishda asosiy hisobiy model sifatida qo'llaniladi.

Ayniqsa, $Q-W$ tenglamasi asosida teskari hisoblash amalga oshirilib, don namligining joriy qiymati avtomatik ravishda aniqlanadi, bu esa taklif etilgan usulning onlayn nazorat tizimlari uchun yaroqli ekanini tasdiqlaydi.

Xulosalar

Ushbu tadqiqot doirasida mikroprotessorli dielkometrik o'lchash asosida don namligini onlayn nazorat qilish usuli tahlil qilindi va takomillashtirildi. Mavjud dielkometrik usullardan farqli ravishda, taklif etilgan tizim mikroprotessor yordamida signalni raqamli qayta ishlash, harorat va zichlik ta'sirini kompensatsiya qilish imkonini beradi.

Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki:

1. Dielektrik o'tkazuvchanlik va sensor chiqish signali don namligiga monoton ravishda bog'liq bo'lib, $\varepsilon-W$ va $Q-W$ bog'liqliklari amaliyotda yuqori aniqlikka ega.

2. Mikroprotessorli kompensatsiya algoritmlari qo'llanilganda harorat ta'siri sezilarli darajada kamayib, o'lchash xatoligi $\pm 1,5$ % gacha qisqardi.

3. Tadqiqotlarda taqdim etilgan matematik modellar va empirik polinomial approksimatsiya $\varepsilon = a_0 + a_1W + a_2W^2$ yuqori darajada to'g'ri keldi.

4. Tadqiqot tahlili va nashr etilgan manbalar [1] – [10] shuni ko'rsatadiki, onlayn namlik nazorati texnologik jarayonlarni optimallashtirish, mahsulot sifatini yaxshilash va energiya sarfini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega.

Shu bilan, mikroprotessorli dielkometrik onlayn o'lchash tizimi agrosanoatda don namligini samarali va uzluksiz nazorat qilish uchun istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Tizimning afzalliklari — tezkorlik, kontaktsiz o'lchash, intellektual signal qayta ishlash va harorat, zichlik va tur ta'sirini kompensatsiya qilish imkoniyati.

Kelgusida ushbu usulni keng ko'lamda qo'llash, sensorlar va algoritmlarni yanada takomillashtirish, shuningdek,

mashinaning real ish sharoitlarida samaradorligini baholash tavsiya etiladi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Nelson, S. O. (2010). Dielectric properties of agricultural materials and their applications. Academic Press.
2. Kraszewski, A. (1996). Microwave aquametry: An overview. Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy, 31(3), 135–143. <https://doi.org/10.1080/08327823.1996.11688201>
3. Kent, M., & Evers, A. D. (1994). Technology of cereals. Pergamon Press.
4. Fraden, J. (2016). Handbook of modern sensors: Physics, designs, and applications (5th ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19303-8>
5. Chen, C., & Sun, D.-W. (2017). Moisture content measurement of grains: A review. Biosystems Engineering, 164, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.09.002>
6. Trabelsi, S., & Nelson, S. O. (2004). Dielectric spectroscopy of grain and seed moisture. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 53(3), 589–594. <https://doi.org/10.1109/TIM.2004.827407>
7. Mujumdar, A. S. (2014). Handbook of industrial drying (4th ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b17208>
8. Zhang, Y., Wang, X., & Li, M. (2019). Intelligent moisture measurement using dielectric sensors and neural networks. Sensors, 19(11), 2456. <https://doi.org/10.3390/s19112456>
9. Bentley, J. P. (2005). Principles of measurement systems (4th ed.). Pearson Education.
10. Rogov, I. A., & Antipov, S. T. (2012). Measurement methods in food technology. Measurement Techniques, 55(7), 721–728. <https://doi.org/10.1007/s11018-012-0023-6>
11. P. I. Kalandarov, L. F. Saidoripov. Ozuqa namligini aniqlashda dielkometrik usul asosidagi qurilmalardan foydalanish tajribalari. Development of science 2025/ 4 Volume 1. Pp.392-399.
12. P.I. Kalandarov, L. F. Saidoripov. Микроконтроллерный измерительный преобразователь емкости как объект контроля влажности зерна. Международный журнал Аграрного образования. 1-2025. С.62-71.
13. L.F. Saidoripov, P.I. Kalandarov. Микроконтроллерный преобразователь как объект контроля влажности с использованием искусственного интеллекта. IYUN 2025/6 Development of science Volume 1 Pp.47-52.
14. Palvan Iskandarovich Kalandarov., Naibakhon Saidaminovna Mamadalieva., Lazizbek Furkatzhanovich Saidoripov., Khusniddin Khusenovich Abdullaev. Influence of humidity on methane yield concentration in biogas production. Conference proceedings. «Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers» National Research University SECTION IV. April 9–10, 2025, Tashkent, Uzbekistan. PP.78-93.
15. P.I. Kalandarov, Sh. K. Kadirov. The role of methane in the technology of biogas production and its affecting factors. Science and innovation international scientific journal volume 4 issue 6 june 2025 P.p.176-184 <https://doi.org/10.5281/zenodo.15800069>





O'ZBEKISTONNING JAHON SAVDO TASHKILOTIGA A'ZO BO'LISH JARAYONIDA TEXNIK TO'SIQLARNI BARTARAF ETISHDA TEXNIK JIHATDAN TARTIBGA SOLISH TIZIMINI XALQARO TALABLAR BILAN UYG'UNLASHTIRISHNING ILMIY-METODIK ASOSLARI

Alisher DODOYEV

- O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi O'zbekiston Texnik jihatdan tartibga solish agentligi mas'ul xodimi

Elyor TANGIRKULOV

- O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi O'zbekiston Texnik jihatdan tartibga solish agentligining Milliy metrologiya instituti mas'ul xodimi

Annotatsiya. Mazkur maqolada O'zbekistonning Jahon savdo tashkilotiga a'zo bo'lish jarayonida texnik to'siqlarni bartaraf etishda texnik jihatdan tartibga solish tizimini xalqaro talablar bilan uyg'unlashtirish masalalari ilmiy-metodik nuqtayi nazardan tahlil qilingan. Tadqiqotda standartlashtirish, metrologiya, akkreditatsiya va muvofiqlikni baholash infratuzilmasining JST kelishuvlari, xususan savdodagi texnik to'siqlar tamoyillari bilan bog'liq jihatlari ochib berilgan. Milliy qonunchilik, institutsional tuzilmalar va amaldagi texnik reglamentlarni xalqaro ISO, IEC, Codex va OIML talablari bilan uyg'unlashtirish zarurati asoslab berilgan. Texnik to'siqlarning yuzaga kelish mexanizmlari, ularni bartaraf etishda xalqaro standartlarni to'g'ridan-to'g'ri qo'llash, muvofiqlikni baholash natijalarining xalqaro miqyosda tan olinishi va notifikatsiya mexanizmlarini joriy etishning ahamiyati yoritilgan.

Tadqiqot natijalari O'zbekistonda texnik jihatdan tartibga solish tizimini JST talablari asosida takomillashtirish bo'yicha ilmiy-amaliy xulosalarni shakllantiradi.

Kalit so'zlar: texnik jihatdan tartibga solish, texnik to'siqlar, JST, standartlashtirish, metrologiya, akkreditatsiya, muvofiqlikni baholash, xalqaro standartlar, texnik reglament.

Аннотация. В статье с научно-методической точки зрения рассматриваются вопросы гармонизации системы технического регулирования Узбекистана с международными требованиями в процессе устранения технических барьеров при вступлении в ВТО. Раскрыта роль инфраструктуры стандартизации, метрологии, аккредитации и оценки соответствия в контексте соглашений ВТО, связанных с техническими барьерами в торговле. Обоснована



необходимость приведения национального законодательства, институциональных механизмов и технических регламентов в соответствие с требованиями ISO, IEC, Codex и OIML. Проанализированы механизмы формирования технических барьеров и показана значимость прямого применения международных стандартов, международного признания результатов оценки соответствия и внедрения процедур нотификации. Результаты исследования формируют научно-практическую основу для совершенствования системы технического регулирования в условиях присоединения Узбекистана к ВТО.

Ключевые слова: техническое регулирование, технические барьеры, ВТО, стандартизация, метрология, аккредитация, оценка соответствия, международные стандарты, технические регламенты.

Abstract. This article examines, from a scientific and methodological perspective, the issues of harmonizing Uzbekistan's technical regulation system with international requirements in the process of eliminating technical barriers during its accession to the WTO. The role of the infrastructure of standardization, metrology, accreditation, and conformity assessment is analyzed in the context of WTO agreements related to technical barriers to trade. The necessity of aligning national legislation, institutional mechanisms, and technical regulations with ISO, IEC, Codex, and OIML requirements is substantiated. The mechanisms of the emergence of technical barriers are explored, emphasizing the importance of direct application of international standards, international recognition of conformity assessment results, and the implementation of notification procedures. The research findings provide a scientific and practical basis for improving the technical regulation system in Uzbekistan in line with WTO requirements.

Keywords: technical regulation, technical barriers, WTO, standardization, metrology, accreditation, conformity assessment, international standards, technical regulations.

Kirish (Introduction)

Jahon savdo tashkilotiga a'zo bo'lish jarayoni har qanday davlat uchun faqat tashqi savdo liberallashtirish emas, balki milliy huquqiy, institutsional va texnik infratuzilmani tubdan qayta ko'rib chiqishni talab qiladigan murakkab islohotlar jarayoni hisoblanadi. Bu jarayonda eng katta o'zgarishlar bevosita texnik jihatdan tartibga solish tizimiga tegishli bo'ladi. Chunki JST doirasida savdodagi asosiy muammolar bo'xona bojlari yoki tariflar emas, balki texnik to'siqlar, ya'ni standartlar, texnik reglamentlar, sertifikatlashtirish, metrologiya va muvofiqlikni baholash tartiblari orqali namoyon bo'ladi.

GATT qoidalarida savdo erkinligini ta'minlashning umumiy tamoyillari belgilangan bo'lsa, keyingi kelishuvlar, xususan, texnik to'siqlar bilan bog'liq qoidalar milliy texnik

infratuzilmaning xalqaro talablarga muvofiqligini talab qiladi [1]. JST a'zolari o'rtasidagi savdo munosabatlarida mahsulot sifati, xavfsizligi va muvofiqligini baholashda qo'llaniladigan usullar o'zaro tan olinishi lozim. Bu esa bevosita milliy texnik jihatdan tartibga solish tizimining xalqaro standartlashtirish, metrologiya va akkreditatsiya tizimlari bilan uyg'unlashganligini taqozo etadi.

O'zbekistonning JSTga a'zo bo'lish milliy strategiyasida texnik jihatdan tartibga solish, standartlashtirish va muvofiqlikni baholash tizimini xalqaro qoidalarga moslashtirish ustuvor yo'nalish sifatida qayd etilgan [6]. Bu jarayon faqat qonunlarni o'zgartirish bilan cheklanib qolmay, balki institutsional tuzilmalar, laboratoriyalar, akkreditatsiya organlari, metrologiya xizmatlari va axborot almashinuvi mexanizmlarini ham qayta tashkil etishni talab qiladi.

Tadqiqotning dolzarbligi shundaki, JSTga a'zo bo'lishda yuzaga keladigan asosiy muammolarning katta qismi texnik to'siqlar bilan bog'liq bo'lib, ularni bartaraf etishning ilmiy-metodik asoslarini ishlab chiqish O'zbekiston uchun strategik ahamiyatga ega.

Materiallar va usullar (Materials and Methods)

Tadqiqotda xalqaro savdo huquqi, JST kelishuvlari, O'zbekiston Respublikasining tashqi iqtisodiy faoliyatga oid qonunchiligi, bo'xona qoidalar, JSTga a'zo bo'lish bo'yicha ishchi guruh materiallari, Jahon banki va YuNKTAD tahliliy hisobotlari, hamda milliy strategiya materiallari manba sifatida qo'llanildi [2], [3], [4], [5], [7], [8].

Tahlilda qiyosiy-huquqiy yondashuv, institutsional tahlil, tizimli tahlil va normativ tahlil usullaridan foydalanildi. Milliy texnik jihatdan tartibga solish tizimi komponentlari xalqaro talablar bilan solishtirildi. Texnik to'siq tushunchasi, uning shakllanish mexanizmlari va ularni bartaraf etish vositalari ilmiy nuqtai nazardan tahlil qilindi.

Axborot manbalari sifatida JST rasmiy materiallari, Jahon banki va YuNKTAD ma'lumotlari, O'zbekistonning JSTga a'zo bo'lishga bag'ishlangan axborot portallari ham o'rganildi [9].

Natijalar (Results)

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, texnik to'siqlar asosan standartlar, texnik reglamentlar va muvofiqlikni baholash tartiblarining xalqaro talablarga mos kelmasligi natijasida yuzaga keladi. Milliy standartlarning xalqaro ISO, IEC, Codex, OIML hujjatlariga uyg'unlashmaganligi eksportchi korxonalar uchun jiddiy muammolar keltirib chiqaradi.

GATT va unga bog'liq kelishuvlarda tovarlar erkin harakatlanishi tamoyili belgilangan bo'lsa-da, amaliyotda tovarlar texnik talablar sababli bozorga kirish imkoniyatidan mahrum bo'ladi [1]. Bu esa texnik jihatdan tartibga solish tizimining xalqaro talablar bilan uyg'unlashmaganligini anglatadi.

O'zbekistonda texnik jihatdan tartibga solish tizimida so'nggi yillarda sezilarli islohotlar amalga oshirilgan bo'lsa-da, JST talablari nuqtai nazaridan qaranganda, standartlashtirish, metrologiya, akkreditatsiya va





muvofiglikni baholash tizimlarini yanada chuqur transformatsiya qilish zarurati mavjudligi aniqlandi.

Muvofiqlikni baholash natijalarining xalqaro miqyosda tan olinishi uchun akkreditatsiya organining xalqaro tashkilotlar bilan integratsiyalashuvi muhim ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, texnik reglamentlar ishlab chiqishda xalqaro standartlardan to'g'ridan-to'g'ri foydalanish amaliyoti kengaytirilishi lozim.

Muhokama (Discussion)

JST doirasida texnik to'siqlarni bartaraf etish faqat huquqiy islohotlar bilan emas, balki metodologik yondashuvni o'zgartirish orqali amalga oshiriladi. Texnik jihatdan tartibga solish tizimi bozor iqtisodiyoti talablariga mos, shaffof va xalqaro standartlarga asoslangan bo'lishi shart.

YuNKTAD va Jahon banki tahlillari shuni ko'rsatadiki, rivojlanayotgan davlatlar JSTga a'zo bo'lish jarayonida eng katta qiyinchilikni texnik infratuzilmani qayta qurishda duch keladilar [7], [8]. Bu jarayon ilmiy asoslangan metodik yondashuvni talab qiladi.

O'zbekiston sharoitida texnik jihatdan tartibga solish tizimini uyg'unlashtirishda quyidagi metodik tamoyillar muhim ahamiyatga ega ekanligi asoslandi: xalqaro standartlarni ustuvor qo'llash, texnik reglamentlarni xavf-xatar tahlili asosida ishlab chiqish, muvofiqlikni baholash tizimini mustaqil va shaffof tashkil etish, axborot almashinuvini raqamlashtirish, notifikatsiya mexanizmlarini joriy etish.

TRIPS kelishuvida ham intellektual mulk himoyasi orqali mahsulot sifati va xavfsizligi masalalari texnik talablar bilan uzviy bog'langanligi qayd etilgan [2]. Bu texnik jihatdan tartibga solish tizimining faqat standartlashtirish emas, balki innovatsiya va texnologiyalar bilan ham bog'liqligini ko'rsatadi.

Xulosa (Conclusion)

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, O'zbekistonning JSTga a'zo bo'lish jarayonida texnik to'siqlarni bartaraf etishning asosiy yo'li texnik jihatdan tartibga solish tizimini xalqaro talablar bilan chuqur va tizimli uyg'unlashtirishdan iborat.

Bu uyg'unlashtirish jarayoni huquqiy, institutsional va metodologik o'zgarishlarni o'z ichiga oladi. Standartlashtirish, metrologiya, akkreditatsiya va muvofiqlikni baholash tizimlari xalqaro talablar asosida qayta tashkil etilgandagina milliy mahsulotlar xalqaro bozorda erkin harakatlanishi mumkin bo'ladi.

Ilmiy-metodik yondashuv sifatida xalqaro standartlarni to'g'ridan-to'g'ri qo'llash, texnik reglamentlarni xavf tahlili asosida ishlab chiqish, akkreditatsiya tizimini xalqaro tan olinish darajasiga olib chiqish va axborot shaffofligini ta'minlash ustuvor yo'nalishlar sifatida asoslandi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. General Agreement on Tariffs and Trade (GATT 1994).
2. Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS).
3. Таможенный кодекс Республики Узбекистан.
4. Закон Республики Узбекистан «О внешнеэкономической деятельности».
5. Доклады Рабочей группы ВТО по присоединению новых членов.
6. Миллий стратегия Ўзбекистоннинг ЖСТга аъзо бўлиши бўйича.
7. Аналитический обзор Всемирного банка.
8. Доклады ЮНКТАД по международному торговому праву.
9. Ахборот порталлари: uzbwto.uz, интрасен.орг, еуропеан-унион.еуропа.еу.

