ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 4

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

pH NI O‘LCHASH VOSITALARINING METROLOGIK XUSUSIYATLARINI ANIQLASH JARAYONIDA O‘RNATILGAN TALABLARNI XALQARO TALABLARGA UYG‘UNLASHTIRISH VA TAKOMILLASHTIRISH

Matyakubova P.M.
TDTU “Metrologiya, texnik jihatdan tartibga solish, standartlashtirish va sertifikatlashtirish” kafedrasi mudiri, t.f.d., professor
Kadirova SH.A.
TDTU “Metrologiya, texnik jihatdan tartibga solish, standartlashtirish va sertifikatlashtirish” kafedrasi professori, t.f.n.
Raxmatullayev S.A.
DTU “Metrologiya, texnik jihatdan tartibga solish, standartlashtirish va sertifikatlashtirish” kafedrasi doktoranti
E-mail: sarvar.raxmatullayev9@gmail.com
ORCID.ORG/ 0000-0001-7901-6600

Annotatsiya. Ushbu maqolada pH o‘lchash vositalarining metrologik xususiyatlarini aniqlash jarayonida zarur sharoitlarni belgilash masalalari ilmiy-nazariy va amaliy jihatdan tahlil qilingan. Shuningdek, pH o‘lchash vositalarining fizik-kimyoviy o‘lchash laboratoriyalari hamda sanoatning turli tarmoqlarida qo‘llashning ahamiyati, pH o‘lchash vositalarining metrologik xususiyatlari, pH o‘lchashlarda ta’sir etuvchi omillar, pH o‘lchash vositalarining metrologik xususiyatlarini aniqlashda xalqaro talablar va ularning mazmuni, jarayonni tashkil etishda laboratoriya xonalariga va yordamchi vositalariga qo‘yiladigan talablar atroflicha keltirib o‘tilgan.

Kalit so‘zlar: o‘lchash jarayoni, pH o‘lchash vositasi (pH-metr), o‘lchash vositasi aniqligi, tashqi muhit parametrlari, ISO/IEC 17025, IEC 60068-1, harorat, nisbiy namlik, atmosfera bosimi, Nernst tenglamasi.

Аннотация. В настоящей статье с научно-теоретической и практической точек зрения проанализированы вопросы установления необходимых условий в процессе определения метрологических характеристик средств измерения pH. Также подробно описаны значение применения средств измерения pH в физико-химических измерительных лабораториях и различных отраслях промышленности, метрологические характеристики средств измерения pH, факторы, влияющие на измерение pH, международные требования к определению метрологических характеристик средств измерения и их содержание, требования к лабораторным помещениям и вспомогательным средствам при организации процесса.

Ключевые слова: процесс измерения, средство измерения pH (pH-метр), точность средства измерения, параметры окружающей среды, ISO/IEC 17025, IEC 60068-1, температура, относительная влажность, атмосферное давление, уравнение Нернста.

Abstract. This article provides a scientific-theoretical and practical analysis of establishing the required conditions in the process of determining the metrological characteristics of pH measuring instruments. Additionally, the importance of using pH measuring instruments in physicochemical measurement laboratories and various industrial sectors, the metrological characteristics of pH measuring instruments, factors influencing pH measurements, international requirements for determining the metrological characteristics of pH measuring instruments and their content, and requirements for the laboratory premises and auxiliary equipment during process organization are detailed.

Keywords: measurement process, pH measuring instrument (pH-meter), measuring instrument accuracy, environmental parameters, ISO/IES 17025, IES 60068-1, temperature, relative humidity, atmospheric pressure, Nernst equation.

KIRISH.

Hozirgi kunda zamonaviy metrologiya yuqori aniqlikdagi o‘lchashlarni amalga oshirish, o‘lchashlar sifati, o‘lchash usullari va vositalariga yuqori talablar qo‘ymoqda. Yuqori aniqlikdagi o‘lchashlarni amalga oshirish ishlab chiqarish jarayonlarining samaradorligi, mahsulot sifatini va xavfsizligi hamda atrof-muhit holati monitoringida bevosita omil sifatida qaraladi. Bunda, o‘lchash vositalarining ishonchliligi, aniqligi, o‘lchashlarning butun diapazonini qamrab olishi, tezkorligi, barqarorligi, takrorlanuvchanligi va o‘lchashlarning boshqa sifat mezonlarini o‘z ichiga qamrab oladi.

Fizik-kimyoviy o‘lchash laboratoriyalari hamda sanoatning turli tarmoqlari, jumladan, kimyo va neft-kimyo sanoatida texnologik jarayonlarni nazorat qilishda, oziq-ovqat sanoatida mahsulot sifati va xavfsizligini baholashda, ekologiya va atrof-muhit muhofazasida, tibbiyot (biologik tahlillar), farmatsevtika, qishloq xo‘jaligi va boshqa sanoat tarmoqlarida eritmalardagi vodorod ionlari faolligi ko‘rsatkichi, moddalarning kislotalilik-ishqoriy xususiyatlarini aniqlash muhim ahamiyat kasb etadi [1]. Bundan ko‘rinib turibdiki, pH o‘lchash vositalarining zamonaviy sanoat tarmoqlari va ilmiy amaliyotda universalligi hamda ularga bo‘lgan talabning doimiy o‘shib borayotganligini ko‘rsatadi.

pH o‘lchash vositalarining metrologik xususiyatlari: o‘lchash vositasi aniqligi, o‘lchash diapazoni, xatolik chegaralari, sezgirligi, takrorlanuvchanligi va barqarorligi kabi ko‘rsatkichlari bir qancha omillarga bevosita bog‘liq. O‘lchash vositalari noto‘ri qiymatlarni qayd etishi, buzilishlar nafaqat texnologik

ISSN 3030-3907

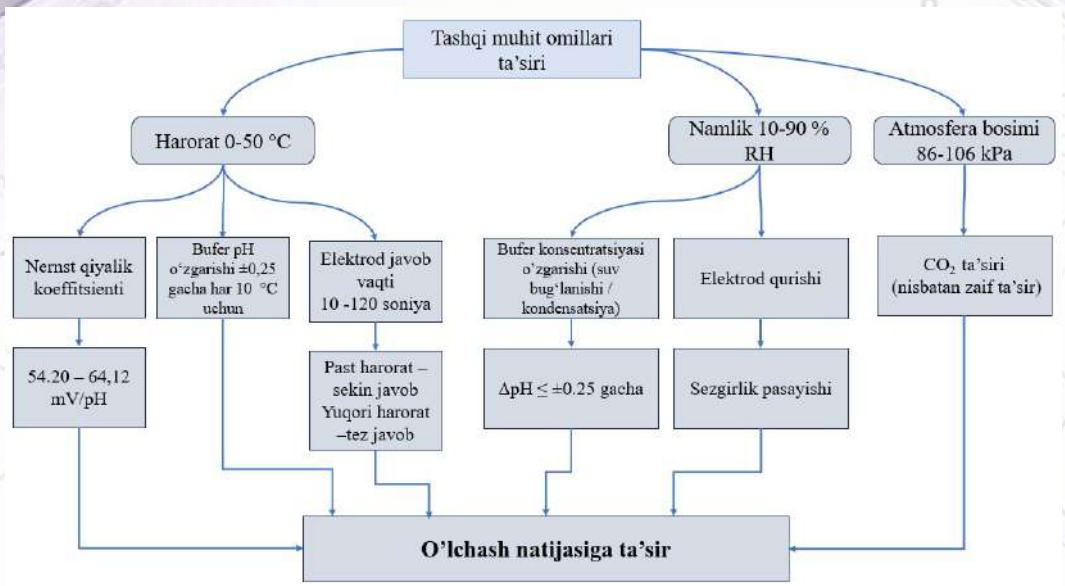
jarayonlarda yo‘qotishlarga olib kelishi, balki tibbiy va ekologik qarorlarni noto‘g‘ri qabul qilinishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu sababli, o‘lchash vositalarini metrologik xususiyatlarini aniqlash, metrologik tekshiruvi va nazorati, shu bilan birga, ichki (in-hause) kalibrlashni amalga oshirishda jarayonga qo‘yiladigan talablar va sharoitlarni aniq belgilash muhim ahamiyat kasb etadi.

ASOSIY QISM.

Har qanday o‘lchash va sinov laboratoriyalari o‘lchash vositalarini metrologik xususiyatlarini aniqlash jarayonlari uchun alohida tayyorgarlik, zarur sharoitlarni belgilash va ta’minlash, yordamchi vositalarini ishga tayyorlash, texnika va xavfsizlik qoidalariga rioya etishi, jarayon o‘tkaziladigan xona tashqi muhit ta’sirlarini inobatga olish, xodimlar malakasi va umuman olganda laboratoriyalar zarur tashkiliy ta’minot darajasiga ega bo‘lishi lozim. Sinov va kalibrlash laboratoriyalarining malakasiga qo‘yiladigan umumiy talablarga ko‘ra, sinovlar, jarayonlar o‘tkaziladigan binolar, xonalar atrof-muhit sharoitlari natijalarning ishonchliligiga salbiy ta’sir ko‘rsatmasligi hamda laboratoriya faoliyati uchun mos bo‘lishi kerak. Bularga, ifloslanish, chang, elektromagnit buzilishlar, radiatsiya, namlik, elektr ta’minoti, harorat, tovush va tebranish va boshqalar kiradi [1-2]. pH ni o‘lchash vositalarini metrologik xususiyatlarini aniqlash jarayonlarida o‘lchash aniqligiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan omillarning asosiylaridan biri bu tashqi muhit parametrlari ya’ni harorat, namlik, atmosfera bosimi va boshqalar hisoblanadi. Bu borada qator izlanuvchilar tomonidan tadqiqot ishlari olib borilgan bo‘lib, o‘lchash jarayonlari olib boriladigan laboratoriya xonalari ma’lum bir tashqi muhit parametrlariga javob berishi talab etiladi [2-4].

pH o‘lchash vositalarini metrologik xususiyatlarini aniqlash jarayonlarida laboratoriya sharoitlarini belgilashda tashqi muhit parametlarining ta’sirini struktura (1-rasm) asosida izohlashimiz mumkin.

ISSN 3030-3907



1-rasm. pH o‘lchashlarni amalga oshirishda tashqi muhit omillari ta’siri

Laboratoriyada o‘lchash vositalarini metrologik xusuiyatlarini aniqlash jarayonlarida tashqi muhit parametrlarini o‘rnatish va nazorat qilish bo‘yicha xalqaro hujjatlarda bir qancha talabalar va tavsiyalar keltirilgan [2], bunga misol tariqasida, ISO/IEC 17025, IEC 60068-1, МИ 1619 va boshqa qator hujjatlarni ko‘rishimiz mumkin.

Ushbu hujjatlar atrof-muhit sinovlarini moslash jarayonining asosiy tuzilmasi, tegishli sinovlar va ularning murakkablik darajasi bilan sinov xususiyatlarini ishlab chiqarishga ko‘maklashish maqsadida taqdim etilgan. Atrof-muhitni nazorat qilishi sinov usullari mavjud xalqaro muhandislik tajribasi va xulosalariga asoslanib, asosan namunalar haqida ma’lumot berish uchun mo‘ljallangan, shuningdek, zarur hollarda tegishli qo‘shimcha sinovlar bilan to‘ldirilishi mumkin:

- harorat, bosim, namlik, mexanik kuchlanish yoki atrof-muhitning boshqa sharoitlari va ushbu sharoitlar majmuining belgilangan chegaralarida ishlash qobiliyati;
- tashish, saqlash va o‘rnatish sharoitlariga bardosh berish qobiliyati [4].

Bunga ko‘ra, agar o‘lchashlar jarayonida o‘lchanishi kerak bo‘lgan parametrlar harorat, bosim va namlikka bog‘liq, ammo bu ta’sirlar ma’lum qoniniyat bilan to‘g‘ridan-to‘gri keltirilmagan bo‘lsa, standart sinovlar uchun tashqi muhit parametrlari [4] 1- jadavalda keltirilgan kabi sharoitlarni belgilash mumkin.

1-jadval

O‘lchashlar va sinovlar uchun tashqi muhit parametrlari

Harorat, °C	Nisbiy namlik, %	Atmosfera bosimi

ISSN 3030-3907

Nominal qiymat	Qisqa bardoshlilik	Uzoq bardoshlilik	Qisqa oraliqda	Uzoq oraliqda	kPa	mBar
20	±1	±2	63 - 67	60 – 70	86 - 106	(860 – 1060)
23	±1	±2	48 – 52	45 – 55	86 - 106	(860 – 1060)
25	±1	±2	48 – 52	45 – 55	86 - 106	(860 – 1060)
27	±1	±2	63 - 57	60 - 70	86 - 106	(860 – 1060)
Izoh:Ushbu qiymatlar 60068-1 IEC:2013, shuningdek ISO 554 va ISO 3205 da keltirilgan qiymatlar kiradi.						

O‘lchash va sinovlarni o‘tkazish uchun atmosfera sharoitlarining me’yoriy diapazoni 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

O‘lchashlar va sinovlar uchun standart atmosferalar

Harorat, °C	Nisbiy namlik, %	Atmosfera bosimi
15 dan 35 gacha	25 dan 75 gacha	86 kPa dan 106 kPa (860 mbar dan 1 060 mbar)

Albatta shuni ham hisobga olish kerakki, jarayon olib borilayotgan xona tashqi muhit parametrlari keskin o‘zgarishiga yo‘l qo‘yilmasligi lozim. Bunda, o‘lchashlar olib boriladigan vaqtning hissasi yuqori hisoblanadi.

Atmosfera bosimini hisobga olishda dengiz sathidan balandlik bo‘yicha munosabatdan kelib chiqadi. Atmosfera bosimi va balandlik o‘rtasidagi bog‘liqlik 3-jadvalda keltirilgan[5].

3-jadval

Atmosfera bosimi va balandlik

Atmosfera bosimi kPa	5,5	12	26	38	54	62	70	75	84	Dengiz sathi
Dengiz sathidan taxminiy balandlik[a] (m)	20 000	15 000	10 000	7 500	5 000	4 000	3 000	2 500	1 500[b]	0[c]

ISSN 3030-3907

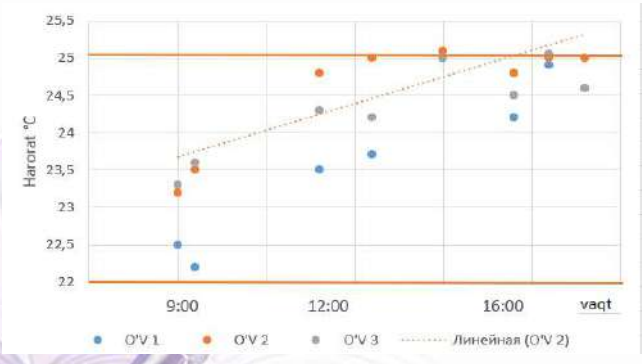
[a]Atmosfera bosimi va balandlik o‘rtasidagi bog‘liqlik IEC 60721-2-3 orqali aniqlanadi.
[b]Namunani sinov uchun standart atmosfera sharoitlarining havo bosimi qiymatining quyi chegarasida sinash talab etilganda qo‘llanilishi mumkin.
[c]Qo‘llanmdga muvofiq, 1000 metrgacha bo‘lgan balandliklarda standart atmosfera bosimi 86 kPa dan 106 kPa gacha bo‘lgan oraliqni qamrab oladi.

O‘lchash aniqligini ta’minlash va o‘lchash natijasiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan omillarni oldini olish maqsadida o‘lchash amallari bajarilishidan oldin tayyorgarlik ishlariga alohida e’tibor qaratishimiz lozim. Tashqi muhit paramentrlarini o‘rnatish va nazorat qilish, yordamchi uskunalar va jihozlarni ishga tayyorlash, qurilmalarni ishga tushirish hamda barqarorligini ta’minlash, tekshirilayotgan qurilmani jarayonga tayyorlash va boshqa amallarni bajarish talab etiladi.

Eksperimental (natijalar va muhokama)

Eksperimental tahlillar pH o‘lchash vositalarini metrologik xususiyatlarini aniqlash jarayonlari olib boriladigan laboratoriya xonasining tashqi muhit parametrlari (harorat, atmosfera bosimi, nisbiy namlik) kunning turli vaqtlarida natijalar olinib (2-rasm), jarayon olib borilgan laboratoriya xona tashqi muhit parametrlarini nazorat qilish vositasi sifatida, o‘lchash diapazoni - 200 °C dan 500 °C gacha, yuqori aniqlikdagi ishchi harorati - 30 °C dan 65 °C gacha, qiymatni qayd etish 0,1 °C, tashqi zondsiz kirish aniqligi -50 °C dan 100 °C gacha ± 0.2 °C, +100 dan +250 °C gacha ± 0.2 % ni, nisbiy namlik 0 to 100 % RH gacha, atmosfera bosimi o‘lchash diapazoni 800 dan 1100 kPa gacha, aniqlik 23°C uchun ±2 kPa ga ega bo‘lgan qurilmadan foydalanildi.

O‘lchash jarayonlari boshlanishidan oldin kamida 30 daqiqa oldin qurilma ishchi holatga keltirildi. Natijalari turli pH o‘lchash vositalarini ishlab chiqaruvchi kompaniyalarning modellarida amalga oshirilganligi sababli har bir qurilmaning javob vaqt ham turlicha ya’ni umumiy jarayon har bir qurima uchun o‘rtacha 20 daqiqadan 40 daqiqagacha va undan ko‘proq vaqt davom etishi mumkin.

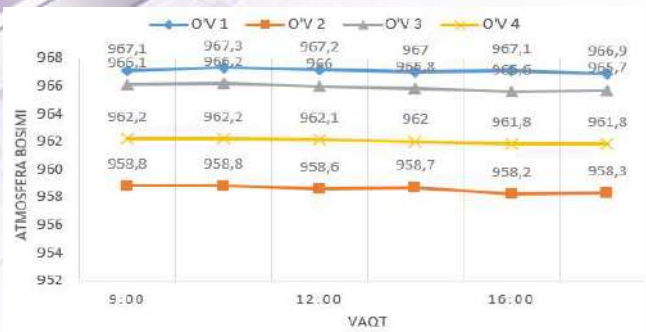


(a)



(b)

ISSN 3030-3907



2-rasm. O‘lchash vosita (O‘V) lari metrologik xususiyatlarini aniqlash jarayonlarida tashqi muhit parametrlari qiymatlari vaqt davomida o‘zgarishi

(v)

O‘lchash jarayonida tashqi muhit parametrlari: atmosera bosimi ta’siri minimal darajada bo‘lsa ham, lekin o‘lchash jarayonida qo‘shimcha xatoliklarni oldini olish maqsadida o‘lchash maqsadga muvofiq. Atmosfera bosimi eritmalarda erigan gazlar, ayniqsa korbonat angidrid (CO_2) ning erivchanligiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. CO_2 suvda erib, korbonat kislota (H_2CO_3) hosil qiladi, bu esa eritmani biroz ishqoriy tomonga o‘zgartiradi. O‘tkazilgan tadqiqot natijasining tahlili shuni ko‘rsatadiki, laboratoriya sharoitida atmosfera bosimining vaqt bo‘yicha keskin o‘zgarishi kuzatilmaydi. Shu sababli, bu ta’sir o‘lchash jarayonlarida ahamiyati juda past ta’sir deb baholashimiz mumkin.

Nisbiy namlik pH qiymatiga bevosita bo‘lmasa ham lekin bilvosita ta’sir ko‘rsatadi. pH bufer eritmalarining saqlash talablariga rioya etilmasa yoki o‘lchash jarayoni uzoq vaqt davom etadigan holatlarda bufer eritmaning ochiq holatda uzoq ushlab turilishi tashqi muhitning quruqligi bufer eritmasining bug‘lanishiga olib kelishi mukin. Bu esa eritma konsentratsiyasini oshiradi va uning pH qiymatini o‘zgartiradi (asosan bufer eritmaning turiga bog‘liq). Bu asosan kichik hajimdagi namunalarda muhimdir.

pH o‘lchash vositalarining metrologik xususiyatlarini aniqlashda haroratning ikki asosiy ta’siri, bunda asosiy ta’sir – o‘lchanayotgan bufer eritmaning harorati va laboratoriyada ta’minlanishi lozim bo‘lgan tashqi muhit harorati ta’siri orqali o‘lchash aniqligiga bevosita ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Bufer eritmasining harorati o‘zgarishi Nernst tenglamasi orqali ifodalanadi (1).

$$E=E^0+(RT/nF)\cdot ln\ a(H^+) \qquad (1)$$

bu yerda:

E^0 - standart elektrod potensiali, mV;

R – universal gaz doimiysi, 8,314 $J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}$;

T – harorat, T(K) = t(°C) + 273,15;

F - Faradey doimiysi, 96 485 $Kl\cdot mol^{-1}$;

$a(H^+)$ - Vodorod ionlari faolligi, $mol\cdot L^{-1}$.

Bunda, harorat 1 °C ga ortishi (o‘zgarishi) Nernst qiyaligining ~ 0,198 $mV\cdot °C^{-1}$ ga siljitishi va bu o‘lchash natijasida ±0,01 pH birlikka yetuvchi sistematik xatolikka sabab bo‘lishi mumkin. Shu bois standart bufer namunalar

ISSN 3030-3907

ishlab chiqaruvchilari yorliqlarda pH qiymatining haroratga bog‘liq o‘zgarish jadvalini keltiradi hamda xalqaro talablar va tavsiyalarga muvofiq ushbu o‘lchashlarni amalga oshirishda hisobga olishi lozim bo‘lgan metrologik majburiyat hisoblanadi.

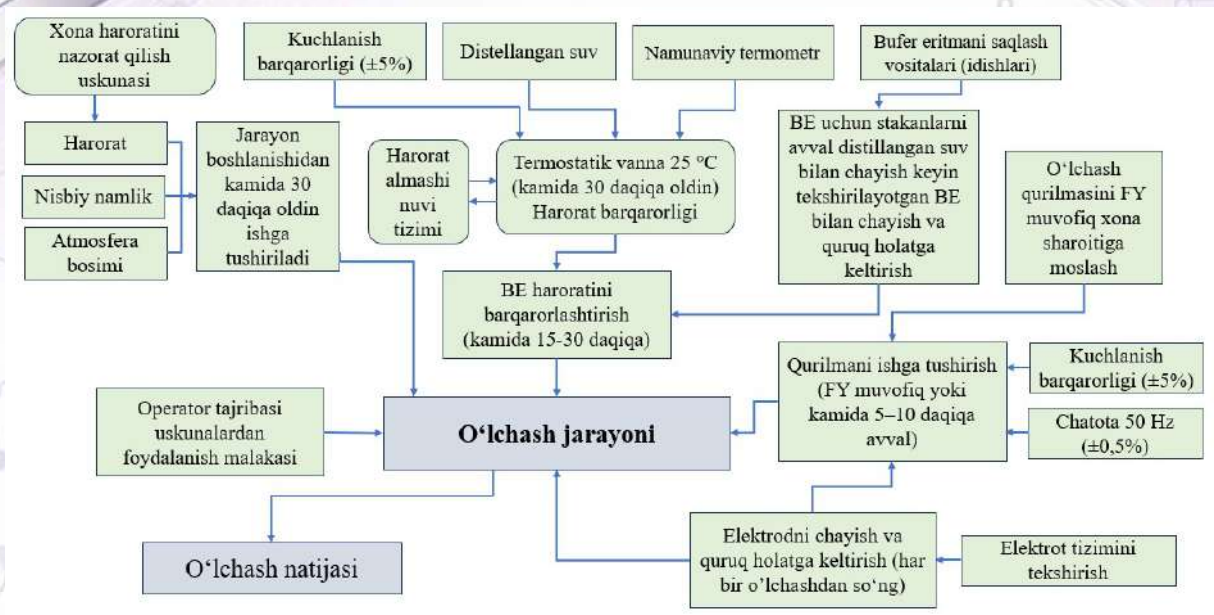
Tashqi muhit harorati esa ko‘pincha e’tibordan chetda qolsa-da, u shisha membrana qarshiligining bir necha barobarga ortishiga, referent elektroddagi diffuzion potensialning 0,1–0,3 $mV \cdot °C^{-1}$ siljishiga va termal muvozanat o‘rnatilgunga qadar yuzaga keladigan o‘tish davri xatoliklariga olib kelishi mumkin [7]. Bundan tashqari, zamonaviy pH o‘lchagichlardagi avtomatik harorat kompensatsiyasi (ATC) faqat ma’lum qiylatlar uchun tuzatish kiritib, tashqi muhit harorati ta’siridan kelib chiqadigan diffuzion va termal xatoliklarni to’liq bartaraf eta olmaydi. GUM (BIPM, 2008) metodologiyasiga asosan, laboratoriya sharoitida harorat ±2°C chegarasida nazorat qilinmagan taqdirda harorat omilidan kelib chiqadigan kengaytirilgan noaniqlik $U \geq 0{,}05$ pH birlikka yetishi mumkin [8], bu esa ko‘plab sanoat tarmoqlarida belgilangan aniqlik talablaridan oshib ketishiga sabab bo‘lishi mumkin.

O‘tkazilgan tahlillar asosida, o‘lchash natijalarining ishonchliligiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan omillar, xalqaro norma talablari, o‘lchash vositalariga tashqi muhit parametrlarining ta’siri, davlat standart talablari, geografik joylashuvi, shuningdek, pH o‘lchash vositalarining foydalanish yo‘riqnomalarida keltirilgan talablar hisobga olingan holda, laboratoriya xonalarining tashqi muhit parametrlari uchun quyidagi talablar ishlab chiqildi. Bunda pH o‘lchash vositalarining metrologik xususiyatlarini aniqlash joylarida quyidagilar ta’minlanishi lozim:

- jarayon o‘tkaziladigan muhitdagi havo harorati (20±5) ºC;
- jarayon o‘tkaziladigan muhitning nisbiy namligi 25% dan 80 % gacha;
- atmosfera bosimi 86 kPa dan 106 kPa gacha;
- barqaror kuchlanish og‘ishining normal ruxsat etilgan va maksimal ruxsat etilgan qiymatlari ±5 %;
- to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nuri, mexanik ta’sirlar, changning mavjudligi, tashqi elektr va magnit maydonlar (yerning magnit maydonidan tashqari), o‘lchash vositasi va nazorat vositalarining ishlashiga ta’sir etuvchi holatlarning oldi olingan bo‘lishi kerak [9].

O‘tkazilgan tahliliy natijalar asosida pH o‘lchash vositalarining metrologik xususiyatlarini aniqlash jarayonlarida o‘lchash natijasiga salbiy ta’sirlarni oldini olish, tashqi muhit sharoitlarini belgilash va jarayonga tayyorgarlik ishlarini amalga oshirish 3-rasmda keltirilgan amallarga rioya etilishiga alohida e’tibor qaratish lozim.

ISSN 3030-3907



3-rasm. pH o‘lchash vositalarining metrologik xususiyatlarini aniqlash jarayonlarida tayyorgarlik sxemasi

XULOSA VA TAKLIFLAR.

O‘tkazilgan tahlillar va eksperimental natijalar asosida shuni xulosa qilib aytishimiz mumkinki, turli suyuqlik va muhitlarda eritmadagi vodorod ionlari faolligi ko‘rsatkichi pH ni, suyuqliklarning kislotalik va ishqoriy ekanligini aniqlash, sanoatning turli tarmoqlarida o‘lchanishi lozim bo‘lgan asosiy parametrlardan biri hisoblanadi. Bunda, o‘lchash vositasining ishonchliligi, aniqligi, o‘lchash diapazoni, barqarorligi, takrorlanuvchanligi, sezgirligi va boshqalarni aniqlash muhim ahamiyatga ega. Bu esa, pH ni o‘lchash vositalarining metrologik xususiyatlarini aniqlashda xalqaro talablar, milliy me’yoriy hujjatlar, qurilmaning ekspluatatsion hujjatlari, shuningdek, ilmiy-texnik yutuqlar natijalari asosida jarayonlarni to‘g‘ri tashkil etishni taqazo etadi. Ushbu maqolada pH o‘lchashlarni amalga oshirishda tashqi muhit omillari ta’siri, sinov va o‘lchash laboratoriyalarining tashkiliy holatiga talablar, pH o‘lchash vositalarining metrologik xususiyatlarini aniqlashda harorat, atmosfera bosimi, nisbiy namlikning qay darajada ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi, shuningdek, yordamchi vositalarga talablar belgilangan bo‘lib, jarayonni tashkil etishda o‘rnatilgan talablar bo‘yicha tavsiyalar keltirilgan.

ADABIYOTLAR

1. Z. Zulkarnay, S. Shazwani, B. Ibrahim, A. J. Jurimah, A. R. Ruzairi, S. Zaridah. An overview on pH measurement technique and application in biomedical and industrial process. 2015 2nd International Conference on Biomedical Engineering (ICoBE). DOI: 10.1109/ICoBE.2015.7235898

ISSN 3030-3907

2. ISO/IEC 17025:2017-11(E) General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. International Organization for Standardization. 2017.
3. John J. Barron, C. Ashton, L. Geary. The Effects of Temperature on pH Measurement // A reagecon technical paper. September 2006.
4. IEC 60068-1:2013 Environmental testing, General and guidance. ICS 19.040, ISBN 978-2-8322-1110-6.
5. IEC 60068-2-13 Environmental testing. Part 2-13. M: Low air pressure.
6. Good measurement practice in pH measurement. Mettler toledo. pH Essentials Guide 2021.
7. R. Bates and R. Durst. Definition of pH scales, standard reference values, measurement of ph and related terminology. Pure and Appl. Chem., Vol. 57, No. 3, pp. 531—542.
8. R. P. Buck and oth. Measurement of pH. definition, standards, and procedures. Pure Appl. Chem., Vol. 74, No. 11, pp. 2169–2200, 2002.
9. O‘zMSt 584:2025 O‘lchashlar birliligini ta’minlash davlat tizimi. pH-metrlar va ion o‘lchagichlar. Qiyoslash uslubiyoti.
10. Matyakubova P.M. Eksperimentni tashkil etish va rejalashtirish. O’quv qo’llanma. ISBN 978-9910-9838-1-8 «Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi», 2023, 183 b.
11. Matyakubova P.M., Ismatullayev P.R., Masharipov Sh.M. O‘lchash usullari va vositalari. O‘quv qo‘llanma. 2023 y.
12. Matyakubova P.M., Rakhmatullaev S.A. Analysis of temperature-dependent pH scale for aqueous solutions according to international requirements // Journal Proceedings. Volume 52 (06) Issue 04-02 2025. p 65-69.
13. OIML R 54 pH SCALE for AQUEOUS SOLUTIONS. International Organization of Legal Metrology.
14. Raxmatullayev S.A., Xo‘jaqulov D.A. Suyuqliklardagi vodorod ionlari faolligi ko‘rsatkichi (pH) ni o‘lchash vositalarining metrologik ta’minoti // “Milliy standart” Ilmiy-texnik jurnali 2025 / 1-SON. b. 72-75.

ISSN 3030-3907