

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ
ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**



International
Organization for
Standardization



International
Electrotechnical
Commission



ХАЛҚАРО АНЖУМАН

**«Жаҳонда стандартлаштириш ва техник жиҳатдан
тартибга солиш ҳолати ва ривожланиш истикболлари»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Состояние и тенденции развития стандартизации и
технического регулирования в мире»**



СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

**13-14 Октябрь, 2022
Ташкент, Узбекистан**

ШИША ЭЛЕКТРОДЛИ pH-МЕТРЛАР ТАҲЛИЛИ

Эшонқулов Санжар

ТошДТУ, “Метрология, техник жиҳатдан тартибга солиш, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш” кафедраси
магистранти

Бобоев Ғайбулла Ғафурович

ТошДТУ, “Метрология, техник жиҳатдан тартибга солиш, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш” кафедраси
доценти, (PhD).

Мирзаев Манучехр Ҳамро ўғли

Жиззах политехника институти, “Метрология ва стандартлаштириш” кафедраси магистранти

Аннотация: Ушбу мақолада ишша электродли pH-метрлар ва уларнинг таҳлили берилган. Ишша электродли pH-метр уларнинг тарихи, тузилиши ва ишлаш принципи ҳақидаги маълумотлар кўриб чиқилган.

Калит сўзлар: pH-метр, ишша электрод, кислоталик, кислоталик даражаси, ион, хатolik

Аннотация: В данной статье представлены pH-метры со стеклянными электродами и их анализ. Рассмотрены PH-метры со стеклянным электродом, информация об их истории, устройстве и принципе действия.

Ключевые слова: pH-метр, стеклянный электрод, кислотность, степень кислотности, ион, погрешность.

Annotation: This article presents pH meters with glass electrodes and their analysis. PH meters with a glass electrode, information about their history, device and principle of operation are considered.

Key words: pH meter, glass electrode, acidity, degree of acidity, ion, error.

Сув муҳитлари ва озиқ овқат маҳсулотларининг кислоталик даражаси ва ишқорийлиги ҳақидаги биринчи тасаввурлари даставвал одамнинг таъм сезгилари асосида келиб чиққан. XIX асрдаёқ кимёгарлар кислотанинг “ўткирлигини” унинг мазасини татиб кўриб аниқлаганлар. XX асрнинг бошида Даниялик кимёгар С.П.Л Зеренсен pH миқдорий қиймат тушунчасини водород ионлари концентрациясининг манфий ўнли логарифми сифатида фанга киритган.

$$pH = -\lg (H^+)$$

pH қийматларини аниқлаш учун Зеренсен водород ва каломель электродли гальваник элементларининг ЭЮКини ўлчаган. Кейинроқ аниқланганки ЭЮК ўлчаш кўпинча водород ионлари активлигини манфий логарифми деб аниқлаш ҳозирги вақтда ҳам фойдаланилади.

$$pH = -\lg a_{H^+}$$

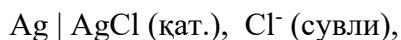
pH метрлар саноатнинг деярли ҳамма соҳаларида, қишлоқ хўжалигида, экология, тиббиёт илмий тадқиқотлар ва турли хил маҳсулотларни сертификатлашда қўлланилади.

Озиқ-овқат маҳсулотларининг сифатини аниқлашда pH ўлчамлар катта аҳамиятга эга. Ҳозирги даврда ўнлаб стандартлар тавсияномалар ва бошқа меъёрий-техникавий ҳужжатлар мавжуд бўлиб улар озиқ-овқат саноати маҳсулотларини масалан гўшт, сут ва сутли маҳсулотлар, ўсимликлар ёғи, нон маҳсулотлари, вино, пиво ва ҳоказоларни сертификатлашда pH миқдорини аниқлиги тартибга солади.

pH метрлар ёрдамида кислоталикни ўлчаш экологияда катта аҳамиятга эга бўлмоқда чунки таркибида кислотали бирикмалар ҳосил бўлган ёмғирлар атрофидаги муҳитга антропоген таъсир кўрсатмоқда [1,3].

pH-метрлар билан кислоталикни аниқлашда турли электродлардан кенг қўлланилади: водородли, шиша, хингидрон, металл–металл оксиди ва бошқалар.

Ушбу мақолада саноатда кенг қўлланиладиган шиша электродлар ҳақида кенгрок маълумот берамиз. Шиша электрод – сувли ва айрим сувсиз тизимлар pH ўлчаш учун қўлланиладиган энг кенг тарқалган датчик; сувли эритмаларнинг pH ўлчашда у муҳим аҳамиятга эга. Таъсир қилиш принципи бўйича шиша электрод мембранали электродларга киради.



Шиша электрод реакциясини (биринчи бўлиб уни 1906 йил Кремер таърифлаган, кейинчалик эса Габер ва Клеменцевич систематик равишда ўрганишган қуйидаги ифода билан таърифлаш мумкин:

$$E = E' - RT/F \ln (a(\text{H}^+) / a(\text{H}^+, 2))$$

бу ерда E' – ҳеч бўлмаганда номинал жиҳатдан водород иони активлигига боғлиқ бўлмаган потенциал. Бу потенциал қуйидаги катталиклар йиғиндисига тенг:

$$E' = E_{r1} - E_{r2} + E_{j1} - E_{j2}$$

бу ерда E_{r1} – шиша электрод ичида жойлашган солиштириш электродининг потенциали; E_{r2} - шиша электрод ташқарисида жойлашган солиштириш электродининг потенциали, E_{j1} ва E_{j2} эса шиша мембрана икки фазалараро чегарасидаги суюқлик бирикмаларининг потенциали. Сувли эритмаларда 25°C да тегишли ифода билан соддалашади:

$$E = E' + 0,05915 \lg a(\text{H}^+, 2)$$

бу ерда E' - солиштириш электродлари потенциалларининг айирмасини, яъне мажбур бўлган барча суюқлик бирикмаларининг потенциалларини ва шиша электроднинг ички эритмасида жойлашган водород ионлари активлигига боғлиқ бўлган айрим доимий таркибни ўз ичига олади.

Сўнгги ифодани E' аъзога фақат иккита солиштириш электродининг потенциалини ва ташқи эритма таркибини ўзгартиришда (гарчи жуда кичик даражада бўлса ҳам) ўзгариши мумкин бўлган ташқи фазалараро чегарадаги суюқлик бирикмаси потенциалларини эмас, шиша мембрана ички фазалараро чегарадаги суюқлик бирикмаси потенциалларини қўшган ҳолда ёзиб олиш тўғрироқ. Суюқлик бирикмасининг бундай потенциалини константа сифатида кўрилиши мумкин эмас.

$$E = E' - E_{j2} + 0,05915 \lg a(\text{H}^+, 2)$$

Шиша электрод таъсирининг механизми узоқ вақт аниқланмаган. Экспериментал равишда, хусусан белгиланган атомлар (третий белгиси) усули ёрдамида водород ионлари шиша мембранадан ўтмаслиги кўрсатилган. Агар мембрана ўтказувчанлиги ионлар учун бир хил бўлмаса (чегаравий вариант – бир сортдаги ионлар учун мембрананинг тўлиқ ўтказмаслиги - мембранада кузатиладиган Доннан потенциалини беради), мембрананинг ўзини кўриб чиқмаслик мумкин. Шиша мембранада ўрнатиладиган потенциал учун мембрана мажбурлиги оқибати бўлган ионлар тақсимланиши жавоб беради; мембрана йўқлигида бундай тақсимланиш жуда қисқа вақт давомидагина мажбур бўлиши мумкин. Бунда потенциални аниқловчи кўчириш сонлари унинг мажбурлиги шарт бўлмаган мембранага эмас эритмаларга тегишли бўлади [1,3,4].

Сувли эритмаларда шиша электрод ишлатиш мумкин бўлган рН диапазони электродлар мембрана шишасининг таркибига боғлиқ. Қаттиқ шишалар, масалан, пирекс сезгирлиги бўйича юмшоқлардан қолишади. Мак-Иннес ва Доул ишлари натижасида кенг қўлланадиган, таркибига 72% SiO_2 , 22% Na_2O ва 6% CaO кирадиган 0,15 корнинг юмшоқ шишаси ишлаб чиқилди.

Мембранаси шу турдаги шашадан тайёрланган шиша электрод эритмалар рН нинг барча диапазонларида ишлай олмайди. Нернст тенгламасига мувофиқ ҳам кучли нордон, ҳам кучли ишқорли эритмаларда электрод потенциалининг ўзгариши тўхтайди дейиш тўғрироқ. Сўнггиларда бундай шиша электрод ёрдамида олинган натижалардаги хатолик кучли нордон эритмаларга қараганда юқорироқ. Одатда рН 9 гача олинган қийматни тўғри ёки бир мунча камайтирилган деб ҳисоблаш мумкин, бироқ рН > 9 да кузатилаётган потенциаллар Нернст тенгламаси бўйича ҳисобланган қийматларга нисбатан жуда камайтирилган. рН нинг кейинги кўпайишида хатолик тез ўсади. Ҳар қандай берилган рН да эритмадаги бошқа катионлар, хусусан ишқорли метал ионлари ва айниқса натрий ионларининг концентрацияси ошиши билан уни ўлчашдаги хатолик ортади. рН 12 да хатолик 1,0 мол/дм³ натрий ионлари мавжудлигида - 0,7 рН бирлик ва 0,1 мол/дм³ натрий ионлари мавжудлигида - 0,3 рН бирлик ташкил қилади; Бошқа ионлар мавжудлигида рН ўлчанишидаги хатолик анча кам [1,4].

Нордон эритмаларда рН ўлчанишидаги хатолик фақат рН<2 да сезиларли бўлади ва фақат нолга яқин рН да деярли кўпроқ катталиқка эришади. Ўхшаш хатоликлар юқори ион кучига эга бўлган эритмалардаги рН ўлчанишида юзага келиши мумкин. Ионлар концентрацияси ва кислота микдорининг кучли ўзгаришидаги хатоликлар сабаби мембрананинг икки томонида сув активлиги бир хил бўлиб қолмаслиги ва шунинг учун сувда потенциали кузатилаётган потенциаллар айирмасига кирадиган концентрацион ячейка ҳосил бўлишидан иборат.

Кислотали ва ионли хатоликлардан қутилиш жуда қийин, бироқ улар катта эмас. рН катта қийматларидаги шиша электрод хатолигининг катталигини, яъни ишқорли хатоликни электрод мембранаси шишасининг турини ўзгартириб анча камайтирса бўлади. Ҳар хил шиша турларини ўрганган Перли ва бошқа муаллифларнинг тадқиқотлари натижасида мембраналар учун ишқорли хатолиги катталиги 0,15 корнинг шишасиникидан 10 баробар ва ундан кўпга кам бўлган айрим литий шишалари ишлаб чиқилди. Бундай шишалардан электродлар бир неча фирмалар томонидан чиқарилмоқда; улар томонидан чиқарилаётган электродларнинг айримларини 0,1 мол/дм³ концентрацияли КОН ёки NaOH эритмаларида ҳам ишлатилиши мумкин.

Шиша электрод 1 дан 500 МОм гача бўлган жуда катта қаршиликка эга, ва шунинг учун ҳар қандай солиштириш электродига нисбатан унинг потенциалини паст кириш қаршилигига эга ўлчаш асбоби, масалан гальванометр асосидаги вольтметр ёки потенциометр ёрдамида ўлчаш мумкин эмас. Бундай ўлчашлар учун жуда юқори кириш қаршилигига эга электрон вольтметр талаб этилади; бундай асбоблар кўпинча рН-метр деб аталади. Ҳозирги вақтда рН ўлчанишидаги хатолик деярли рН-метрга боғлиқ бўлмай, уни калибрлашда ишлатиладиган стандарт эритма ва шиша электроднинг ўзи билан аниқланади [3,4].

Шиша электродларни лаборатория шароитларида мустақил тайёрлаш мумкин, бироқ амалда бу камдан-кам қилинади, чунки саноат электродлари деярли арзон туради, саноат электродлари ёрдамида олинган натижалар эса, одатда, шубҳасиз ясама электродларда олинган натижалардан устун. Кўп биокимё тадқиқотлар учун саноат электродлари жуда

катта ва шунинг учун аниқ мақсадлар учун тадқиқотчилар баъзан ўзлари тайёрлаган шиша микроэлектродлардан фойдаланади. Барча бошқа ҳолларда одатда саноатда чиқарилган электродлар афзал деб топилади. Шиша электродлар билан ишлашда риоя қилиниши зарур бўлган эҳтиёт чоралари деярли оддий. Саноат шиша электродлари сезиларли даражада механик мустаҳкамликка эга. Шиша мембранада сувнинг мавжудлиги электрод яхши ишлашининг зарур шарти бўлиб хизмат қилади ва ушбу ҳодиса сабаблари муҳокама қилинаётган бўлса ҳам, бу эмпирик фактнинг ишончлилигини рад этиб бўлмайди. Электроднинг замонавий конструкциялари мембрана қуришига йўл қўйади, бироқ электроднинг стабил Нернст реакцияси фақат у эритмага чўктирилгандан сўнг бир неча минутдан кейин, яъни шишанинг ташқи қатламлари гидрациялангандан сўнг тикланади. Шиша мембрананинг ўта кучли гидролизи ишқорли реакцияга эга эритмаларда юзага келади, шунинг учун шиша электродларни $pH > 9$ эритмаларда сақлаш тавсия этилмайди [1,3].

Шиша электрод етарли даражада юқори реакция тезлигига эга, ва бундай электродни битта сувли эритмадан иккинчисига кўчиргандан сўнг ундаги стабил потенциал 1-3 мин давомида ўрнатилади. Эритма ўзгаришида электродли реакциянинг тикланиши кўпроқ вақт талаб қилиши мумкин, шунинг учун электродларни бундай эритмаларда сақлаш тавсия этилмайди, чунки шиша шар ташқи қатламининг тенг оғирликда силикагел қатламини ҳосил қилгунча регидратацияси анча кўп, бир неча кунгача вақт олиши мумкин. Тегишли равишда ишлатишда шиша электрод мембранасининг хизмат муддати бир – икки йил. Юқори ҳароратларда мембрананинг хизмат муддати анча қисқаради, электродни сувда сақлашда эса узаяди, чунки сув билан тўйинган силикогел қатлами шишани зарарли таъсирлардан ҳимоя қилади. Агар электрод реакцияси ёмонлашса ёки силикогелнинг ортиқча қатлами пайдо бўлганлиги сабабли секинлашса, баъзида электродга кислота (2 мин. 5%-ли плавик кислотаси) билан ишлов берган ҳолда уни тиклаш мумкин [1,4].

Саноатда чиқариладиган шиша электродлар, одатда уларни бундай эритгичларда сақлаш тавсия этилмаса ҳам кўпчилик аралашган эритгичларнинг pH ўлчаш учун ишлатилиши мумкин. Аралашган эритгичларда pH шкаласи сурилади, шунинг учун ўлчанган pH қийматларини сувли эритмаларда олинган қийматлар билан солиштириш қийин, бироқ ўз-ўзидан улар ички жиҳатдан солиштирилади. Шиша электродларни спирт, оғир сув, водород пероксиди, ацетоннитрил, диметилформамид, пропиленкорбанат ва суюқ аммиак каби тўлиқ сувсиз эритгичларда ҳам ишлатиш мумкин; бундай эритгичларда электрод потенциали Нернст тенгламасига мувофиқ солватланган водород ионлари концентрацияси ўзгаришининг етарли даражада кенг диапозонида ўзгаради [2,3].

Кучли нордон ва кучли ишқорли эритмаларда шиша электрод ёрдамида pH ўлчашда стандарт эритма ва солиштириш электроди орасидаги суюқлик воситасидаги бирикма потенциали ёки кўпроқ кузатиладиган текширилаётган эритма ва солиштириш электроди орасидаги суюқлик воситасидаги бирикма потенциали билан шартланадиган кичик хатолар бўлиши мумкин. Бу хатоликларнинг юзага келиши эритмада ўзининг юқори ҳаракатчанлигига кўра ион токининг кўпгина қисмини ташийдиган H^+ ёки OH^- ионларининг етарли даражада юқори концентрацияси мавжудлиги билан боғлиқ. Бу хатоликлар 0,03 – 0,04 pH бирликни ташкил қилиши мумкин; бир pH бирлиги 59 мВ га мос бўлганлиги туфайли ушбу ҳолда кўрсатилган суюқлик воситасидаги бирикма потенциалнинг катталиги, эҳтимол, 2 мВ гае тиши мумкин. Суюқлик воситасидаги бирикма потенциаллари амалда pH ўлчаш аниқлигини чегаралайди; 0,001 pH бирлик 0,059 мВ га мос, бундай катталиқдаги суюқлик воситасидаги бирикма потенциалдан эса қутулишга имкон йўқ. Коллоид эритма ва суспензияларда pH ўлчашда суюқлик воситасидаги бирикма потенциаллари туфайли сабаби

Na⁺ ионлари манфий зарядланган коллоид заррачаларидан кўра анча юқори ҳаракатчанликка эгалигида бўлган, 250 мВ гача етадиган жуда катта хатоликлар бўлиши мумкинлиги маълум. Суспензия ва енгилроқ суюқ юқори қатламдан иборат бўлган икки фазали тизимда бири суспензияга, иккинчиси эса юқори қатламга чўктирилган иккита бир хил шиша электродлар ўртасида потенциаллар фарқи кузатилмайди, бироқ шу тарзда ўрнатилган иккита бир хил солиштириш электродлари ўртасида 250 мВ гача етадиган потенциаллар фарқи кузатилади.

Келтирилган маълумотлар таҳлиliga кўра рН миқдорини ўлчашда саноатда ишлаб чиқарилган шиша электродларни қўллаш ҳар томонлама қўлай ва ишончли ҳисобланади. Хулоса қилиб айтадиган бўлсак шиша электродларни лаборатория шароитларида мустақил тайёрлаш мумкин, бироқ амалда бу камдан-кам ҳолатларда қилинади. Саноат электродлари деярли арзон туради, саноат электродлари ёрдамида олинган натижалар эса, одатда, шубҳасиз ясама электродларда олинган натижалардан устун туради. Кўпгина биокимёвий тадқиқотлар учун саноат электродлари жуда катта ва шунинг учун аниқ мақсадлар учун тадқиқотчилар баъзан ўзлари тайёрлаган шиша микроэлектродлардан фойдаланади. Барча бошқа ҳолларда одатда саноатда чиқарилган электродлар афзал деб топилади.

Адабиётлар

1. О.М.Кемерово: Технические измерения и приборы, 2003. -168 с.
2. Digital pH Meter Dr. M.A. Haleem , M. Zeeshan UIHaque, Sir Syed University of Engineering and Technology/Biomedical Engineering Department, Karachi, Pakistan.
3. Латышенко, К.П.Технические измерения и приборы в 2 т. Том 2 в 2 кн. Книга 1: учебник для вузов/ К.П.Латышенко. — 2-е изд., испр. и доп.— Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 292 с.
4. Никитин В. А., Бойко С. В. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: Учебное пособие — Оренбург ГОУ ОГУ, 2004

ЎЛЧОВЛАРДА ЭДДИ КОВАРИАЦИЯ (ЕС) ЭНЕРГИЯ БАЛАНСИНИ ЯХШИЛАШ ЙЎЛЛАРИ

Абдурахманов Азиз Абдухалиқович

Жиззах Политехника институти “Метрология ва стандартлаштириш” кафедраси катта ўқитувчиси

Аннотация: Ер юзасидаги энергия оқимларини ўрганиш учун ЕС усулини қўллаш муайян камчиликлар билан боглиқ. Термодинамиканинг биринчи қонунига биноан қуруқлик юзасида кировчи ва чиқувчи энергия ўзаро мувозанатда бўлиши керак. Бироқ, ЕС ўлчовларидан келиб чиқадиган турбулент оқимлар умумий олганда қуруқлик юзасида ўлчанган мавжуд энергиядан тизимли равишда кичикроқ. Ушбу энергия балансидаги бўшлиқ микрометеорологик тадқиқотларда кенг қамровли ва доимий муаммо бўлиб ҳисобланади.

Аннотация: Использование метода ЭК для исследования потоков энергии на поверхности Земли связано с определенными недостатками. Согласно первому закону термодинамики поступающая и уходящая на поверхность земли энергия должна находиться в равновесии. Тем не менее, турбулентные потоки, полученные из измерений ЕС, обычно систематически меньше, чем доступная энергия, измеренная на поверхности земли. Этот разрыв энергетического баланса является широко распространенной и постоянной проблемой в микрометеорологических исследованиях.

Рузматов К.Р. Цифровая точность и индекс достоверности аналитических измерений атмосферного воздуха с использованием чувствительных датчиков.....	310
Рутковский С.В., Спесивцева Ю.Б. Метрологическое обеспечение оценки параметров ваттметров поглощаемой мощности СВЧ.....	313
Мўминов Н.Ш., Панжиев У. Металлургия саноатида Путур етказмасдан текшириш методларини қўллаш бўйича Малайзия тажрибаси.....	318
Камбарбекова Р.М. Реокинетические закономерности процесса формирования наноструктур на основе полиэтоксисилоксанового олигомера.....	320
Исаев Ф.Ф., Алиев Б.У., Рахимова А.М. Применение измерительных приборов мультисим в метрологии.....	323
Жабборов Х.Ш., Тугалов Б.Қ., Холбеков С.Р. Ишалаб чиқариш корхоналарида метрологик таъминотнинг баъзасини DocFlow дастури ёрдамида шакллантириш.....	326
Эргашев Ф.А., Абдумажидов И.Б., Валиев Р.А. Исследование действительного значения метрологических характеристик вискозиметра модели SVM 3000.....	329
Кадирова Ш.А., Косимов Д.Д. Некоторые подходы интеллектуализации измерительных средств.....	335
Ravilov Sh.M., Sagatova F.M. Improvement of metrological characteristics of Measuring converters of instruments for control of physical values.....	339
Эшонкулов С., Бобоев F.F., Мирзаев М.Х. Шиша электродли Ph-метрлар таҳлили.....	343
Абдурахманов А.А. Ўлчовларда эдди ковариация (ес) энергия балансини яхшилаш йўллари.....	347
Karimova D.K., Sagatov M.M., Correction of dynamic errors of measuring transducers using digital filters.....	352
Isroilov F.M., Qosimov O.F. Issiqlik datchiklarini ishlab chiqarishda qo'llaniladigan ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqish.....	355
Миралиева А.К., Қосимов Д.Д. Гидротехник иншоотларнинг ўлчаш ва назорат воситаларини метрологик таъминоти.....	357
Усманова Х.А., Тургунбаев А., Худайкулов У.У., Об одном методе измерения влажности на СВЧ.....	361
Эргашев Ф.А., Эркинов Н.Ш., Курбанов А.П., Выбор и обоснование средств измерений плотности в интервале температуры от - 40 °С до + 150 °С.....	363
Rasulev A.N. Neyron tarmoqlarini modellash asosida axborot va boshqarish tizimlarining ishlab chiqish va sifatini oshirish.....	365

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Исмаилова А.Б., Айтбаев Т.А., Сатторбергенова Г.К. О метрологическом обеспечении средств измерений в авиационной промышленности.....	374
Кадирова Ш.А., Сайфуллаева Д.Д., Касимова А.Б., Метрологическое обеспечение средств измерений в авиационной промышленности.....	378