

GAZLAR TARKIBIDAGI KISLORODNI ANIQLOVCHI SENSOR

Otabek Kuchkarov Artikovich

O'zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti katta o'qituvchisi

Erdanov Fazliddin Faxritdinovich

O'zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti assistenti

Eshkobilova Mavjuda Ergashboyevna

Samarqand davlat tibbiyot universiteti dotsenti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.11392468>

Annototsiya: Turli muxitlardagi kislorod miqdorini nazorati juda muxim vazifa bo'lib uning xal etilishiga ishlab chiqarishni qator saxalarida ixtiyoy katta. Shuning uchun aniq, yuqori tezlikga ega, selektiv, texnologik jihatdan ishlab chiqarish qulay bo'lgan kislorodni gaz analizatorini yaratish dolzarb vazifadir.

Kalit so'zlar: sezgir, selektiv, gaz, kislorod, sensor, analizator, texnologiya, elektrolit, elektrokimyoviy, konsentratsiya.

ДАТЧИК, ОБНАРУЖИВАЮЩИЙ КИСЛОРОД В ГАЗАХ

Аннотация: контроль содержания кислорода в различных средах является очень важной задачей, ее решение востребовано в ряде отраслей производства. Поэтому создание точного, скоростного, селективного, технологически удобного в изготовлении газоанализатора кислорода является актуальной задачей.

Ключевые слова: чувствительный, избирательный, газ, кислород, датчик, анализатор, технология, электролит, электрохимия, концентрация.

A SENSOR THAT DETECTS OXYGEN IN GASES

Abstract: the control of oxygen content in various media is a very important task, its solution is in demand in a number of industries. Therefore, the creation of an accurate, high-speed, selective, technologically convenient oxygen gas analyzer is an urgent task.

Keywords: sensitive, selective, gas, oxygen, sensor, analyzer, technology, electrolyte, electrochemistry, concentration.

Maqsad: Yuqori sezgir, selektiv va past xaroratlarda ishlaydigan atrof-muhit parametrlarining (harorat va bosimini) o'zgarishiga chidamli kislorod miqdorinini o'lchashning aniqligi va tezkorligini ta'minlaydigan kimyoviy sensor va gaz analizatorni yaratishdir.

Gaz va suyuqlik muxitidan kislorodni aniqlash usullari

Gaz aralashmalari tarkibidan kislorod konsentratsiyasini o'lchashning zamonaviy usullari juda xilma-xildir. Kislorodni nazorat qilish uchun gazni tahlil qilishning universal va an'anaviy usullari va kislorodning o'ziga xos xususiyatlari bilan bog'liq maxsus usullar keng qo'llaniladi. Ushbu sharh kislorodni fizik va fizik-kimyoviy xususiyatlariga qarab o'lchash usullarini tavsiflaydi. Bularga quyidagilar kiradi: kimyoviy, elektrokimyoviy, magnit, optik, xromatografik, termal (Termokonduktometrik, termokatalitik va boshqalar.) singari kislorod konsentratsiyasini o'lchash usullari. Ushbu usullar gaz aralashmalaridagi kislorod miqdorini aniqlash uchun keng qo'llaniladi.

Kislorodni aniqlashning kimyoviy usullari

Kislorod konsentratsiyasini aniqlashning mavjud usullari orasida eng qadimgi, ammo hali ham o'z ahamiyatini yo'qotmagani, kimyoviy Vinkler usuli bo'lib qolmoqda. Bu usulda erigan kislorod yangi chuktilangan Mn(II) gidroksid bilan miqdoriy reaksiyaga kirishadi.

Kimyoviy tahlil usullaridan volyummometrik usul eng kup qullaniladi. Usulning mohiyati tahlil qilingan gaz aralashmasining namunasi hajmining o'zgarishini uning yonishi yoki sorbent tomonidan aniqlanadigan kislorodni tanlab yutilishi paytida o'lchashdan iborat.

Gaz aralashmalarida yonish paytida molekulyar kislorod konsentratsiyasini aniqlash uchun katalizator tarkibini tanlash juda muhimdir. Shunday qilib, agar katalizator asbestga (60%) yutirilgan palladiydan (40%) iborat bo'lsa, u holda O₂ butunlay vodorod bilan birikadi. Yonish paytida tahlil qilingan gaz aralashmasi namunasi hajmining kamayishini o'lchashning asosiy kamchiligi vodorod generatoridan foydalanish zarurati hisoblanadi. Ish azot oksidi va kislorod o'rtasidagi reaksiyaga asoslangan havoda kislorodni aniqlashning oddiy usuli ishlab chiqilgan. Reaksiya oxirida hosil bo'lgan azot dioksidi suvda eriydi. Gaz hajmini kamaytirish orqali aralashmadagi kislorod miqdori tez va aniq topiladi.

Kislorodni aniqlashning elektrokimyoviy usullari

Gazni tahlil qilish uchun birinchi elektrokimyoviy sensorlar XX asrning 70-yillari boshlarida paydo bo'lgan. Biroq, bugungi kunda bunday sensorlar turli xil soxalarga qullanilmoqda.

Qattiq elektrolitli sensorda elektrolit sifatida keramik sirkoniy dioksidi ishlatiladi. ZrO₂ dan foydalanishga asoslangan qattiq elektrolitli sensori yordamida kislorodni aniqlash mexanizmlari taqdim etilgan. ZrO₂ning elektrolitlar xususiyatlari juda yuqori haroratlarda (taxminan 500-800 °C) namoyon bo'ladi. Bu xususiyat kislorod tarkibini o'lchashda ZrO₂ sensoridan foydalanishni noqulay qiladi.

Avtomobil dvigatellarining chiqindi gazlarida O₂ ni aniqlash uchun ZrO₂ elektrolitli yangi miniatyura elektrokimyoviy sensori ishlab chiqilgan. Taklif etilgan sensor dizayni, sensorning sezgir elementini o'rganilayotgan gaz tarkibidagi namlikdan himoya qilishni ta'minlaydi.

Kislorodni aniqlashning termomagnit usullari

Barcha gazlardan O₂ eng katta magnit sezuvchanlikka ega. O₂ tarkibini o'lchash uchun termomagnit analizatorlarning ishlash prinsipi O₂ ning anomal magnit xususiyatlaridan foydalanishga asoslangan. Magnit sezuvchanlikni to'g'ridan-to'g'ri o'lchash qiyin, shuning uchun gaz aralashmalaridagi kislorod miqdorini o'lchash bilvosita usullarga asoslangan. Bilvosita usullardan kislorodning harorati o'zgarishi bilan uning magnit sezuvchanligidagi o'zgarishlardan foydalanishga asoslangan termomagnit usul eng keng tarqalgan.

Haroratning oshishi bilan gazning magnit sezuvchanligi pasayadi, bu esa issiq gaz aralashmasining sovuq aralashma bilan doimiy ravishda majburiy oqimiga olib keladi, bunda isitiladigan gaz aralashmasi siljiydi. Olingan oqim termomagnit konveksiya oqimi deb ataladi.

Gaz analizatori sensori doimiy magnit qutblari orasiga joylashtirilgan gorizontol shisha iborat bo'lib, o'lchash xalqasining bir tomonida magnit maydon hosil bo'ladi. O'ramli qismlari muvozanatsiz ko'priknig ikkita yelkasini ifodalaydi va o'lchov elementlari sifatida xizmat qiladi. Olingan konveksiya gaz oqimi isitiladigan o'ramdan issiqlikni uzatadi, buning natijasida sezgir elementning harorati va qarshiligi o'zgaradi. Qarshilik farqi funksional jihatdan o'rganilayotgan gaz aralashmasidagi kislorod konsentratsiyasi bilan bog'liq. Ko'priknig muvozanati o'lchov moslamasi bilan belgilanadi, uning shkalasi kislorod konsentratsiyasi birliklarida baholanadi.

Kislorodni aniqlashning optik usullari

Hozirgi vaqtda adabiyotlarda optik kislorod sensorlarini yaratishga bir qator yondashuvlar tasvirlangan. Faol kislorodga sezgir element sifatida odatda ularda molekulyar kislorod o'tkazuvchan lyuminessent bo'yoqlarga asoslangan polimer kompozitsiyalari qo'llaniladi. U kislorod membranasi shaklida ishlab chiqariladi, u optik tolaning uchiga yoki ishlaydigan optik yacheykaga qo'llaniladi yoki biriktiriladi. Poliaromatik bo'yoqlar (masalan, piren yoki dekatsiklen) asosida polimer kompozitsiyalaridan foydalanish taklif qilingan kislorod-lyuminessent sezgir elementlar sifatida, shuningdek lyuminessent ruteniy komplekslari asosidagi N-oktil triyetoksisilan va tetraetoksisilandan iborat fosfor bilan shimdirilgan bir qator kserogellarning sifat ko'rsatkichlari hisoblanadi. O₂ aniqlash uchun fosfor tris (4,7-difenil-1,10-fenantrolin) Ru²⁺-kompleksi qullanilgan.

O₂ ni aniqlash uchun yangi florimetrik sensor taklif qilingan, uning ta'siri 1-dekil-4-(1-pirenil) butanatning floresanatini O₂ ta'sirida so'ndirishga asoslangan bo'lib, uning plyonkasi bilan sensor qoplangan.

PT-oktayetilporfirinni kislorod o'tkazuvchan elastik ftorli kopolimer matritsasiga kapsulalash orqali erigan kislorodning qattiq yupqa plyonkali sensori ishlab chiqarilgan. Sensor suvga botirilganda, erigan kislorod ishtirokida qisman zaiflashgan lyuminessensiya kuzatildi. Maksimal aniqlanadigan kislorod konsentratsiyasi 20 mg/l.

Kislorod konsentratsiyasini tez aniqlash uchun optik tolali sensorlarni ishlab chiqarish texnologiyasi tasvirlangan. Sensor polimer materialdan tayyorlangan bo'lib, unda lyuminessent indikator immobilizatsiya qilingan.

Kislorodni aniqlashning lyuminessent usuli

Kislorodni aniqlashning istiqbolli usullaridan biri kislorod molekularining gaz o'tkazuvchan matritsalarida immobilizatsiya qilingan lyuminessent ko'rsatkichlar bilan o'zaro ta'siriga asoslangan lyuminessent usuldir. Bunday matritsa sifatida zol-gel kompozitsiyalardan foydalanilishi mumkin, bular g'ovakli materiallar, polimer materiallar, seolitlar, va boshqalar bulishi mumkin.

Organik bo'yoqlar va politsiklik aromatik uglevodorodlar kislorodga sezgir lyuminessent indikatorlar sifatida ishlatiladi. Bunday materiallarga asoslangan sensorlar past fotostabillik va kislorodga sezgirlik bilan ajralib turadi.

Lyuminessent organometalik komplekslar Ru²⁺, Os²⁺, Ir³⁺, Pt²⁺, Rh²⁺, Pd²⁺, Au⁺ va hokazo. kengroq qullanila boshlagan.

Ditsianoplatinali komplekslar asosidagi indikatorlarning ko'rsatkichlarining afzalliklari ularni fotokimyoviy degradatsiyasini past darajasi, shuningdek silikon matritsasini neytralligi va barqarorligi bo'lishi kerak, kamchiliklari komplekslarning spektral xususiyatlarining ixcham yorug'lik manbalari bilan yomon muvofiqlashuvi (ko'rsatkichlari 300-400 nm oralig'ida yutilishga yega).

Ishlab chiqarilgan nanokompozit materiallar parametrlari maxsus ishlab chiqilgan gaz o'lchash tizimi orqali tekshirildi. O'lchovlarning barchasi gazning 40 % nisbiy namligida olib borildi. Plyonkalarining doimiy qarshiligi V7-35 voltmetr orqali o'lchandi. Toza havoda polianilin asosida tayyorlangan plyonkalarining qarshiligi 0,25 dan 0,85 kOm gacha bo'lishi kuzatildi. Shuni ta'kidlash lozimki, polianilin va metall oksidi asosida olingan kompozit materiallar, aniqlanayotgan komponentlarga sezgir hisoblanadi.

Sensorning kislorodga bo'lgan tasiri tarkibida aniqlanadigan kislorodning (10%) konsentratsiyali standart aralashmasi yordamida o'rganildi. Olib borilgan tajribalarda polianilin va

metall oksidining o'zaro nisbati 2:1 va metall oksidi aralashmalarida oksidning o'zaro nisbati esa 1:1 qiymatda saqlandi.

Kislorod sensorini ishlab chiqish uchun gazsezgir material tarkibining optimal nisbati sensorning signal va signal berish vaqtini taqqoslash va bir xil sharoitda xar-hil sensorlardan olingan sensor signalining tiklanishi bilan tavsiflanadi.

1-jadvalda Tarkibi turli xil bo'lgan plyonkalar asosida ishlab chiqilgan sensorlarning kislorodga sezgirlikni aniqlash natijalari keltirilgan.

1-jadval. Kislorodni aniqlashda sensor signalining gazsezgir material tarkibiga bog'liqligi ($SO_2 = 1.0\%$, $n=5$, $P=0.95$).

T/r	Gazsezgir materialning tarkibi	Kislorod uchun sensor signali, mV		
		$\bar{x} \pm \Delta x$	S	$S_r \cdot 10^2$
1	ПАНИ	$2 \pm 0,1$	0,09	1,15
2	ПАНИ+ SnO_2	$11 \pm 0,2$	0,15	0,40
3	ПАНИ+ Ga_2O_3	$14 \pm 0,2$	0,14	0,89
4	ПАНИ+ La_2O_3	$12 \pm 0,3$	0,21	0,76
5	ПАНИ/($SnO_2 + Ga_2O_3$)	$25 \pm 0,5$	0,23	0,72
6	ПАНИ/($SnO_2 + La_2O_3$)	$17 \pm 0,5$	0,38	0,51
7	ПАНИ/($Ga_2O_3 + La_2O_3$)	$19 \pm 0,5$	0,51	0,86

1-jadvaldagi olingan malumotlardan kislorodni aniqlashda gazsezgir material sezgirlikning quyidagi ketma-ketlik qatorini ko'rish mumkin: $PANI/(SnO_2 + Ga_2O_3) > PANI/(SnO_2 + La_2O_3) > PANI/(Ga_2O_3 + La_2O_3) > PANI + SnO_2 > PANI + Ga_2O_3 > PANI + La_2O_3 > PANI$. Sensorlar kislorodni aniqlashda sezgirlikni kamayib borishi tartibida joylashtirilgan. 1-jadvaldagi ma'lumotlardan, kislorodni aniqlashda eng yuqori sezgirlik $PANI/(SnO_2 + Ga_2O_3)$ tarkibli gazsezgir plyonka asosida olingan sensorga mos kelishini ko'rishimiz mumkin. Barcha holatlarda ishlab chiqilgan kislorod sensorlari uchun signal o'zgarishi va signalni qayta tiklanish tabiati ularning sezgirlik qatoriga mos keladi. Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, barcha ishlab chiqilgan sensorlar orasida gazsezgir materiali $PANI/(SnO_2 + Ga_2O_3)$ tarkibli bo'lgan sensor eng yuqori ekanligi aniqlandi. Shuning uchun keyingi tajribalarda kislorodni aniqlovchi sensor uchun gazsezgir material sifatida $PANI/(SnO_2 + Ga_2O_3)$ ishlatildi. Signalni qayta tiklanish vaqti (signalni boshlanish vaqti $t_{0,1}$) signalning maksimal qiymatga erishish vaqtidan (ko'rsatkichlarni belgilash vaqti $t_{0,9}$) taxminan 2.5 marta (23/58) ko'proq bo'lishi kuzatildi. Bu, ehtimol, GSM yuzasida ammiakni desorbsiyalash qiyinligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Павленко В.А. Газоанализаторы. –М.: Машиностроение, 1965. -205 с.
2. Тхоржевский В.П. Автоматический анализ химического состава газов.- М.: Химия, 1969,- 243 с.

3. Ceyhun Ilhami, Karagolge Zafer. Determination of the oxygen content in the air // Jour. Chemistry. 2004. -№ 4 (13). -P. 283-288.
4. Conder K., Pomjakushina E., Soldatov A., Mitberg E. Oxygen content determination in perovskite-type cobaltates // Mater.Res.Bull. 2005. -№2 (40). -P.257-263.
5. Липнин Ю.А. Твёрдоэлектролитный газоанализатор кислорода в отходящих дымовых газах: Дис... канд. техн. наук. –Ангарск: 2002. -11-12 с.
6. Аманназаров А.А., Шарнопольский А.И. Методы и приборы для определения кислорода (газовый анализ). – М.: Химия, 1988. – 307 с.
7. Никольская Е. Ю. Портативные электрохимические сенсоры для газового анализа. Современное состояние вопроса на Западе. // Науч.-техн. вестн. СПбГУ ИТМО, 2004. -№15. -С. 237-241.
8. С. В. Баран. Электрохимические газоанализаторы для обнаружения и измерения концентраций токсичных газов и кислорода // Журн. Техника без опасности. –Минск. 2006. -№ 1 (14).
9. МЭ Эшкобилова [ТАБИЙ ГАЗ ВА МЕТАННИ АНИҚЛОВЧИ ЯРИМЎТКАЗГИЧЛИ СЕНСОРЛАР УЧУН МЕТАЛЛ ОКСИДЛАРИ АСОСИДА ГАЗ СЕЗГИР НАНОКОМПОЗИТ ПЛЁНКАЛАР СИНТЕЗИ](#)/ ISSN (E): 2181-4570 ResearchBib Impact Factor: 6,4 / 2023 SJIF(2023)-3,778 Volume-2, Issue-2 Journal of Universal Science Research, 2024/ 267-275с
10. Eshkobilova Mavjuda Ergashboyevna Xodiyeva Nargiza Djurakulovna, Ortiqov Shodiyor, Abduraxmonova Zamira Ergasgboyevna YONUVCHAN GAZLARNING ANIQLASHNI OPTIK USULLARI VA ASBOBLARI/ Research Focus International Scientific Journal/ <https://doi.org/10.5281/zenodo.11221111/> 226-230
11. M.E.Eshkobilova Musayev Muhammadjon Aziz o'g'li, Z.E.Abduraxmonova. GAZLAR ARALASHMASI TARKIBINI NAZORAT QILISHNING ELEKTROKIMYOVIY USULLARI VA ANALIZATORLARI/ Research Focus International Scientific Journal/ <https://doi.org/10.5281/zenodo.11221067>
12. Eshkobilova Mavjuda Ergashboyevna Xodiyeva Nargiza Djurakulovna, Ortiqov Shodiyor, Abduraxmonova Zamira Ergasgboyevna ZOL-GEL TEXNOLOGIYASI BO'YICHA NANOKOMPOZIT MATERIALLAR ISHLAB CHIQUISH/ JOURNAL OF UNIVERSAL SCIENCE RESEARCH/ ISSN E: 2181-4570 SJIF 2024 = 5.073/ 43-57стр
13. Эшкобилова Мавжуда Эргашбоевна/ ГАЗ СЕНСОРЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ СОҲАСИДА ТЕРМОКАТАЛИТИК ВА ЯРИМЎТКАЗГИЧЛИ СЕНСОРЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШ/ JOURNAL OF UNIVERSAL SCIENCE RESEARCH/ ResearchBib Impact Factor: 6.4/ 2023, SJIF(2023)-3,778 ISSN E: 2181-4570/ 226-230стр
14. Shaxriev Sultonmurod Baxodirovich Toshboev Feruz Nizomiddinovich Eshkobilova Mavjuda Ergashboevn/ GAZ ARALASHMALARINI NAZORAT QILISHNING TERMOKATALITIK USULI/ JOURNAL OF UNIVERSAL SCIENCE RESEARCH/ ResearchBib Impact Factor: 6.4/ 2023, SJIF(2023)-3,778
15. Эшқобилова Мавжуда Эргашбоевна Абдурахмонова Замира Эргашбоевна/ ЁПИҚ ЭКОЛОГИК ТИЗИМЛАР ҲАВОСИДА ИС ГАЗИ ВА МЕТАННИ ТЎПЛАНИШИНИ НАЗОРАТИ УЧУН СИГНАЛИЗАТОР/ Research Focus International Scientific Journal/ <https://doi.org/10.5281/zenodo.10714493>

16. Эшкобилова Мавжуда Эргашбоевна Суланов М.М., Абдурахмонов Э., Сманова З.А./ Активность и селективность катализатора термokatалитического сенсора углеводородов/ Ilmga baxshida umr mavzusidagi universitet miqyosidagi ilmiy-amaliy seminar materiallari/ Jizzax/26-37 сtp
17. Abdurakhmanov Ergashboy. Eshkobilova Mavjuda. Zol-gel synthesis of nanocomposites and gaseous materials. The International Conference on “Energy-Earth-Environment-Engineering”.сtp 84-85. 2023 Tashkent, Uzbekistan
18. Tolibov A. A Shukurova D. B Abduraxmonov E. Eshkobilova M. E Egamov U. Metanning aniklovchi TYAG-CH₄ gaz analizatorning metrologik tavsiflariga turli omillarning ta’siri. Research focus | volume 2 | issue 11 | 2023 ISSN: 2181-3833.
19. Sidikova X.G. . Abduraxmanov E., Sultanov M.M., Eshqobilova M.E. Kremniyli g’ovak materialarning sintezi va ularning xususiyatlarini o’rganish. O’zbekiston milliy universitetining ilm-fan rivoji va jamiyat taraqqiyotida tutgan o’rni 450-451.toshkent
20. Abduraxmanov E. Eshkobilova M.E., Sidiqova X.G’., Smanova Z.A\Gazlar tarkibidan uglerod (II) oksidini nazorati uchun yarimo’tkazgichli sensor yaratish\ “Fan va ta’lim integratsiyasi” jurnali \43-57 \Samarqand
21. Eshkobilova M. E., Xodieva N., Abdurakhmanova Z. E. Thermocatalytic and Semiconductor Sensors for Monitoring Gas Mixtures //World Journal of Agriculture and Urbanization. – 2023. – T. 2. – №. 6. – C. 9-13.
22. Eshkabilova M. et al. Development of selective gas sensors using nanomaterials obtained by sol-gel process //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2022. – T. 2388. – №. 1. – C. 012155.
23. Abdurakhmanov E. et al. Development of a selective carbon monoxide sensor //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – T. 839. – №. 4. – C. 042078