

**YARIMO'TKAZGICHLI METANNI ANIQLOVCHI SENSORNING
METROLOGIK KO'RSATKICHLARIGA TURLI OMILLARNING TA'SIRINI
TAHLIL QILISH**

Xabibova Dilnoza Xayotovna

O'zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti talabasi

Erdanov Fazliddin Faxritdinovich

O'zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti o'qituvchisi

Z.E.Abduraxmanova

Samarqand davlat tibbiyot universiteti. PhD.

Eshkobilova M.E

Samarqand davlat tibbiyot universiteti dotsenti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15335356>

Annotatsiya: Ushbu maqolada yarimo'tkazgichli metanni aniqlovchi sensorlarning metrologik ko'rsatkichlariga tashqi omillarning, jumladan, harorat, namlik va tashqi elektromagnit maydonlarning ta'siri tahlil qilingan. Tadqiqot davomida sensorning sezuvchanligi, javob berish vaqti, xatolik darajasi kabi ko'rsatkichlar nazariy va eksperimental asosda baholandi. Olingan natijalar metan gazini aniqlash tizimlarining ishonchligini oshirish, sanoat va ekologik monitoring sohaslarida qo'llanilishini takomillashtirish uchun ilmiy va amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: yarimo'tkazgichli sensor, metan gaz, metrologik ko'rsatkichlar, sezuvchanlik, harorat, tashqi omillar, aniqlik, gaz analizatori

**ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON THE
METROLOGICAL PERFORMANCE OF A SEMICONDUCTOR METHANE SENSOR**

Abstract: This article analyzes the influence of external factors, including temperature, humidity, and external electromagnetic fields, on the metrological performance of semiconductor methane sensors. During the study, such indicators as sensor sensitivity, response time, and error rate were evaluated on a theoretical and experimental basis. The results obtained serve as a scientific and practical basis for increasing the reliability of methane gas detection systems and improving their application in industrial and environmental monitoring.

Keywords: semiconductor sensor, methane gas, metrological performance, sensitivity, temperature, external factors, accuracy, gas analyzer

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДАТЧИКА МЕТАНА**

Аннотация: В статье анализируется влияние внешних факторов, включая температуру, влажность и внешние электромагнитные поля, на метрологические характеристики полупроводниковых датчиков метана. В ходе исследования теоретически и экспериментально оценивались такие параметры, как чувствительность датчика, время отклика и частота ошибок. Полученные результаты служат научной и практической основой для повышения надежности систем обнаружения газа метана и совершенствования их применения в промышленном и экологическом мониторинге.

Ключевые слова: полупроводниковый датчик, метановый газ, метрологические показатели, чувствительность, температура, внешние факторы, точность, газоанализатор

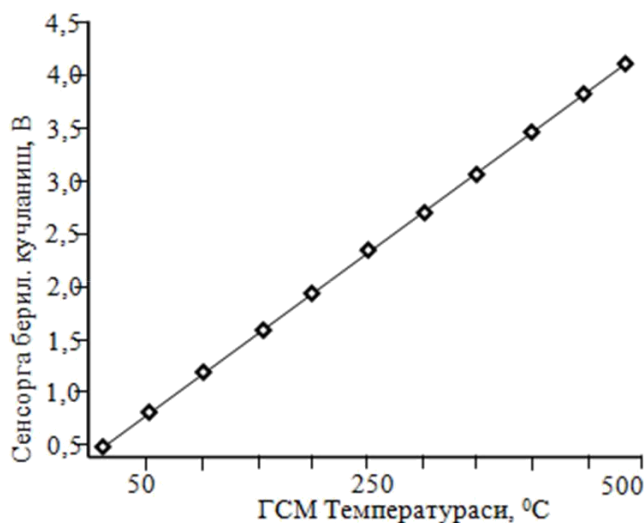
KIRISH

Eksperimentlar jarayonida rux va kobalt oksidlari asosida tayyorlangan sezgir elementlarga ega bo'lgan metan sensorlarining metrologik tavsiflari o'rganildi. Ushbu eksperimentlarning maqsadi, sensorning sezgirligi, selektivligi, ekspressligi va uning signalini konsentratsiya va temperaturaga bog'liqligini aniqlashdan iborat.

Yarimo'tkazgich yuzasiga metanning adsorbtsiyalanish, desorbtsiyalanish va reaksiyaga kirishish tezligi haroratga bog'liq. Metan sensori gazsezgir qatlamining harorati unga beriladigan kuchlanish qiymatini o'zgartirilishi bilan ta'minlanadi [115; 78–81-b.].

ASOSIY QISM

Sensor gazsezgir elementi haroratining unga beriladigan elektr quvvatiga kuchlanishiga bog'liqligini aniqlash natijalari 1-rasmda keltirilgan.



Rasm 1. GSM haroratini unga beriladigan kuchlanishga bog'liqligi.

1-rasmdan haroratni o'rganilgan oralig'ida, sezgir elementning harorati unga beriladigan kuchlanishga to'g'ri proporsionalligini ko'ramiz. Sensorning isitgichi va gazga sezgir qatlamlari orasidagi harorat farqini kichikligi, sensorning gaz sezgir qavatining haroratini saqlab turish imkonini beradi.

Eksperimental natijalardan ma'lum bo'lishicha, YaO'Slarning qarshiligini (o'tkazuvchanligini) o'rganilayotgan oraliqdagi haroratga bog'liqligi o'zgaruvchan tabiatga ega. Isitgichning harorati 370-380 °C gacha ko'tarilishida GSM ning barcha o'rganilgan tarkiblarida qarshilikni pasayishi kuzatildi. Temperaturaning 380 °C yuqoriga ko'tarilishi qatlamning qarshiligini oshiradi. SiO₂/ZnO-CoO ga asoslangan sensor signalining temperaturaga bog'liqligini o'rganish natijasi metan uchun yupqa qavatining qalinligi bo'ylab tarqalishi (diffuziyasi) va gaz aralashmasini sensor yaqinidagi almashinish tezligi (diffuziyalanish tezligiga) bilan belgilanadi. Sensorning ishlashini yaxshilash uchun oxirgi ikki omilning ta'sirini kamaytirish kerak. Atrof-muhit monitoringi va sanoat chiqindilarini nazoratida gaz aralashmalari ayrim komponentlarini aniqlash vaqti odatda 10 sekunddan bir necha minutgacha bo'lishi mumkin.

Amalga oshirilgan tajribalar metanning ekspress aniqlashda rux va kobalt oksidlari asosida tayyorlangan GSM dan foydalanish imkoniyatini mavjudligini ko'rsatadi, bu esa yopiq ekologik tizimlarda yong'ingga havfli vaziyatlarni nazorat qilish uchun ishlab chiqilgan sensordan foydalanish imkonini beradi.

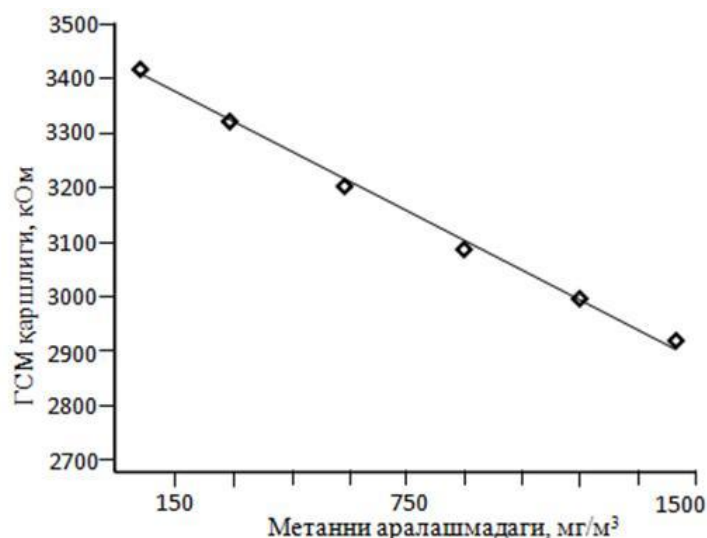
Yarimo'tkazgichli GSM ning sezgirligi unga ma'lum kontsentratsiyali tahlil qilinadigan gaz ta'sir ettirilganda materialning qarshiligi (R) yoki elektir o'zkazuvchanligini (σ) o'zgarishi bilan ifodalanadi. Qarshilikni (o'tkazuvchanlikni) o'zgarishi yuzada bo'ladigan bir qator ketma-ket fizik-kimyoviy jarayonlarning natijasida yuzaga keladi. GSM ning sirtidagi davom etadigan adsorbtsion jarayonlar yuzaning elektron holatidagi o'zgarishlar bilan bog'liq va bu yuzani o'tkazuvchanligini o'zgartirishga olib keladi. TEOS ning gidrolizidan kelib chiqadigan kremniy oksididan iborat plyonkani tarkibiga rux oksidi kiritilganda, uning metanga nisbatan sezuvchanligi oshadi. Keyinchalik metanga sezgirligi yuqori bo'lgan sensorlar GSM tarkibiga rux va kobal't oksidini qo'shish yordamida olingan [117; 24-b.]. Odatda oksidlardan biri (ZnO) massa jihatidan asosiy hisoblanadi. Ikkinchisi ya'ni unga nisbatan kam miqdorda qo'shiladigani (CoO) oksidning gazga sezgir va selektivlik hususiyatlarini, umumiy holda sensorning ishlash hususiyatlarini yaxshilaydi. Murakkab gazga sezgir materialni olish uchun dopant eritmaning zoldan-gelga o'tish bosqichida qo'shildi. Dopant eritmaga kobal't xlorid holida qo'shildi. GSM inert taglikka plyonka ko'rinishida qoplanganidan so'ng unga termik ishlov berish atmosfera havosi muhitida amalga oshirildi. Metanni aniqlash jarayonida SiO₂/ZnO-CoO asosida tayyorlangan plyonkalarining sezuvchanligini tekshirish natijalari jadvalda keltirilgan.

№	GSM tarkibi	Metanning aralashma-dagi miqdori, mg/m ³	Sensor signali, 1/R kOm ⁻¹		
			x+Δx	S	Sr
1	SiO ₂ /ZnO	1000	397±2	1,61	0,41
2	SiO ₂ /ZnO+1%CoO	1000	605±3	2,41	0,40
3	SiO ₂ /ZnO+5%CoO	1000	1441±5	4,02	0,28
4	SiO ₂ /ZnO+10%CoO	1000	2273±7	5,63	0,25

Tajriba natijalari GSM ga 1 dan 10 % gacha miqdorida CoO ni qo'shilishi sensorni metanga sezuvchanligini oshirishini ko'rsatadi. SiO₂/ZnO asosidagi GSM ga 1 % CoO ning qo'shilishi sensorning metanga sezgirligini 1,5 barobar o'sishiga olib keldi (4.5-jadval). GSM tarkibidagi CoO miqdorini 5 va 10 % gacha o'sishi, sensorni metanga nisbatan sezgirligini mos ravishda 3,6 va 5,7 marta oshirdi. Metanga nisbatan eng yuqori sezgirlik tarkibida 10 % CoO saqlagan rux va kobal't oksididan iborat GSM dan foydalanib tayyorlangan sensorida kuzatildi.

Sensor signalini metanning turli kontsentratsiyalariga mos o'zgarishini o'rganish, maxsus qurilmada amalga ashirildi. Optimal harorat (375 °C) da metanga nisbatan sezgirlikni aniqlash metanning havodagi turli kontsentratsiyali aralashmalari muhitida gazsezgir material qarshiligini o'lchash orqali amalga oshirildi. Turli kontsentratsiyali metan-havo aralashmasini tayyorlash suyultirish generatori yordamida bajarildi. 4.5 – rasmda SiO₂/ZnO ga asoslangan sensorning metanni havodagi turli miqdoriga mos Rs -qarshilik qiymatlari keltirilgan.

Undan metan kontsentratsiyasining 500 ppm gacha bo'lgan tajribaning boshlang'ich nuqtalarida sensorning qarshiligini 280 kOm (3530 dan 3250 kOm) gacha kamayishini ko'ramiz. Metanni keyingi 1500 ppm gacha ko'payishi qarshilikni 260 kOm (3250 dan 2990 kOm) ga pasayishiga olib keladi.



2-rasm. SiO₂-ZnO asosidagi gazsezgir material qarshiligini metan kontsentratsiyasiga bog'liqligi.

Signalni kontsentratsiyaga bog'liqligini bunday ifodalanishi sinalizator ishlab chiqarish va fundamental tadqiqotlarda qator noqulayliklar keltirib chiqaradi. Sensorning qarshiligini normallashtirgan shaklda yoki logarifmik ifodalash qulayroqdir. O'lchanadigan parametr sifatida qarshilikni o'rniga elektr o'tkazuvchanlikni qo'llash, gaz analizatorining signalini qayta ishlash sxemasini tuzishda signalni kontsentratsiyaga bog'liqligini ko'rgazmali ifodalashda qator afzalliklarga ega. Bundan tashqari, sensorning elektr xossalari gaz sezgir qatlamning tuzilishiga, fizik-kimyoviy xossalari va uning shakllanish rejimiga bog'liq bo'ladi.

XULOSA

Shunday qilib, metan kontsentratsiyasining keng diapazonida o'tkazilgan tajribalarida, signalning sensor GSM idagi dopant (CoO) miqdoriga bog'liqligi o'rganildi. SiO₂/ZnO-CoO nanokompozit plyonkadan foydalanishga asoslangan gaz sensorlari metanga nisbatan yuqori sezgirlikni namoyon qildi. 375 °C ga teng haroratda olingan natijalar 50 dan 1000 mg/m³ gacha oralig'ida, σ_{gaz}/σ_{havo} ning aralashmada metan kontsentratsiyasiga bog'liqligi chiziqli ko'rinishga ega ekanligini ko'rsatdi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Glebova E.V., Golubev Yu.D., Prosnurov A.P., Yankovich A.Kh., Kashirskaya L.M. Estimation Of Air Pollution During Open Sulfur Storage // *Safe. Labor In Industry*. 1990.- No. 3. -Pp. 36-37.
2. Bukun N., Dobrovolsky Y., Levchenko A., Leonova L., Osadchiie. Electrochemical Processes Of H₂s Detection In Air And Solution // *Journal Of Solid State Electrochemistry*, 2003. -№7. -Pp. 122-124.
3. Perekrestov A.P. The Effect Of Hydrogen Sulfide On The Intensity Of Corrosion-Mechanical Wear // *Herald Of Mechanical Engineering*. 2006.- No. 9. -P.44.
4. Harmful Substances In Industry. Handbook For Chemists, Engineers And Doctors.L.: *Chemistry*. 1977. T Iii. P.5 0-54.
5. Levchenko A., Bukun N., Dobrovolsky Yu., Leonova L., Mazo G. Effect Of Na₂WO₃ Composition On Electrochemical Properties Of Boundaries With Nasicon As Solid Electrolyte // *14 Th International*
6. *Conference On Solid State Ionics*. -Monterey, California U.S.A., 2003. -P. 7.

7. Abdurakhmanove., Daminovg.N., Sultanovm.M., Tillayevs.U.Ensuring The Selectivity Of The Thermocatalytic Sensor Of Exhaust Gas Components // *Ecological Systems And Devices*. –M., 2008. –No.5. -P.30-32.
8. Abdurakhmanov E. Et Al. Development Of A Selective Carbon Monoxide Sensor //Iop Conference Series: Earth And Environmental Science. – Iop Publishing, 2021. – Т. 839. – №. 4. – С. 042078.
9. Eshkabilova M. Et Al. Development Of Selective Gas Sensors Using Nanomaterials Obtained By Sol-Gel Process //Journal Of Physics: Conference Series. – Iop Publishing, 2022. – Т. 2388. – №. 1. – С. 012155.
10. Safarovich, T. O., Nayimovna, A. S., Ergashboyevna, A. Z., & Ergashboyevna, E. M. (2024). Lipidlar Asosida Sirt Foal Moddalarni Olish. *Ta'limda Raqamli Texnologiyalarni Tadbiq Etishning Zamonaviy Tendensiyalari Va Rivojlanish Omillari*, 31(2), 122-125.
11. Murodova Z., Hushvaktov M., Abdurahmanova Z. Some Issues Of The Mechanism Of Deep Oxidation Of Ethanol On The Surface Of The Catalyst Of A Thermocatalytic Sensor //Eurasianunionscientists. – 2021. – С. 27-32.
12. Abdurakhmanov I. Et Al. Development Of Selective Semiconductor Sensors Of Hydrogen Sulfide, Ammonia, And Methane Using Nanomaterials Obtained By The Sol-Gel Process //Rasayan Journal Of Chemistry. – 2022. – Т. 15. – №. 26762679. – С. 10.31788.
13. Djurakulovna X. N. Et Al. Yonuvchan Gazlarning Aniqlashni Optik Usullari Va Asboblari //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 5. – С. 14-17.
14. Abdurakhmonov E. Et Al. Development Of A Thermocatalytic Sensor For Monitoring Ethyl Alcohol Vapors In Human Exhaled Air And Process Gases //E3s Web Of Conferences. – Edp Sciences, 2024. – Т. 486. – С. 05015.
15. Эшкobilов Ш. А., Эшкobilова М. Э., Абдурахманов Э. А. Определение Природного Газа В Атмосферном Воздухе И Технологических Газах //Экологические Системы И Приборы. – 2015. – №. 9. – С. 11-14.
16. Eshkobilova M. E., Xodieva N., Abdurakhmanova Z. E. Thermocatalytic And Semiconductor Sensors For Monitoring Gas Mixtures //World Journal Of Agriculture And Urbanization. – 2023. – Т. 2. – №. 6. – С. 9-13.
17. Эшкobilова М. Э., Насимов А. М. Газоанализатор (Тпг-Сн4) Для Мониторинга Метана На Основе Термокаталитических И Полупроводниковых Сенсоров //Universum: Химия И Биология. – 2019. – №. 6 (60). – С. 17-20.
18. Эшкobilова М. Э. И Др. Метанни Аниқловчи Тяг-Сн4 Газ Анализаторининг Метрологик Тавсифларига Турли Омилларнинг Таъсири //Research Focus. – 2023. – Т. 2. – №. 11. – С. 17-22.
19. Абдурахманов Э. Д., Сидикова Х. Г., Эшкobilова М. Э. Катализатор Для Селективного Сенсора Метана //Евразийский Союз Ученых. Серия: Медицинские, Биологические И Химические Науки. – 2021. – №. 4. – С. 43-48.
20. Ogli M. M. A., Abduraxmonova Z. E., Eshkobilova M. E. Gazlar Aralashmasi Tarkibini Nazorat Qilishning Elektrokimyoviy Usullari Va Analizatorlari //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 5. – С. 8-13.
21. Abdurakhmanov E. Et Al. Template Synthesis Of Nanomaterials Based On Titanium And Cadmium Oxides By The Sol-Gel Method, Study Of Their Possibility Of Application As A Carbon Monoxide Sensor (Ii) //Journal Of Pharmaceutical Negative Results. – 2022. – Т. 13. – С. 1343-1350.

22. Abdurakhmanov E. Et Al. Development Of A Selective Sensor For The Determination Of Hydrogen //Iop Conference Series: Earth And Environmental Science. – Iop Publishing, 2021. – Т. 839. – №. 4. – С. 042086.
23. Сидикова Х. Г., Эшкobilова М., Абдурахмонов Э. Термокаталитический Сенсор Для Селективного Мониторинга Природного Газа //Vi-Международные Научные Практической Конференции Global Scien Ceand Innovations. – 2019. – С. 235-238.
24. Eshkabilova M. Et Al. Development Of Selective Gas Sensors Using Nanomaterials Obtained By Sol-Gel Process //Journal Of Physics: Conference Series. – Iop Publishing, 2022. – Т. 2388. – №. 1. – С. 012155.
25. Абдурахманов Э. И Др. Химический Сенсор Для Мониторинга Оксиды Углерода Из Составы Транспортных Выбросов //Science And Education. – 2020. – Т. 1. – №. 1. – С. 37-42.
26. Эшкobilов Ш. А., Эшкobilова М. Э., Абдурахманов Э. А. Разработка Катализатора Для Чувствительного Сенсора Природного Газа //Символ Науки. – 2015. – №. 3. – С. 7-12.
27. Komiljonovna M. M., Safarovich T. O., Ergashboyevna E. M. Gidrazidlarining Biologik Faolligi Fosforlangan Karboksilik Kislotalar Va Ularning Hosilalari //Ta'limda Raqamli Texnologiyalarni Tadbiiq Etishning Zamonaviy Tendensiyalari Va Rivojlanish Omillari. – 2024. – Т. 31. – №. 2. – С. 126-130.
28. Eshkobilov Sh A., Eshkobilova M. E., Abdurakhmanov E. Determination Of Natural Gas In Atmospheric Air And Technological Gases //Ecological Systems And Devices. – 2015. – Т. 9. – С. 11-5.
Shahzoda K. Et Al. Advancements In Surgical Techniques: A Comprehensive Review //Ta'limda Raqamli Texnologiyalarni Tadbiiq Etishning Zamonaviy Tendensiyalari Va Rivojlanish Omillari. – 2024. – Т. 31. – №. 2. – С. 139-149.
30. Ergashboy A. Eshkobilova Mavjuda. Zol-Gel Synthesis Of Nanocomposites And Gaseous Materials //The International Conference On" Energy-Earth-Environment-Engineering". Ctp. – 2023. – С. 84-85.
31. Eshkobilova M. E., Khudoyberdieva F. B. Composition And Structure Of Composite Building Materials //International Journal Of Social Science & Interdisciplinary Research Issn: 2277-3630 Impact Factor: 8.036. – 2023. – Т. 12. – №. 01. – С. 1-4.
32. Gulomovna S. X., Ergashboyevna E. M., Ergashboy A. Range Of Measuring Of Base Error Of Selective Thermocatalytical Sensor On Methane //European Science Review. – 2020. – №. 1-2. – С. 140-143.
33. Ergashboyevna E. M., Gulomovna S. X., Ergashboy A. Selective Thermocatalytic Sensor For Natural Gas Monitoring //Austrian Journal Of Technical And Natural Sciences. – 2019. – №. 9-10. – С. 49-51.
34. Эшкobilова М. Э., Насимов А. М. Газоанализатор (Тпг-Сн4) Для Мониторинга Метана На Основе Термокаталитических И Полупроводниковых Сенсоров //Universum: Химия И Биология. – 2019. – №. 6 (60). – С. 17-20.
35. Djurakulovna X. N. Et Al. Yonuvchan Gazlarning Aniqlashni Optik Usullari Va Asboblari //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 5. – С. 14-17.
36. Ahmadova M., Kuchkarov O. Determination Of Cu²⁺ And Zn²⁺ Ions In Samples Using A Uv/Vis Spectrophotometer //Modern Science And Research. – 2025. – Т. 4. – №. 2. – С. 825-837.