

UY VA SANOAT OB'EKTLARINING PORTLASH VA YONG'IN XAVFSIZLIGINI TA'MINLASH UCHUN KIMYOVIY SENSORLAR VA SIGNALIZATORLAR YARATISH

Ibodova Sabrina Erkin qizi

O'zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti talabasi

Erdanov Fazliddin Faxritdinovich

O'zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti o'qituvchisi

Eshkobilova M.E

Samarqand davlat tibbiyot universiteti dotsenti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15315768>

Annotatsiya: Mazkur maqolada sanoat va uy-joy ob'ektlarida portlash va yong'in xavfsizligini ta'minlashda metan gazini sezgir va selektiv aniqlovchi kimyoviy sensorlar va signalizatorlar yaratish bo'yicha olib borilgan tadqiqot natijalari yoritilgan. Tadqiqot davomida termokatalitik va yarim o'tkazgichli sensorlar asosida metan uchun yuqori sezuvchanlikka ega, selektiv va barqaror qurilmalar ishlab chiqildi. Metan konsentratsiyasi va sensor signali orasidagi to'g'ri proporsional bog'lanish, yaratilgan TKS-1 sensorining H₂ va CO gazlariga nisbatan yuqori selektivligi tajriba orqali isbotlandi. Shuningdek, sensorlarning sezgirlik, tezkorlik, barqarorlik va haroratga bog'liq xatolik darajalari o'rganildi hamda metan konsentratsiyasini 0,1–5,0 % oralig'ida aniqlash imkoniyati yaratildi.

Kalit so'zlar: metan, gaz sensori, termokatalitik sensor, yarim o'tkazgichli sensor, signalizator, portlash xavfsizligi, selektivlik, zol-gel usuli, CH₄, tabiiy gaz.

СОЗДАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ И СИГНАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗРЫВОПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Аннотация: В статье представлены результаты исследований по созданию химических сенсоров и детекторов, чувствительных и селективных для обнаружения газа метана, для обеспечения взрывопожаробезопасности на промышленных и жилых объектах. В ходе исследований были разработаны высокочувствительные, селективные и стабильные приборы для определения метана на основе термокаталитических и полупроводниковых сенсоров. Экспериментально доказана правильная пропорциональная зависимость между концентрацией метана и сигналом сенсора, а также высокая селективность созданного сенсора ТКС-1 по отношению к газам H₂ и CO. Также были изучены чувствительность, скорость, стабильность и зависящие от температуры уровни погрешности датчиков, а также создана возможность обнаружения концентраций метана в диапазоне 0,1–5,0%.

Ключевые слова: метан, газовый сенсор, термокаталитический сенсор, полупроводниковый сенсор, сигнализация, взрывобезопасность, селективность, золь-гель метод, CH₄, природный газ.

CREATION OF CHEMICAL SENSORS AND ALARMS TO ENSURE EXPLOSION AND FIRE SAFETY OF HOUSEHOLD AND INDUSTRIAL FACILITIES

Abstract: This article presents the results of research on the creation of chemical sensors and alarms that sensitively and selectively detect methane gas to ensure explosion and fire safety in industrial and residential facilities. During the research, highly sensitive, selective and stable devices for methane were developed based on thermocatalytic and semiconductor sensors. The

correct proportional relationship between methane concentration and sensor signal, and the high selectivity of the created TKS-1 sensor to H_2 and CO gases were experimentally proven. Also, the sensitivity, speed, stability and temperature-dependent error levels of the sensors were studied, and the ability to determine methane concentration in the range of 0.1–5.0 % was created.

Keywords: methane, gas sensor, thermocatalytic sensor, semiconductor sensor, alarm, explosion safety, selectivity, sol-gel method, CH_4 , natural gas.

KIRISH

Barcha turdagi sanoat va uy sharoitidagi yong'inlar va portlashlarda eng xavfli hodisalardan biri metan portlashlari hisoblanadi. Metanning portlash chegarasining pastki miqdori (NPPV) odatda 5% deb qabul qilinadi, yuqori portlash chegarasi (VPPV) esa 16% ni tashkil etadi. Shuning uchun uy va sanoat ob'ektlarida portlash va yong'inga qarshi xavfsizlikni ta'minlovchi kimyoviy sensorlar va signalizatorlar yaratish juda muhimdir [1,2]. Dunyoning barcha rivojlangan mamlakatlarida, portlash va yong'in xavfli gazlarni nazorat qilish usullari va sensorlarini ishlab chiqishga qaratilgan tizimli tadqiqotlar olib borilmoqda [3,4]. Mazkur ish portlash xavfi bo'lgan gazlar aralashmalarining nazoratini ta'minlaydigan tezkor va sezgir sensorlarni yaratishga qaratilgan.

Sanoatda gaz sensorlarining rivojlanishini tahlil qilish natijasida, portlash xavfini oldini olishda eng ishonchli usul sifatida termokatalitik va yarim o'tkazgichli sensorlar ishlatilishi aniqlandi. Transport, energetika va neft-gaz sanoatining global miqyosda rivojlanishi bilan sanoat va uy ob'ektlarida portlash xavfsizligini ta'minlashga bo'lgan talablar kuchaymoqda. Bu holat, ekologik tizimlarning yopiq havosida portlash xavfi aralashmalarini nazorat qilish uchun tezkor, sezgir va tanlovchi sensorlarni ishlab chiqishga qaratilgan nazariy va amaliy tadqiqotlarni o'tkazish zarurligini ko'rsatadi.

ASOSIY QISM

Ushbu ishning maqsadi metan gazining sezgir, tanlovchi kimyoviy sensorlarini ishlab chiqish va ular asosida tabiiy gazni monitoring qilish uchun yuqori samarali signalizatorlar va gaz tahlilchilarini yaratishdir. Eksperimentlar davomida, yonuvchan moddalarni oksidlanish qonuniyatlari o'rganilib, metan uchun selektiv termokatalitik sensorning katalizator tarkibi ishlab chiqildi. Yopiq ekologik tizimlarda tabiiy gazning portlash xavfli konsentratsiyalarini barqarorlik, sezgirlik va tanlovchilikni ta'minlaydigan optimal sharoitlarda aniqlash usullari tanlandi. Metan oqishlari va to'planishlarini aniqlash uchun sezgir va tezkor metodlar hamda ishonchli signalizatorlar yaratildi.

Zol-gel sintez usuli orqali gazga sezgir nanokompozit materiallar yaratilib, ularning asosida metan uchun sezgir yarim o'tkazgichli sensorlar ishlab chiqildi. Yarim o'tkazgichli va termokatalitik sensorlar yordamida tabiiy gazni havoda va texnologik gazlarda doimiy ravishda aniqlash uchun ikki kanalli gaz tahlilchilari yaratildi. Metan tarkibining metrologik va analitik xususiyatlari o'rganildi. Biz ishlab chiqqan katalizatorlar ($0,75In_2O_3-0,25Ag_2O$ va $0,25Fe_3O_4-0,75Ni_2O_3$) yordamida portlash xavfli konsentratsiyalarni selektiv aniqlashni ta'minlaydigan TKS tayyorlandi.

Sensorning o'lchovi sezgir elementining chiqish signali (katalizator: $0,75In_2O_3-0,25Ag_2O$) yonuvchan gazlar (H_2 , CO, CH_4) umumiy konsentratsiyasiga nisbatan proporsional bo'lib, taqqoslash sezgir elementining chiqish signali (CO va H_2 aralashmasi) selektiv tarzda aniqlanmagan komponent (CH_4) konsentratsiyasiga nisbatan proporsional bo'ladi. Birinchi va ikkinchi elementlarning signallari orasidagi farq esa CH_4 konsentratsiyasiga proporsional bo'ladi.

Yaratilgan sensorlarni sinovdan o'tkazish jarayonida, quvvatlanish voltaji uchun optimal qiymatni tanlash, sensorning dinamik, gradatsion va boshqa xususiyatlarini aniqlash, shuningdek, uning tanlovchilik va barqarorlik darajasini aniqlash bo'yicha maxsus tajribalar o'tkazildi.

Metan (CH_4) uchun sensorning eng yuqori signali quvvatlanish voltaji 2,6 V bo'lganda kuzatildi. Metan va tabiiy gaz bo'yicha signal qiymatlarini taqqoslash shuni ko'rsatdiki, tabiiy gaz uchun eng yuqori signalni ta'minlovchi quvvatlanish (2,8-3,0 V) metan uchun (2,6 V) yuqoriroq.

Yaratilgan sensorning reaksiya boshlanish vaqti ($t_{0,1}$) 3-4 soniya, vaqtning doimiyligi ($t_{0,63}$) 9 soniyadan oshmaydi, ko'rsatkichlar o'rnatilish vaqti ($t_{0,9}$) 13 soniya va analitik signalning to'liq chiqish vaqti (t_{tr}) sensor uchun 17-18 soniya oralig'ida bo'lib, bu yana bir bor ishlab chiqilgan sensorlarning tabiiy gaz miqdorini tezkor nazorat qilish imkoniyatini tasdiqlaydi. Sensor signalining metan konsentratsiyasiga bog'liqligi (0,1 dan 5,0 % ob. gacha bo'lgan oraliqda) to'g'ri proporsional xarakterga ega (1-jadval).

Jadval 1. TKS signalining gaz aralashmasidagi CH_4 konsentratsiyasiga bog'liqligi

CH ₄ , % ob	Sensor signali mV		
	$\bar{x} \pm \Delta x$	S	Sr·10 ²
0,1	6,2±0,1	0,08	1,3
1,0	63,0±0,3	0,24	0,4
2,0	127,0±0,9	0,72	0,6
3,0	186,1±1,7	1,37	0,7
4,0	256,4±3,2	2,58	1,0
5,0	323,3±2,8	2,25	0,7

Eksperiment natijalari ishlab chiqilgan TKS signali va tabiiy gazning konsentratsiyasi orasidagi bog'lanishning o'xshashligini ko'rsatmoqda. Bu, ishlab chiqilgan TKS ning portlash xavfi bo'lgan tabiiy gaz konsentratsiyalarini (0-5,0 % ob.) havoda va transport vositalari ichida nazorat qilish imkoniyatini tasdiqlaydi.

Eksperimentlarda ikki turdagi sensor ishlatilgan. TKS-1 – o'lchov va kompensatsion elementda katalizatorni o'z ichiga olgan sensor va TKS-2 – faqat o'lchov elementida katalizator mavjud bo'lgan sensor (2-jadval).

Jadval 2. Katalizatorli (TKS-1) va kompensatsion elementda katalizatorsiz (TKS-2) sensorlarning selektivlikni o'rganish natijalari. (n=5, P=0,95)

Komponent miqdori aralashmada, %	Sensor signali, mV			
	TKC -1 катализатор ИЧЭ: 0,75In ₂ O ₃ -0,25Ag ₂ O; КЧЭ: 0,25Fe ₃ O ₄ -0,75Ni ₂ O ₃		TKC-2 катализатор ИЧЭ: 0,75In ₂ O ₃ -0,25Ag ₂ O;	
	$\bar{x} \pm \Delta x$	Sr·10 ²	$\bar{x} \pm \Delta x$	Sr·10 ²
1,0 H ₂	2,6±0,1	3,1	103,9±0,6	0,6
1,0 CO	0,6±0,1	1,3	29,1±0,2	0,6
1,0 CH ₄	95,6±0,3	0,3	97,0±0,7	0,2
1,0CH ₄ +1,0 H ₂	97,1±0,4	0,3	195,3±0,4	0,9
1,0CH ₄ +1,0 CO	96,9±0,3	0,2	115,4±1,3	1,1
1,0CH ₄ +1,0H ₂ +1,0CO	98,1±0,7	0,6	227,9±3,1	0,6

Yuqoridagi natijalardan (2-jadval) shuni ko'rishimiz mumkinki, TKS-1 H₂ va CO ga nisbatan sezgir emas. CH₄ sensorining signali, bir xil sharoitda (1%-li H₂, CO va CH₄ aralashmalarida) H₂ signalidan 36,8 marta, CO signalidan esa 159,3 marta katta.

TKS-1 dan farqli o'laroq, kompensatsion sezgir elementda katalizatorsiz sensor (TKS-2) H₂ va CO ga sezgir. Ushbu sensorning 1% H₂, CO va CH₄ signal qiymatlari mos ravishda 103,9 mV, 29,1 mV va 97,0 mV bo'ladi. Shunday qilib, TKS-1 TKS-2 ga nisbatan yuqori selektivlikka ega.

Sensornlarning xatoliklari o'lchanmaydigan komponentlar tomonidan 2,0% dan oshmaydi. CH₄ sensorining barqarorligini tekshirish 1000 soat davomida tabiiy gazning konsentratsiyasi 1,00 % ob. bo'lgan havoda o'tkazildi. Tajribalar shuni ko'rsatdiki, sensorning signali belgilangan vaqt oralig'ida barqaror saqlanadi.

Jadval 3. TKS-CH₄ ning o'lchash xatoliklari (0-5,0 % ob. oraliq)

CH ₄ aralashmasi, %	Aniqlangan CH ₄ , %	Asosiy xatolik (Δ)	Asosiy nisbiy xatolik (γ)
0,51	0,52	0,01	0,2
2,55	2,51	0,04	0,8
4,74	4,81	0,07	1,4

O'rganilgan oraliqda signal va konsentratsiya o'rtasidagi bog'lanish to'g'ri proporsional xarakterga ega bo'lib, asosiy nisbiy xatolik 0,2 - 1,4 % gacha o'zgaradi (3-jadval). Sensorning qo'shimcha xatoligi haroratning o'zgarishi bilan 2% dan oshmaydi (4-jadval).

Jadval 4. TKS-CH₄ ning harorat o'zgarishi sababli qo'shimcha xatolik (γ_d) -10 dan +40 °C gacha (n=5, P=0,95)

Harorat, °C	$\gamma_{\text{доп при } C_{\text{CH}_4}$:			$\gamma_{\text{доп по ГОС ТУ}^*$
	0,5%	2,5%	5,0%	
-10	0,4	3,0	2,0	5,0
0	0,2	2,0	2,0	5,0
+10	0,7	1,0	0,7	5,0
+20	0,6	0,3	2,0	5,0
+30	0,5	0,3	0,4	5,0
+40	0,2	0,3	0,7	5,0

TKS-CH₄ ning umumiy qo'shimcha xatoligi harorat (-10 dan +40 °C), bosim (600-800 mm simob) va namlik (40-95%) o'zgarishi tufayli $\pm 3,5\%$ ni tashkil qiladi.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, taklif etilgan TKS selektivlik bo'yicha seriyali ishlab chiqarilgan sensorlardan ancha ustun turadi. Eksperimentlar davomida 1990-2019 yillar davomida SamDU gaz tahlili laboratoriyasida ishlab chiqilgan selektiv termokatalitik sensornlarning taqqoslash xususiyatlari o'rganilgan. Eksperiment natijalari 6-jadvalda keltirilgan. Yuqoridagi ma'lumotlarga asosanib, 75%In₂O₃ + 25%AgO va 25%Fe₃O₄ + 75%Ni₂O₃ katalizatorlari asosida zol-gel texnologiyasi yordamida ishlab chiqarilgan TKS-1 ilgari ishlab chiqilgan analoglardan (TKS-2 va TKS-3) ko'proq sezgir ekanligi ko'rsatilgan. Shunday qilib, metan uchun selektiv va yuqori sezgir sensor yaratish maqsadida (0,75In₂O₃-0,25Ag₂O va 0,25Fe₃O₄-0,75Ni₂O₃) katalizatori tanlandi.

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 Nasion As Solid Electrolyte // 14 Th International Conference On Solid State Ionics. -Monterey, California U.S.A., 2003. -P. 7.
6. Abdurakhmanov., Daminov N., Sultanov M., Tillayevs U. Ensuring The Selectivity Of The Thermocatalytic Sensor Of Exhaust Gas Components // Ecological Systems And Devices. -M., 2008. -№5. -P.30-32.
7. Abdurahmonova Z.E., Murodova Z.B., Smanova Z.A. Dodekomolibdofosfat Ionoforlari Asosida Dori Vositalarini Tezkor Aniqlash Uchun Ionoselektiv Elektrodni Ishlab Chiqish//Avstriya Texnik Va Tabiiy Fanlar Jurnali, 2024. No 5 – 6, Bet. 17-22.
8. 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.
9. Nodirovna A. R. Et Al. Evaluating Novel Anticoagulant And Antiplatelet Drugs For Thromboembolic Illness Prevention And Treatment //International Journal Of Alternative And Contemporary Therapy. – 2024. – T. 2. – №. 5. – C. 135-141.
10. Safarovich, T. O., Nayimovna, A. S., Ergashboyevna, A. Z., & Ergashboyevna, E. M. (2024). Lipidlar Asosida Sirt Foal Moddalarni Olish. Ta'limda Raqamli Texnologiyalarni Tadbqiq Etishning Zamonaviy Tendensiyalari Va Rivojlanish Omillari, 31(2), 122-125.
11. Мамиров В. А. И Др. Эффективность Комбинированной Терапии При Очаговой Алопеции //Вопросы Науки И Образования. – 2019. – №. 31 (81). – С. 52-57.
12. 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. – C. 27-32.
13. Hikmatovich I. N. Et Al. Local Treatment Of Children With Atopic Dermatitis //International Journal Of Innovative Analyses And Emerging Technology. – 2021. – T. 1. – №. 5. – C. 235-237.
14. Джумаева Н. С., Восеева Д. Х., Абдурахмонова З. Э. Современный Взгляд На Лечение Лямблиоза //Достижения Науки И Образования. – 2020. – №. 16 (70). – С. 65-69.
15. Aslam I., Jiyanboyevich Y. S., Ergashboevna A. Z. Prevention & Treatment Of Cardiovascular Diseases //The American Journal Of Medical Sciences And Pharmaceutical Research. – 2021. – T. 3. – №. 06. – C. 180-188.
16. 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. – T. 15. – №. 26762679. – C. 10.31788.
17. Djurakulovna X. N. Et Al. Yonuvchan Gazlarning Aniqlashni Optik Usullari Va Asboblari //Research Focus. – 2024. – T. 3. – №. 5. – C. 14-17.

18. 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.
19. Dr I. A. Et Al. New Day In Medicine //New Day In Medicine Учредители: Бухарский Государственный Медицинский Институт, Ооо" Новый День В Медицине". – №. 5. – С. 13-18.
20. Aslam I. Et Al. Muscle Relaxant For Pain Management //Journalnx. – Т. 8. – №. 1. – С. 1-4.
21. Nodirovna, A. R., Maksudovna, M. M., Aslam, I., & Ergashboevna, A. Z. (2024). Evaluating Novel Anticoagulant And Antiplatelet Drugs For Thromboembolic Illness Prevention And Treatment. International Journal Of Alternative And Contemporary Therapy, 2(5), 135-141.
22. Aslam I., Ashraf A., Ergashboevna A. Z. Demographic And Clinical Profile Of Chronic Myeloid Leukemia Patients In A Resource-Limited Setting: A Comprehensive Analysis //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 5. – С. 191-196.
23. Farmanovna, I. E. "Ergashboevna Az Angiotenzin Konversiyalovchi Ferment Ingibitorlarining Klinik Amaliyotda Qo'llanilishi." Barqarorlik Va Yetakchi Tadqiqotlar Onlayn Ilmiy Jurnali (2022): 513-517.
24. Murodovna J. D. Et Al. Abu-The Role Of The Teachings Of Ali Ibn Sina In The Upbringing Of A Harmoniously Developed Generation. – 2022.
25. 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.
26. 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.
27. 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.
28. Эшкobilова М. Э. И Др. Метанни Аниқловчи Тяг-Сн4 Газ Анализаторининг Метрологик Тавсифларига Турли Омиларнинг Таъсири //Research Focus. – 2023. – Т. 2. – №. 11. – С. 17-22.
29. 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.
30. 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.
31. 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.
32. 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.

33. Aslam I., Ashraf A., Ergashboevna A. Z. Demographic And Clinical Profile Of Chronic Myeloid Leukemia Patients In A Resource-Limited Setting: A Comprehensive Analysis //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 5. – С. 191-196.
34. Safarovich T. O. Et Al. Lipidlar Asosida Sirt Foal Moddalarni Olish //Ta'limda Raqamli Texnologiyalarni Tadbiq Etishning Zamonaviy Tendensiyalari Va Rivojlanish Omillari. – 2024. – Т. 31. – №. 2. – С. 122-125.
35. Сидикова Х. Г., Эшкobilова М., Абдурахмонов Э. Термоката-Литический Сенсор Для Селективного Мониторинга Природного Газа //Vi-Международные Научные Практической Конференции Global Scien Ceand Innovations. – 2019. – С. 235-238.
36. 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.
37. Абдурахманов Э. И Др. Химический Сенсор Для Мониторинга Оксид Углерода Из Состав Транспортных Выбросов //Science And Education. – 2020. – Т. 1. – №. 1. – С. 37-42.
38. Эшкobilов III. А., Эшкobilова М. Э., Абдурахманов Э. А. Разработка Катализатора Для Чувствительного Сенсора Природного Газа //Символ Науки. – 2015. – №. 3. – С. 7-12.
39. Komiljonovna M. M., Safarovich T. O., Ergashboyevna E. M. Gidrazidlarning Biologik Faolliqi Fosforlangan Karboksilik Kislotalar Va Ularning Hosilalari //Ta'limda Raqamli Texnologiyalarni Tadbiq Etishning Zamonaviy Tendensiyalari Va Rivojlanish Omillari. – 2024. – Т. 31. – №. 2. – С. 126-130.
40. 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.
41. Shahzoda K. Et Al. Advancements In Surgical Techniques: A Comprehensive Review //Ta'limda Raqamli Texnologiyalarni Tadbiq Etishning Zamonaviy Tendensiyalari Va Rivojlanish Omillari. – 2024. – Т. 31. – №. 2. – С. 139-149. Year = {2021},
42. Ergashboy A. Eshkobilova Mavjuda. Zol-Gel Synthesis Of Nanocomposites And Gaseous Materials //The International Conference On" Energy-Earth-Environment-Engineering". Сtp. – 2023. – С. 84-85.
43. 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.
44. 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.
45. 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.
46. 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.
47. Djurakulovna X. N. Et Al. Yonuvchan Gazlarning Aniqlashni Optik Usullari Va Asboblari //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 5. – С. 14-17.