

МЕТАННИ АНИҚЛОВЧИ ТЯГ-СН₄ ГАЗ АНАЛИЗАТОРИНИНГ МЕТРОЛОГИК ТАВСИФЛАРИГА ТУРЛИ ОМИЛЛАРНИНГ ТАЪСИРИ

Эшкобилова Мавжуда Эргашбоевна

СамДТУ доценти

Эгамов Умиджон Баходир ўғли, Толибов Асомиддин Амридин ўғли

СамДТУ талабаси

Шукурова Дилором Баходировна

СамДТУ ассистенти

Абдурахмонов Эргашбой

СамДУ профессор

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10177798>

Аннотация: Углерод (II) оксиди (ис.гази) ва метан (табiiй газ) атмосфера хавосининг заҳарли ва портловчан таркибий қисмларидан биридир. Статистик маълумотларга кўра, сўнгги ўн йилликда углерод (II) оксиди билан заҳарланишдаги ўлим ўткир заҳарланишдан вафот этганлар 25% фоизга яқинлашмоқда. Шу сабабли газсезгир яримўтказгичли материалларнинг янги авлодини яратиш ва улар асосида атмосфера хавоси, технологик ва чиқинди газлардаги углерод (II) оксиди ва метаннинг микдорини аниқлашни таъминловчи селектив яримўтказгичли газ сенсорлари ва сигнализаторларини яратиш муҳим масалалардан ҳисобланади.

Калит сўзлар: Термокаталитик, сенсор, метан, ҳарорат, босим, анализатор, концентрация.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ТЯГ-СН₄ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ МЕТАНА

Аннотация: Оксид углерода (II) (сажевый газ) и метан (природный газ) являются токсичными и взрывоопасными компонентами атмосферного воздуха. По данным статистики, за последнее десятилетие смертность от отравления оксидом углерода (II) приближается к 25% умерших от острых отравлений. Поэтому актуально создание нового поколения газочувствительных полупроводниковых материалов и создание на их основе селективных полупроводниковых газовых датчиков и сигнализаторов, обеспечивающих определение количества оксида углерода (II) и метана в атмосферном воздухе, технологических и выхлопных газах.

Ключевые слова: Термокаталитический, сенсор, метан, температура, давление, анализатор, концентрация.

INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF TYAG-CN₄ GAS ANALYZER FOR METHANE DETECTION

Abstract: Carbon (II) monoxide (soot gas) and methane (natural gas) are toxic and explosive components of atmospheric air. According to statistics, over the past decade, mortality from carbon monoxide poisoning is approaching 25% of those who died from acute poisoning. Therefore, it is important to create a new generation of gas-sensitive semiconductor materials and create on their basis selective semiconductor gas sensors and alarms that provide determination of the amount of carbon monoxide (II) and methane in atmospheric air, process and exhaust gases. .

Keywords: Thermocatalytic, sensor, methane, temperature, pressure, analyzer, concentration.

КИРИШ

Тажрибалар давомида газларнинг аниқланадиган концентрацияси диапазонлари, аниқлашнинг асосий хатолари, чиқиш сигналининг вариация соҳаси аниқланди ва газ муҳитининг ҳарорати, босими ва намлигини ўзгариши натижасида юзага келувчи қўшимча хато қийматлари топилди. Газ анализаторлари метаннинг концентрациясини 0-1000 мг/м³ ва 0-5,0 хаж.% гача бўлган оралиғида, лаборатория ва реал шароитларда синовдан ўтказилди. Лаборатория шароитлари: таҳлил қилинган газ аралашмасининг ҳарорати 20±50С; газ аралашмани босими 760±30 мм сим. уст; газ аралашмасининг нисбий намлиги 40-60%; асбобга бериладиганг кучланиш таъминоти 220±10 В ни ташкил қилади.

АСОСИЙ ҚИСМ

Курилманинг реал ишлаш шароитлари: газ аралашмасининг ҳарорати +5 - +500С; газ босими 600-800 мм сим. уст; газ муҳитининг нисбий намлиги 25-95 % ни ташкил қилади; сенсорнинг бурилиш бурчаги-30 % гача. ПТГ-СН₄ газ анализаторини концентрациянинг 0-1000 мг/м³ ва 0-5,0 хаж.% оралиғида синовдан ўтказиш ва асосий хато қийматини аниқлаш учун газ аралашмаси анализаторга қуйидаги кетма-кетликда киритилди: 1-3-5-3-1-5, бу ерда ГА рақамлари ўлчанадиган компонентларни қуйидаги коцентрацияларига мос келади (%): №1=10±5; №3=50±5; №5= 95±5. Газ анализаторининг синов вақтидаги асосий мутлоқ хатоси газ анализаторининг кўрсаткичи билан ҳақиқий концентрация оралиғидаги фарқ ва қуйидаги формуладан аниқланди:

$$\Delta = A_i - A_0 \quad (5.1)$$

бу ерда A_i - аниқланувчи компонентнинг асбоб ёрдамида топилган концентрацияси; A_0 - аниқланувчи компонентнинг ГА паспортда кўрсатилган ҳақиқий концентрацияси. Асосий келтирилган хато газ анализаторининг кўрсаткичгичи билан ҳақиқий концентрация оралиғидаги фарқни асбобни ўлчов диапазонида нисбати билан аниқланди:

$$\gamma = A_1 - A_0 / C_k - C_n \quad (5.2)$$

бу ерда C_k -Сн газнинг аниқланган бошланғич ва охири чегараси, мг / м³ (%). ТЯГ-СН₄ сигналининг метан концентрациясини 0-1000 мг/м³ ва 0-0,5 хаж.% оралиғида концентрацияга боғлиқлиги жадвалларда келтирилган.

Яримўтказгичли сенсор асосида тайёрланган ТЯГ-СН₄ газ анализаторининг сигнадини 0-1000 мг/м³ оралиғидаги метан концентрациясига боғлиқлиги

СН ₄ аралашмадаги таркиби, мг/м ³	СН ₄ га сигнал ($x \pm \Delta x$), мг/м ³	S	Sr*102
10	11±0,3	0,24	2,2
50	48±0,9	0,72	1,5
250	245±1,5	1,21	0,5
500	510±2,0	1,61	0,3
750	740±2,8	2,25	0,3
980	973±4,8	3,86	0,4

Тақдим этилган маълумотлардан кўриниб турибдики, ўрганилаётган концентрация интервалида газ анализаторининг аналитик сигнадини метан концентрациясига боғлиқлиги тўғри чизикли пропорционалдир. 5.1 ва 5.2-жадвалларда келтирилган маълумотлар асосида анализаторларни 0-1000 мг/м³ ва 0-5, 0 % гача бўлган оралиқда ҳисобланган асосий мутлоқ хатолари мос равишда 17,0 мг/м³ ва 0, 9% ни ташкил этди.

ТЯГ-CH₄ газ анализаторининг термokatалитик сенсори билан ўлчаш оралиғини текшириш натижалари (ўлчов оралиғи 0-5,0 ҳаж. % , n=5, P=0,95.)

Кирилган CH ₄ , ҳаж. % .	Топилди CH ₄ , (x±Δx), ҳаж. %.	S	Sr*102
0,10	0,97±0,02	0,02	1,7
0,50	0,45±0,06	0,05	1,1
1,50	1,54±0,09	0,07	2,7
2,50	2,56±0,16	0,13	2,5
3,50	3,41±0,15	0,12	2,5
4,50	4,43±0,19	0,15	2,4
4,90	4,95±0,21	0,17	2,4

ТЯГ-CH₄ анализаторини сигналининг вариациясини ўрганиш таркибида метан миқдори 0,55; 2,45 ва 4,86 ҳаж.% бўлган газ аралашмалари мисолида амалга оширилди. Газ анализатори синов нукталарининг ҳар бир нуктасида $B < B_g$ тенгсизлик кузатилса, асбоб синовдан ўтган деб ҳисобланади. Бунда B- сигнал амалда кузатилган, B_g-руҳсат этилган ўзгариши).

ТЯГ-CH₄ газ анализатори сигналининг ўзгаришини аниқлаш натижалари (n=5, P=0,95)

Метаннинг аралашмадаги миқдори, ҳаж. %	Метанни аниқланган миқдори (x±Δx), % ҳаж. %		Асосий абсолют хато, (Δ)	Вариация, %
	A _{max}	A _{min}		
0,55	0,45±0,02	0,46±0,02	0,05	0,01
2,45	2,51±0,03	2,49±0,04	0,06	0,02
4,86	4,91±0,04	4,89±0,03	0,05	0,02

Жадвалда газ анализаторининг ўзгариш қиймати ҳар бир ўлчов оралиғида руҳсат этилган асосий хато чегарасининг мутлоқ қийматининг 0,5 қисмидан ошмайди. 13320-81 рақамли давлат стандарти бўйича қурилманинг вариацияси асосий хатонинг 50 % дан ошмаслиги керак. Атмосфера ҳароратининг ўзгариши оқибатида ТЯГ-CH₄ нинг қўшимча хатосини текшириш ҳароратнинг 10-500C оралиғида амалга оширилди. Экспериментларда метан миқдори 2,85 % бўлган ГА ишлатилди. Камера ичидаги ҳароратни сошлаш тартиби +200C (оптимал ҳарорат): 10; 35; ва 500 C. Ҳар бир ҳароратда, қурилма 1 соат давомида сақланади, ундан кейин ГА юборилди ва асбобнинг кўрсатиши (сигнали) ёзиб олинди. Ҳар бир нуктадаги ўлчашлар камида 5 мартадан ўтказилди. Атроф-муҳит ҳарорати таъсирида газ анализаторининг қўшимча хатосини аниқлаш натижалари Жадвалда келтирилган бўлиб, ундан барча ҳолатларда қурилманинг асосий хатоси анча паст бўлиши ва 0,02 % дан ошмаслигини кўраимиз.

Турли ҳароратларда метан газини термokatалитик анализатор билан аниқлаш натижалари ТЯГ-CH₄ (CCH₄=2,50 % ҳаж, n=5, P=0,95)

Температу-ра, 0C	Кирилган CH ₄ , ҳаж. %	Аниқланган CH ₄ (x±Δx), ҳаж. %	Sr*102	Таҷриба ҳароратидаги хато Y _t	Қўшимча хатолик (Ҷдоп)
20	2,85	2,83±0,06	1,6	0,02	-
10	2,85	2,81±0,07	2,1	0,04	0,02

35	2,85	2,82±0,01	0,5	0,03	0,01
50	2,85	2,88±0,01	0,5	0,03	0,01

Намлик таъсирини ўрганиш бўйича тажрибалар қуйидаги тартибда амалга оширилди: қурилма намлик камерасига жойлаштирилиб, нормал синов шароитлари ўрнатилди. Асбоб дастлабки барқарор ҳолатига келтирилгандан сўнг унга 2,55% лик ГА юборилди ва асбобнинг асосий хатоси аниқланди. Бир соат ўтказилиб қурилмани хатоси бир-бири билан кетма-кет уланган дистилланган сув билан тўлдирилган аралашмани намлигини 95 % га оширувчи учта склянкалари орқали ўтказилган ГА ни анализаторга киритиш орқали аниқланди. Газ анализаторини ўчириб, уни 2 соат давомида стабиллаштирилди, шундан сўнг қурилма ёқилди ва оддий синов шароитида асосий хатоси аниқланди. ГА-О₂ газ анализаторининг намликка чидамлилиги синов натижалари 5.5-жадвалда келтирилган.

ТЯГ-СН₄ анализатори сигналини намлик миқдорини ўзгаришга боғлиқлигини аниқлаш натижалар (аралашмадаги метан миқдори 2,45 % ҳаж, n=5, P=0,95)

Газоанализатор рақами	Метаннинг аниқланган миқдори, ҳаж. %		
	Қуруқ газ аралашмаси	Намланган газ аралашмаси	Чиқиш сигналининг ўзгариши
1	2,47	2,48	0,01
2	2,45	2,47	0,02
3	2,48	2,47	0,01

Жадвалда келтирилган маълумотларга кўра, ўрганилаётган намлик оралиғида анализаторнинг қўшимча хатоси 0,8 % ни ташкил этади ва 13320-81 рақамли давлат стандарти талабларига жавоб беради. Босимни анализатор сигналининг барқарорлигига таъсирини текшириш 600-900 мм сим.уст. оралиғида амалга оширилди. Тажрибалар ҳароратни 250С ва намликни 60 % га тенг қийматларида ўтказилди.

Тажрибаларда компонентнинг миқдори 500 мг/м³ бўлган метаннинг стандарт аралашмаси ишлатилди. Босим ўзгариши натижасида газ анализаторининг қўшимча хатосини аниқлаш бўйича тажрибалар натижалари 5.6-жадвалда келтирилган. Ушбу маълумотлардан келиб чиққан ҳолда, босим ўзгариши натижасида юзага келувчи энг катта қўшимча хатолик (1% ва 5 мг/м³) 600 мм сим.уст.да кузатилди.

Ушбу газ анализаторлари синфидаги босим ўзгариши бўйича 13320-81 рақамли давлат стандартига мувофиқ рухсат этиладиган қўшимча хатолик асосий хатоликдан ошмаслиги керак.

Турли хил босимларда метан концентрациясини аниқлаш натижалари (n=5; P=0,95).

Босим мм сим.уст.	СН ₄ нинг аралашмадаги миқдори мг/м ³	Аниқланган СН ₄ (x±Δx), мг/м ³	Sr*102	Тажриба босимидаги хато Ўт	Қўшимча хато (Ўдоп)
760 ±10	500	512±5,8	2,3	12	
600±10	500	517±7,6	1,6	17	5
800±10	500	490±8,6	1,6	10	2
900±10	500	486±6,5	1,2	14	4

13320-81 рақамли давлат стандартига биноан, умумий қўшимча хатоликнинг руҳсат этилган максимал қиймати руҳсат этилган асосий хато чегарасининг икки баробаридан ошмаслиги керак. Барча ҳолатларда ҳарорат, намлик ва босимнинг ўзгариши натижасида газ анализаторининг умумий қўшимча хатоси $\pm 1,5$ % дан ортмади. Шундай қилиб, олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, бизнинг ишда ишлаб чиқилган ТЯГ-СН₄ газоанализатор метрологик ва бошқа баъзи хусусиятлар бўйича шу типдаги автоматик газоанализаторлар учун қўйиладиган стандартлар талабларига тўлиқ жавоб беради. Ишлаб чиқилган газ анализаторларининг аниқлигини баҳолаш учун метаннинг турли концентрацияли аралашмаларини параллел таҳлилари ўтказилди. Олинган маълумотларнинг баъзилари 5.7 ва 5.8-жадвалларда келтирилган. Таклиф қилинган термокаталитик сенсор ва газ анализатори мавжуд термокондуктометрик ва электрохимий қурилмалар билан таққосланганда газли муҳитда СН₄ ни аниқлашда юқори аниқлик ва қайта такрорланувчанликни намоён қилди. Шундай қилиб, ўтказилган тадқиқотлар натижаси таҳлил қилинган аралашмага етарли даражада фаол бўлган катализаторларни ўз ичига олган ягона блокга бирлаштирилган яримўтказгич ва термокаталитик сенсорларни ўз ичига олган метанни аниқлашнинг селективлигини таъминлаш услуби таклиф этилган.

Метан миқдорини ишлаб чиқилган (термокаталитик) ва термокондуктометрик сенсорлар ёрдамида аниқлашда олинган натижаларни қиёсий баҳолаш ($n=5$ $P=0,95$)

СН ₄ нинг аралашма шаги миқ дори %	Аниқланган метан % ҳаж.					
	ТЯГ-СН ₄ (1-канал) ТКС			Термокондуктометрик (ТП-1120)		
	$x \pm \Delta x$	S	Sr*102	$x \pm \Delta x$	S	Sr*102
0,45	0,47 $\pm$ 0,03	1,05	2,2	0,40 $\pm$ 0,03	0,88	1,9
1,66	1,60 $\pm$ 0,06	2,09	2,0	1,68 $\pm$ 0,12	1,45	1,3
2,84	2,86 $\pm$ 0,04	1,93	0,8	2,76 $\pm$ 0,13	2,65	1,0
3,55	3,52 $\pm$ 0,03	2,65	0,5	3,49 $\pm$ 0,03	3,46	0,7
4,95	4,98 $\pm$ 0,12	3,38	0,5	4,88 $\pm$ 0,12	3,38	0,5

Яримўтказгич ва газ хроматографияси усули билан метан таркибини аниқлашда олинган натижаларни қиёсий баҳолаш ($n=5$ $P=0,95$).

СН ₄ нинг аралашмадаги миқдори % ҳаж.	Аниқланган метан, ҳаж. %					
	ЯҶС-СН ₄ асосида ишлаб чиқарилган анализатор (2-канал)			Газ хроматографияси «кристалл- 500»		
	$x \pm \Delta x$	S	Sr*102	$x \pm \Delta x$	S	Sr*102
50	47 $\pm$ 1,3	1,05	2,2	47 $\pm$ 1,1	0,88	1,9
100	106 $\pm$ 2,6	2,09	2,0	108 $\pm$ 1,8	1,45	1,3
250	256 $\pm$ 2,4	1,93	0,8	257 $\pm$ 3,3	2,65	1,0
500	512 $\pm$ 3,3	2,65	0,5	489 $\pm$ 4,3	3,46	0,7
750	738 $\pm$ 4,2	3,38	0,5	735 $\pm$ 4,2	3,38	0,5
1000	991 $\pm$ 5,2	4,18	0,4	995 $\pm$ 5,5	4,42	0,4

ХУЛОСА

Аналитик сигналнинг аниқлашни мутлоқ ва нисбий хатолари ва вариацияси 13320-81 рақамли давлат стандартига мувофиқ белгиланган параметрлардан ошиб кетмайди. Ишончлилиқ даражаси 0,95 бўлган ҳолат учун келтирилган хатонинг умумий қиймати

ўлчанган концентрация оралигида шу типдаги асбоблар учун 52033-2003 рақамли давлат стандарти талабларига тўла жавоб беради ва $\pm 1,5\%$ дан ошмайди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Сидикова Х.Г., Абдурахманов Э., Эшкобилова М.Э. Метрологические характеристики полупроводникового сенсора оксида углерода // UNIVERSIUM. Химия и биология.– Москва. №11(89).– С.48-54. doi: 10.32743/Uni Chem.2021.89.11-1(02.00.00; № 2).
2. Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № ПФ-4947 "о стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан"
3. Эшкобилова М.Э., Сидикова Х.Г., Абдурахманов Э. Метрологические характеристики полупроводникового газоанализатора оксида углерода «ПГА-СО»// Вестник НУУз. 2021.3/2/1.– С. 299-306. (02.00.00; № 12)
4. Эшкобилова М. Э. Разработка химических сенсоров для мониторинга метана//Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD). Самарканд. 2019. 44 с. 5 Нодир ва ноёб металллар бирикмаларининг қўлланилиши
5. Карпов Е.Ф., Биренберг И.Э., Басовский Б.И. Автоматическая газовая защита и контроль рудничной атмосферы. М.: Недра, 1984. 285 с
6. Абдурахманов Э., Даминов Г.Н., Султанов М.М., Тиллайев С.У. Обеспечение селективности термokatалитического сенсора компонентов выхлопных газов //Экологические системы и приборы. Москва. 2008. №5. С.30-32.
7. Абдурахманов Э. Сенсор для селективного мониторинга оксида углерода в воздухе и промышленных газообразных выбросах. //Журнал Аналитика и контроль (Россия), 2004г. т.8, № 2, с.165-169.
8. Абдурахманов Э., Даминов Г., Султанов М. Селективный химический сенсор для мониторинга паров бензина и дизельного топлива из состава выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания//Химическая промышленность. 2007. Т.84. № 6. с.317-320.
9. Эшкобилов Ш.А., Эшкобилова М.Э., Абдурахманов Э.А. Определение природного газа в атмосферном воздухе и технологических газах.//Журнал Экологические системы и приборы, 2015. №9. С.11-15