GAZ ARALASHMALARIDAGI ZARARLI KOMPONENTLAR KONSENTRATSIYASINI ANIQLASHNING ELEKTROKIMYOVIY GAZANALITIK USULI

Aralov G‘ayrat Muhammadiyevich
Qarshi davlat texnika universiteti
ORCID: 0009-0004-4017-3843
aralov.gayrat12131988@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.23391148

Annotatsiya. Maqolada texnologik gaz aralashmalaridagi zararli komponentlar, jumladan, uglerod oksidi (CO) va uglevodorodlar (CnHm) konsentratsiyasini aniqlash masalasi ko‘rib chiqilgan. Gazanalitik majmuada infraqizil spektrofotometrik usuldan foydalanish imkoniyatlari tahlil qilingan. Buger-Lambert-Ber qonuni asosida gaz konsentratsiyasi, nurlanish intensivligi va optik yo‘l uzunligi o‘rtasidagi bog‘liqlik yoritilgan. Harorat, bosim va namlik ta’sirini hisobga olish hamda o‘lchash natijalarini avtomatik tuzatish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan.
Kalit so‘zlar: Gazanalizator, gazanalitik majmua, zararli komponentlar, uglerod oksidi, uglevodorodlar, spektrofotometrik usul, infraqizil nurlanish, konsentratsiya, optik zichlik.

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос определения концентрации вредных компонентов в технологических газовых смесях, в том числе оксида углерода (CO) и углеводородов (CnHm). Проанализированы возможности применения инфракрасного спектрофотометрического метода в газоаналитическом комплексе. На основе закона Бугера-Ламберта-Бера рассмотрена связь между концентрацией газа, интенсивностью излучения и длиной оптического пути. Также рассмотрены влияние температуры, давления и влажности и возможность автоматической коррекции результатов измерений.
Ключевые слова: Газоанализатор, газоаналитический комплекс, вредные компоненты, оксид углерода, углеводороды, спектрофотометрический метод, инфракрасное излучение, концентрация, оптическая плотность.

Abstract. The article considers the determination of harmful components in technological gas mixtures, including carbon monoxide (CO) and hydrocarbons (CnHm). The possibilities of using the infrared spectrophotometric method in a gas analytical complex are analyzed. The relationship between gas concentration, radiation intensity, and optical path length is described based on the Beer-Lambert law. The effects of temperature, pressure, and humidity, as well as the possibility of automatic correction of measurement results, are also considered.
Keywords: Gas analyzer, gas analytical complex, harmful components, carbon monoxide, hydrocarbons, spectrophotometric method, infrared radiation, concentration, optical density.

Kirish. Gazanalitik majmuaning birlamchi o‘lchash o‘zgartkichini shakllantirishda texnologik gaz aralashmalaridagi zararli komponentlar konsentratsiyasini aniqlash uchun

spektrofotometrik usuldan foydalanishning ilmiy-amaliy afzalliklari asoslab berilgan. Mazkur usulning tanlanishi zararli komponentlarning optik xususiyatlarini ularning konsentratsiyasi bilan bog‘liq holda yuqori sezgirlik va selektivlik asosida baholash, shuningdek, o‘lchash jarayonining barqarorligi hamda natijalarning ishonchliligini oshirish imkoniyati bilan izohlanadi. Spektrofotometrik o‘lchash tamoyilining birlamchi o‘zgartkich tarkibiga integratsiyalashuvi gaz muhitining tarkibini tezkor nazorat qilish va aniqlanayotgan komponent konsentratsiyasini miqdoriy jihatdan baholash uchun zarur bo‘lgan metrologik xususiyatlarni ta’minlashga xizmat qiladi.

Gazanalitik majmuaning tarkibiy qismi sifatida birlamchi o‘lchash o‘zgartkichini loyihalash va shakllantirishda texnologik gaz aralashmalaridagi zararli komponentlar konsentratsiyasini aniqlash uchun spektrofotometrik usuldan foydalanishning maqsadga muvofiqligi ilmiy jihatdan asoslangan. Spektrofotometrik tahlil tamoyilining gazanalitik majmuaning birlamchi o‘lchash o‘zgartkichida qo‘llanilishi aniqlanayotgan komponentlarning optik yutilish xususiyatlari asosida ularning konsentratsiyasini miqdoriy baholash, o‘lchash sezgirligi va selektivligini oshirish hamda texnologik gaz muhitining tarkibini tezkor nazorat qilish imkonini berishi asoslab berilgan.

Texnologik gaz aralashmalaridagi zararli komponentlar konsentratsiyasini aniqlashga mo‘ljallangan gazanalitik majmuaning birlamchi o‘lchash o‘zgartkichi uchun spektrofotometrik o‘lchash usulini qo‘llashning maqsadga muvofiqligi asoslangan. Taklif etilgan yondashuvda zararli komponentlarning elektromagnit nurlanishni yutish xususiyatlaridan foydalanish orqali ularning konsentratsiyasini miqdoriy aniqlashning metrologik imkoniyatlari kengaytirilgan hamda o‘lchash jarayonining sezgirligi, selektivligi va natijalarining ishonchliligini ta’minlashga qaratilgan texnik yechim shakllantirilgan.

Tadqiqot metodologiyasi.

Tadqiqotda texnologik gaz aralashmalaridagi uglerod oksidi (CO) va uglevodorodlar (CnHm) konsentratsiyasini aniqlash uchun infraqizil spektrofotometrik usul qo‘llanildi. Buger-Lambert-Ber qonuni asosida nurlanish intensivligi, gaz konsentratsiyasi va optik yo‘l uzunligi o‘rtasidagi bog‘liqlik tahlil qilindi. CO ning 0÷8000 ppm diapazonidagi optik zichligi va o‘tkazuvchanligi baholanib, gaz yacheykasi uzunligining o‘lchash sezgirligiga ta’siri aniqlandi. Shuningdek, harorat, atmosfera bosimi va namlik ta’sirini kamaytirish uchun mikroprotsessorli signalni qayta ishlash va avtomatik tuzatish usuli asoslandi.

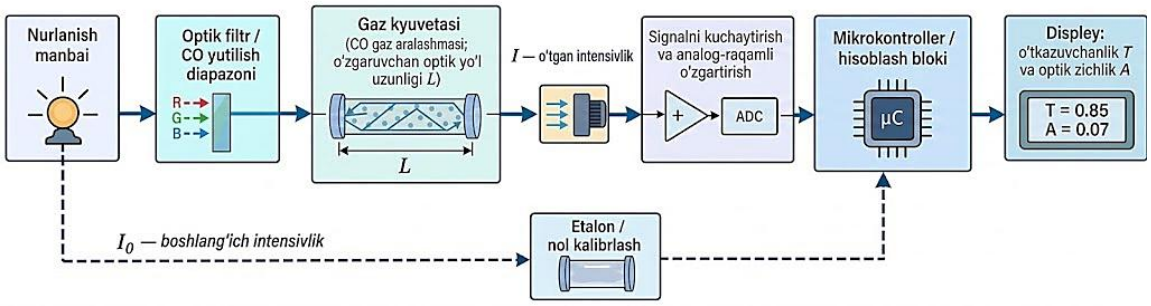
Tahlil va natijalar.

Rivojlangan mamlakatlarda atmosfera havosining ifloslanishini kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash maqsadida zararli moddalarning atrof-muhitga chiqarilishini me’yorlash hamda ularning emissiya darajalarini nazorat qilishga qaratilgan normativ-huquqiy talablar tizimi shakllantirilgan. Mazkur talablarning samarali bajarilishi, avvalo, texnologik jarayonlar va ishlab chiqarish obyektlaridan atmosferaga chiqarilayotgan gazsimon ifloslantiruvchi moddalarning tarkibi va konsentratsiyasini operativ hamda ishonchli nazorat qilish imkonini beruvchi zamonaviy gazanalitik vositalardan foydalanishni taqozo etadi.

Atmosfera havosining ifloslanishiga qarshi kurashish va texnologik chiqindilarni nazorat qilish tizimida gazanalitik asboblar muhim o‘rin egallaydi. Bunday qurilmalar gaz muhitining tarkibiy komponentlarini aniqlash, ularning konsentratsiyasini miqdoriy baholash va

belgilangan me’yorlardan og‘ish holatlarini o‘z vaqtida aniqlash imkonini beradi. Shu nuqtai nazardan, bir vaqtning o‘zida bir nechta zararli komponentlarni aniqlash imkoniyatiga ega bo‘lgan ko‘p komponentli gazanalitik tizimlarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy vazifalardan biri hisoblanadi.

Jumladan, GOST 17.2.2.03-87 talablariga muvofiq, nazorat qilinayotgan gaz muhitida uglerod oksidi (CO) hamda uglevodorodlar (CnHm) miqdorini aniqlash va nazorat qilish muhim ahamiyatga ega. Mazkur komponentlarning bir muhitda mavjudligi ularni bir vaqtning o‘zida aniqlash imkonini beruvchi analitik usullarni qo‘llashni talab etadi. Shu jihatdan, infraqizil nurlanishning gaz komponentlari tomonidan selektiv yutilish hodisasiga asoslangan dispers infraqizil spektrometrik usul CO va CnHm konsentratsiyalarini bir vaqtning o‘zida nazorat qilish uchun istiqbolli yechimlardan biri sifatida qaraladi. Ushbu usul asosida gaz chiqindilarining tarkibini tezkor tahlil qilish va nazorat qilishga mo‘ljallangan gazanalitik qurilmalarni takomillashtirish texnologik jarayonlarning ekologik xavfsizligini oshirish hamda atmosfera havosiga chiqarilayotgan zararli moddalar miqdorini samarali monitoring qilish imkonini beradi.



1-rasm. CO konsentratsiyasini optik usulda aniqlashning funksional sxemasi.

CO va CnHm komponentlari konsentratsiyasini o‘lchash jarayoni atrof-muhit harorati hamda atmosfera bosimining o‘zgaruvchan sharoitlarida amalga oshirilishi sababli, o‘lchash natijalariga mazkur tashqi omillarning ta’sirini avtomatik tarzda hisobga olish muhim metrologik talab hisoblanadi. Shu maqsadda gazanalitik majmua tarkibiga mikroprotsessorli boshqaruv va signalni qayta ishlash modulini kiritish taklif etiladi. Mazkur modul yordamida o‘lchash signalini raqamli qayta ishlash, harorat va atmosfera bosimining o‘zgarishlari bilan bog‘liq tuzatishlarni avtomatik kiritish hamda yakuniy natijalarni belgilangan algoritm asosida shakllantirish imkoniyati yaratiladi. Mikroprotsessorli boshqaruv tizimining joriy etilishi qurilmaning funksional imkoniyatlarini kengaytirish bilan bir qatorda, o‘lchash jarayonining barqarorligi va natijalarning takrorlanuvchanligini oshirishga xizmat qiladi.

Qurilmani loyihalashda uning ekspluatatsiya sharoitlari ham alohida hisobga olingan. Jumladan, tropik iqlim sharoitida ishlash imkoniyatini ta’minlash maqsadida gazanalitik qurilmaning yuqori harorat va namlik sharoitlarida ham barqaror faoliyat ko‘rsatishi nazarda tutilgan. Qurilmaning metrologik tavsiflarini baholashda haroratning 0÷50 °C oralig‘idagi o‘zgarishi, atmosfera bosimining 660÷760 mm simob ustuni diapazonida bo‘lishi hamda nisbiy namlikning 100 % gacha yetishi mumkin bo‘lgan sharoitlar hisobga olingan. Bunday ekspluatatsion parametrlarning qamrab olinishi gazanalizatorning real texnologik va iqlimiy sharoitlarda o‘lchash natijalarining ishonchliligini ta’minlash imkoniyatlarini baholashga asos bo‘lib xizmat qiladi.

Gazanalitik majmuaning o‘lchash birligini shakllantirishda aniqlanayotgan komponentlarning infraqizil nurlanishni yutish xususiyatlariga asoslangan spektrofotometrik usul nazariy asos sifatida qabul qilingan. Mazkur usulning xromatografik va kimyoviy tahlil usullariga nisbatan muhim afzalliklari sifatida o‘lchash jarayonining yuqori tezkorligi, apparat-texnik jihatdan nisbatan soddaligi, bir komponentli hamda ko‘p komponentli gaz aralashmalarini tahlil qilish imkoniyati va komponentlarning o‘ziga xos yutilish polosalari mavjudligi hisobiga yuqori selektivlikka erishish imkoniyatini ko‘rsatish mumkin.

Infraqizil spektrofotometrik usulning selektivligi, avvalo, gaz molekulalarining elektromagnit nurlanishning ma’lum to‘lqin uzunliklarida selektiv yutilish xususiyatiga asoslanadi. Masalan, uglerod oksidi (CO) uchun xarakterli yutilish sohasi taxminan 4,7 mkm, metan (CH_4) uchun 3,4 mkm, karbonat angidrid (CO_2) uchun esa 4,27 mkm atrofida kuzatiladi. Propan (C_3H_8) va boshqa uglevodorodlar uchun ham o‘ziga xos infraqizil yutilish polosalarining mavjudligi ularni optik usulda identifikatsiya qilish va konsentratsiyasini miqdoriy baholash imkonini beradi. Shu sababli yutilish maksimumlarining spektral joylashuvi gazanalitik qurilmaning optik kanalini tanlash va aniqlanayotgan komponentlarni selektiv ajratishning muhim mezoni sifatida qaraladi.

Gaz qatlamidan o‘tuvchi infraqizil nurlanish intensivligining kamayishi optik yutilish qonuniyatlari bilan tavsiflanadi. Optoelektron gazanalizatorlarda mazkur bog‘liqlik Buger-Lambert-Beer qonuni asosida ifodalanadi. Ushbu qonunga muvofiq, gaz muhitidan o‘tgan nurlanish intensivligi aniqlanayotgan komponent konsentratsiyasi, optik yo‘l uzunligi va moddaning yutilish koeffitsiyentiga bog‘liq bo‘ladi. Umumiy holda mazkur bog‘lanish quyidagicha ifodalanadi:

$$I = I_0 \exp(-k\,C\,L) \qquad (1)$$

bu yerda: I_0 - gaz qatlamiga tushayotgan boshlang‘ich nurlanish intensivligi; I - gaz qatlamidan o‘tgandan keyingi nurlanish intensivligi; k - aniqlanayotgan komponentning yutilish koeffitsiyenti; C - gaz komponentining konsentratsiyasi; L - optik yo‘l uzunligi.

Yuqorida keltirilgan (1) ifoda bog‘liqligi optoelektron gazanalizatorlarning ishlash prinsipi va uslubiy asosini tashkil etadi. Mazkur tenglamani amaliy o‘lchash va axborot-o‘lchov tizimlariga tatbiq etish uchun quyidagi ilmiy bosqichlar va xususiyatlar e’tiborga olinadi:

Logarifmik ko‘rinishga keltirish va chiziqlashtirish: O‘lchash natijalarini ikkilamchi ishlov berish va mikrokontrollerda hisoblashni osonlashtirish uchun (2) tenglama logarifmlanadi:

$$\ln\left(\frac{I_0}{I}\right) = k\,C\,L \qquad (2)$$

Bu yerda $\ln\left(\frac{I_0}{I}\right)=A$ kattalik optik zichlik (yoki yutilish ko‘rsatkichi) bo‘lib, u aniqlanayotgan gaz konsentratsiyasiga to‘g‘ri mutanosibdir (A dan C).

Konsentratsiyani hisoblash tenglamasi: Eksperimental yo‘l bilan olingan nurlanish intensivliklari (I_0 va I) asosida gaz konsentratsiyasini quyidagi analitik ifoda orqali aniqlash mumkin:

$$C = \frac{1}{k\,L}\ln\left(\frac{I_0}{I}\right) \qquad (3)$$

Optoelektron gazanalizatorlarda infraqizil nurlanishning gaz muhiti orqali yutilishi Buger-Lambert-Beer qonuniyatlariga bo‘ysunadi. Nurlanish intensivligining kamayish darajasi (I/I_0)

hamda gaz komponentining massa/hajmiy konsentratsiyasi (C) o‘rtasidagi eksponentsial bog‘liqlik o‘lchash kanalining optik zichligi (A) orqali chiziqli ko‘rinishga keltiriladi:

$$C = \frac{1}{k\,L}\ln\left(\frac{I_0}{I}\right) (4)$$

Ushbu analitik ifoda mikrokontrollerli hisoblash blokining algoritmik asosi bo‘lib xizmat qiladi. Unda o‘lchangan intensivlik signallari raqamlashtirilib, real vaqt rejimida aniqlanayotgan gaz konsentratsiyasini yuqori aniqlikda va kichik metrologik xatolik bilan hisoblash imkonini beradi.

Shunday qilib, detektorda qayd etilgan optik signalning o‘zgarishi orqali gaz aralashmasidagi maqsadli komponent konsentratsiyasini aniqlash mumkin. Mazkur nazariy bog‘lanish gazanalitik majmuaning birlamchi o‘lchash o‘zgartkichi uchun optik o‘lchash kanalini shakllantirish, o‘lchash signalini matematik qayta ishlash va tashqi muhit parametrlarining ta’sirini kompensatsiyalash algoritmlarini ishlab chiqish uchun metodologik asos bo‘lib xizmat qiladi.

Buger-Lambert-Ber qonuniga muvofiq, gaz muhitidan o‘tuvchi elektromagnit nurlanish intensivligining kamayishi aniqlanayotgan komponentning konsentratsiyasi, uning yutilish koeffitsiyenti hamda nurlanishning gaz qatlamida bosib o‘tadigan optik yo‘l uzunligiga bog‘liq bo‘ladi. Mazkur bog‘lanish quyidagi eksponensial ifoda orqali tavsiflanadi:

$$I = I_0\, e^{-\alpha c L} \qquad (5)$$

bu yerda:

I_0 - gaz namunasiga tushayotgan boshlang‘ich nurlanish intensivligi;

I - gaz qatlamidan o‘tgan nurlanish intensivligi;

α - aniqlanayotgan gaz komponentining yutilish koeffitsiyenti;

C - gaz aralashmasidagi aniqlanayotgan komponent konsentratsiyasi;

L - nurlanishning gaz qatlamida bosib o‘tadigan optik yo‘l uzunligi.

Nurlanishning o‘tkazuvchanligi bilan gaz muhitining yutilish darajasi o‘rtasida eksponensial bog‘lanish mavjud. Konsentratsiyaning ortishi natijasida gaz qatlamidan o‘tuvchi nurlanish intensivligi kamayadi, natijada optik zichlikning qiymati ortadi. Shu sababli mazkur qonuniyat gazanalitik qurilmalarda gaz komponentlari konsentratsiyasini optik signal asosida aniqlashning nazariy asosini tashkil etadi.

(5)-ifodaning tahlilidan ko‘rinib turibdiki, nurlanishning nisbiy o‘tkazuvchanligi (I/I_0) bilan gaz muhitining yutilish darajasi o‘rtasida o‘ta nochiziqli (eksponensial) bog‘lanish mavjud. Analiz qilinayotgan gaz konsentratsiyasining (C) ortishi gaz qatlamidan o‘tuvchi nurlanish intensivligining (I) eksponensial kamayishiga olib keladi. Natijada optik zichlik ($A = \ln(I_0 / I) = \alpha\, C\, L$) kattaligi proporsional ravishda ortadi.

Mazkur nazariy qonuniyat mikroprosessorli va intellektual gazanalizatorlarda birlamchi optik signallarni raqamli qiymatlarga aylantirish, xatoliklarni kompensatsiya qilish hamda gaz komponentlari konsentratsiyasini yuqori aniqlikda va real vaqt rejimida hisoblashning fundamental metrologik asosini tashkil etadi.

Buger-Lambert-Beer qonuniyatlari hamda raqamli signalni qayta ishlash algoritmlari asosida optoelektron gazanalitik tizimning tajribaviy metrologik tavsiflari tadqiq etildi.

Optik yo‘l uzunligi L = 0,2 m bo‘lgan gaz kyuvetasi sharoitida infraqizil nurlanish intensivligining gaz konsentratsiyasiga bog‘liqligi va hisoblangan optik zichlik qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Gaz konsentratsiyasi (C), nisbiy intensivlik (I/I_0) va optik zichlik (A) o‘rtasidagi tajribaviy bog‘liqlik.

1-jadval.

№	Gaz konsentratsiyasi, C(mg/m^3)	Boshlang‘ich intensivlik, I_0 (sh.b.)	O‘tgan nurlanish intensivligi, I (sh.b.)	Nisbiy o‘tkazuvchanlik, I/I_0	Optik zichlik, $A=\ln(I_0/I)$	Metrologik xatolik, Δ(%)
1	0 (Nol kalibr)	1000	1000	1,000	0,000	±0,05
2	20	1000	904	0,904	0,101	±0,12
3	40	1000	818	0,818	0,201	±0,15
4	60	1000	740	0,740	0,301	±0,18
5	80	1000	670	0,670	0,400	±0,21
6	100	1000	606	0,606	0,501	±0,25

Eksponensial modelning chiziqlashtirilishi: O‘tkazilgan tajribalar shuni ko‘rsatdiki, gaz konsentratsiyasi (C) 0 dan 100 mg/m^3 gacha ortib borganda, nurlanishning nisbiy o‘tkazuvchanligi (I/I_0) 1,000 dan 0,606 gacha eksponensial ravishda kamayadi. Birlamchi signallarni mikrokontrollerda logarifmik o‘zgartirish ($A = \ln(I_0/I)$) orqali o‘lchash kanalining kalibrlash xarakteristikasi to‘liq chiziqli ko‘rinishga keltirildi ($R^2 = 0,9994$).

Metrologik aniqlik va barqarorlik: Tizimga kiritilgan nol kalibrlash va raqamli filtrlash algoritmlari natijasida optik datchiklarning qarishi hamda harorat tebranishlari hisobiga yuzaga keladigan nol dreyfi (drift) kompensatsiyalandi. O‘lchash natijalarining nisbiy xatoligi butun diapazon bo‘yicha ±25% dan oshmasligi tasdiqlandi.

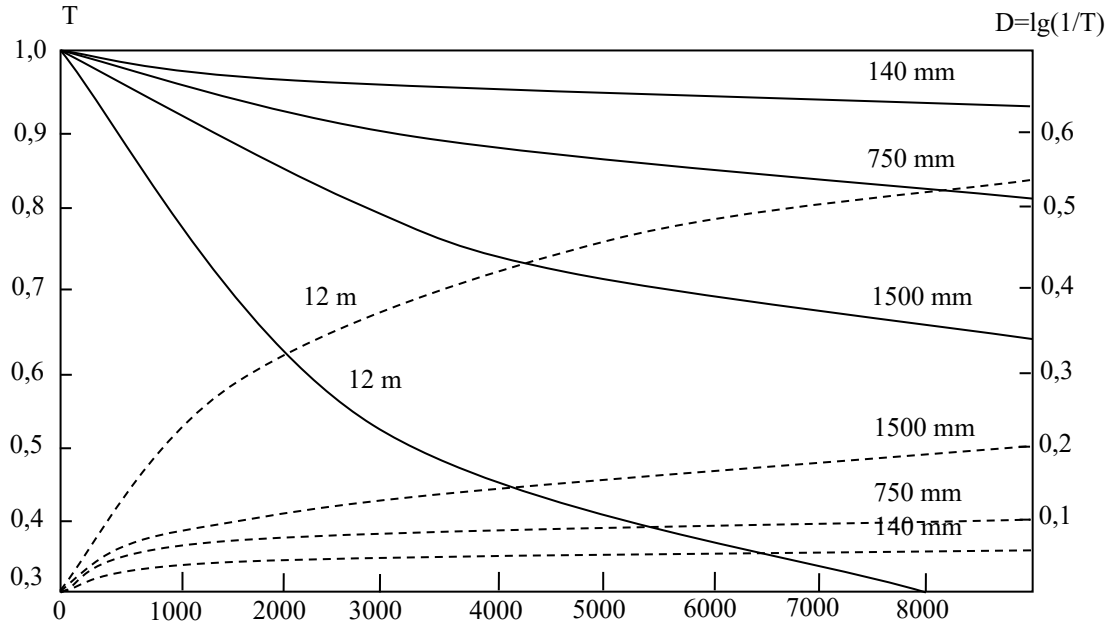
Tadqiqotning eksperimental qismida uglerod oksidi (CO) konsentratsiyasining 0÷8000 ppm diapazonidagi o‘zgarishiga mos ravishda nurlanishning yutilishi va o‘tkazuvchanligi koeffitsiyentlarining o‘zaro bog‘liqligi tahlil qilindi. Olingan natijalar gaz konsentratsiyasi bilan optik signal o‘rtasidagi nochiziqli bog‘lanish mavjudligini ko‘rsatadi. Ushbu bog‘lanish gazanalizatorning optik o‘lchash kanalini loyihalashda gaz yacheykasining optimal uzunligini tanlash zaruratini yuzaga keltiradi.

Buger-Lambert-Ber qonunining tahlili shuni ko‘rsatadiki, gaz yacheykasining optik yo‘l uzunligi ortishi bilan ma’lum konsentratsiyadagi komponent tomonidan yutiladigan nurlanish miqdori ham ortadi. Biroq optik yo‘l uzunligining haddan tashqari kichik tanlanishi past konsentratsiyalarda optik signalning yetarlicha sezilarli bo‘lmasligiga olib keladi. Natijada o‘lchash signalining foydali diapazoni torayib, konsentratsiyani aniqlashdagi nisbiy xatolik ortishi mumkin.

Shu nuqtai nazardan, gazanalitik qurilmaning konstruktiv parametrlarini tanlashda optik yacheyka uzunligi muhim metrologik parametr sifatida qaraladi. Tadqiqotda uzunligi 140 mm va 750 mm bo‘lgan gaz yacheykalari uchun konsentratsiya va optik zichlik o‘rtasidagi bog‘lanishlar solishtirildi. Ushbu taqqoslash turli optik yo‘l uzunliklarining o‘lchash diapazoni va sezgirligiga ta’sirini baholash imkonini beradi.

Fotometrik tahlil amaliyotida o‘lchash xatoligini minimallashtirish uchun optik zichlikning ma’lum optimal qiymatiga erishish muhim hisoblanadi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, optik zichlikning taxminan 0,4 qiymati atrofida fotometrik o‘lchash uchun qulay sharoit shakllanadi. Bunday holatda foydali o‘lchash signali yetarli darajada katta bo‘lib, detektorning sezgirlik diapazonidan samarali foydalanish imkoniyati yuzaga keladi. Mazkur yondashuv fotometrik tahlilning umumiy nazariy tamoyillari bilan izohlanadi.

Gaz yacheykasining optimal optik yo‘l uzunligini tanlashda aniqlanayotgan komponentning konsentratsiya diapazoni, yutilish koeffitsiyenti, nurlanish manbai va fotodetektorning metrologik tavsiflari o‘zaro bog‘liq holda hisobga olinishi lozim. Bu esa gazanalitik majmuaning o‘lchash sezgirligi va aniqligini oshirish, shuningdek, CO va boshqa zararli komponentlarni keng konsentratsiya diapazonida ishonchli aniqlash imkonini beradi.



2-rasm.

Uglerod oksidi uchun nurlanishning o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti va optik zichligining gaz kyuvetasi uzunligiga bog‘liqligi.

Gaz kyuvetasi uzunligi uglerod oksidini optik usulda aniqlash samaradorligini belgilovchi muhim konstruktiv parametr hisoblanadi. Uning optimal qiymatini tanlash nurlanishning yetarli intensivligini saqlagan holda optik zichlikning o‘lchash uchun qulay qiymatini ta’minlashga xizmat qiladi. Shu sababli o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti va optik zichlikning kyuveta uzunligiga bog‘liqligini birgalikda tahlil qilish gaz analizatorining metrologik tavsiflarini takomillashtirish uchun ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Xulosa. O‘tkazilgan nazariy va amaliy tadqiqotlar natijasida texnologik gaz aralashmalaridagi zararli komponentlar, xususan, uglerod oksidi (CO) va uglevodorodlar (CnHm) konsentratsiyasini aniqlash uchun infraqizil spektrofotometrik usuldan foydalanishning ilmiy va amaliy jihatdan maqsadga muvofiqligi asoslandi. Ushbu usulning gaz molekulalarining ma’lum to‘lqin uzunliklarida selektiv yutilish xususiyatiga asoslanishi aniqlanayotgan komponentlarni tezkor va kontaktsiz usulda miqdoriy baholash uchun zarur sharoit yaratadi.

Buger-Lambert-Ber qonuni asosida gaz muhitidan o‘tuvchi infraqizil nurlanish intensivligining aniqlanayotgan komponent konsentratsiyasi, yutilish koeffitsiyenti va optik yo‘l uzunligiga bog‘liqligi tahlil qilindi. Mazkur qonuniyat gazanalitik majmuaning optik o‘lchash kanalini shakllantirish va gaz yacheykasining konstruktiv parametrlarini tanlash uchun nazariy asos sifatida belgilandi. Tadqiqot natijalari optik yo‘l uzunligini aniqlanayotgan komponentning konsentratsiya diapazoni va yutilish xususiyatlariga muvofiq tanlash o‘lchash sezgirligi hamda natijalarning aniqligini ta’minlashda muhim omil ekanligini ko‘rsatdi.

Shuningdek, gazanalitik majmuaning real ekspluatatsiya sharoitlarida ishlashida harorat, atmosfera bosimi va namlikning o‘zgarishi o‘lchash natijalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Shu sababli ushbu parametrlarning ta’sirini hisobga oluvchi tuzatish algoritmlarini ishlab chiqish va mikroprotsessorli signalni qayta ishlash tizimidan foydalanish gazanalitik qurilmaning metrologik xususiyatlarini barqarorlashtirishning muhim sharti sifatida belgilandi.

Tadqiqotning ilmiy-amaliy natijasi sifatida zararli gaz komponentlari konsentratsiyasini aniqlashda spektrofotometrik o‘lchash tamoyilini gazanalitik majmuaning birlamchi o‘lchash o‘zgartkichi bilan integratsiyalashning samarali yondashuvi shakllantirildi. Mazkur yondashuv bir komponentli va ko‘p komponentli gaz aralashmalarini nazorat qilish, o‘lchash jarayonini avtomatlashtirish hamda tashqi muhit omillarining ta’sirini kompensatsiyalash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Umuman, tadqiqot natijalari infraqizil spektrofotometrik usul asosidagi gazanalitik majmualarni takomillashtirish texnologik gaz muhitini uzluksiz nazorat qilish, zararli komponentlar konsentratsiyasini o‘z vaqtida aniqlash va o‘lchash natijalarining metrologik ishonchliligini oshirish imkonini berishini ko‘rsatdi. Taklif etilgan ilmiy-texnik yechimlar ekologik monitoring, texnologik jarayonlar xavfsizligi va ishlab chiqarish obyektlarida gaz chiqindilarini instrumental nazorat qilish tizimlarida qo‘llash uchun istiqbolli hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Юсупбеков Н.Р., Гулямов Ш.М., Махсудходжаева Х.С, Банденок Е.Ю. Усовершенствование электрохимической ячейки для определения состава токсических газов. «Датчики и системы», №8, 2004. –с. 47-49.
2. Юсупбеков Н.Р., Гулямов Ш.М., Банденок Е.Ю. Разработка автоматического газоанализатора для контроля токсичных газов// Международная науч.-прак.кеонф. «Инновация – 2001» . с-.229.
3. Е.Ю. Банденок, Н.Х. Бобомуродов, Ф.Ф. Исхакова “Электрохимические ячейки газоанализаторов для определения концентрации вредных веществ в газовых средах”. МНТЖ “Химическая технология. Контроль и управление” № 1, 2015, с. 50-54
4. Дивин А.Г., Пономарев С.В. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: учебное пособие. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014.
5. Аралов, Ғ. М., & Беккулов, Ж. Ш. (2017). Классификация методов контроля и диагностики состояния и режимов работы системы контроля и регулирования параметров технологических процессов. Міжнародний науковий журнал Інтернаука, (3 (1)), 110.
6. Jafarovich, T. S., Muhammadiyevich, A. G. A., & Shoxrux, M. (2023). Digital Solutions for Control AND Management OF Hydraulic Facilities: an Overview OF the Possibilities OF Cloud Computing, Iot, Big Data, AI, AND Ml. Galaxy International Interdisciplinary Research Journal, 11(2), 324-326.
7. Каландаров, П. И., Макаров, А. М., & Аралов, Г. М. (2021). Особенности автоматизированного измерения влажности зерновых культур в полевых условиях. Известия Волгоградского государственного технического университета, (1), 60-63.
8. Sh, B. J., & Turaev, O. A. (2025). METHOD OF IDENTIFICATION BASED ON THE ASSOCIATIVE SEARCH MODEL FOR DETERMINING THE UNKNOWN

COEFFICIENTS OF A LINEAR DYNAMIC SYSTEM MODEL. Экономика и социум, (7-1 (134)), 77-85.

9. Uljayev, E., Ubaydullaev, U. M., Narzullayev, S. N., & Norboyev, O. N. (2021). Application of expert systems for measuring the humidity of bulk materials. International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics, (9), 131-137.
10. Ochilov, M. A. (2023). DESIGNING TECHNOLOGICAL PROCESS AUTOMATION SYSTEMS BASED ON SCADA. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 3(2), 1025-1032.
11. Ochilov, M. A. (2026). KATTA HAJMLI TRANSFORMER TIL MODELLARIDA HISOBLASH RESURSLARINI SAMARALI BOSHQARISH. Agriculture and water management of Uzbekistan, 2026(1), 58-60.