

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

АБУ РАЙҲОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

Қўлёзма ҳуқуқида

УДК 621:681

ГАПАРОВ Фахриддин Рузибайевич

АТРОФДАГИ ҲАВО МУҲИТИ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН
МОНИТОРИНГ ТИЗИМИНИНГ МЕТРОЛОГИК ТАЪМИНОТИ

Мутахасислик: 5A311001- «Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришни
автоматлаштириш(тармоқлар бўйича)»

Техника фанлари магистрлик илмий даражасини
олиш учун тақдим этилган диссертация

Илмий раҳбар:
Техника фанлари доктори,
проф. Гулямов Ш.М.

Ташкент - 2014

МУНДАРИЖА

КИРИШ	5
1-БОБ. АТРОФ МУҲИТ МОНИТОРИНГИНИНГ АВТОМАТИК ТИЗИМНИНГ МЕТРОЛОГИК ТАЪМИНОТИНИНГ НАЗАРИЙ ВА АМАЛИЙ ЗАМОНАВИЙ ҲОЛАТИ.....	10
1.1. Газ анализаторнинг метрологик таъминоти.....	10
1.2. Газ анализатор ускуналарнинг аналитик намунаси.....	11
1.3. Газни таҳлил қилиш асбоблари.....	38
1.4. Изланиш мақсади ва вазифалари.....	44
2-БОБ. САНОАТ КОРХОНАЛАРИ ГАЗЛИ ҚОЛДИҚЛАРИДА ЗАРАРЛИ АРАЛАШМАЛАРНИ АНИҚЛАШ УЧУН ГАЗ АНАЛИЗАТОР ВОСИТАЛАРИ.....	46
2.1. Саноат корхоналари газли қолдиқларида зарарли аралашмаларни аниқлаш.....	46
2.2. Газли қолдиқларидаги зарарли аралашмаларни аниқлаш учун электрокимёвий газ анализаторларни ишлаб чиқиш	57
2.3. Саноат чиқиндиларининг газ таҳлилини метрологик таъминлаш тизимини ишлаб чиқиш.....	59
2.4. Газ нализаторларнинг электрокимёвий датчиклари ёрдамида ўлчов ўзгартиргичли жараёни математик моделлаштириш.....	61
2-Боб бўйича хулоса.....	65

3-БОБ. АТРОФДАГИ ҲАВО МУҲИТИ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН МОНИТОРИНГ ТИЗИМИНИНГ МЕТРОЛОГИК ТАЪМИНОТИ.....	67
3.1. Газ чиқиндилари концентрациясини аниқлаш ва топишда сунъий нейтрон тармоқларнинг қўлланиши.....	67
3.2. Газли ифлослантирувчилар мониторинги тизими.....	80
3.3. Нам газлар намунавий генератори.....	87
3.4. Кислородли газ аралашмаларини тайёрловчи қурилмаси.....	91
3.5. Кислород-водородли аралашмалар тайёрлаш қурилмаси.....	95
3-Боб бўйича хулоса.....	97
ХУЛОСА.....	99
АДАБИЁТЛАР.....	101

КИРИШ

Мавзунинг долзарблиги. Атроф муҳит ҳолатини ҳаво муҳитида мониторинг тизими ва ишлаб чиқариш газ чиқиндиларини бошқариш тизимларида жадаллашиб бораётган маълумотлар оқимининг тўлақонлилигини, атроф муҳитнинг кўп миқдордаги параметрларини аниқ, ишончли ва оператив аниқлаш самарадорлиги ишчи ҳолатда бўлиши лозим. Ҳаво муҳитидаги компоненталар ва зарарли чанглари таркиби тўғрисидаги маълумотлар аниқ вақт оралиғи асосида кенг маълумотлар базасида йиғилиши керак. Ҳозирги вақтда газ назоратининг аналитик ускуналарининг истеъмолчилари халқ ҳўжаликдаги барча соҳалари ҳисобланади. Аммо ташкилотлар томонидан ишлаб чиқарилаётган газ анализаторлар миллий ҳўжаликни на хажм бўйича на йўналиши бўйича талабларини қондиришмаябди. Аввалом бор бу газ анализатор техникаси билан, турли ташкилотлардаги таҳлил қилинаётган газ аралашмаси турлича таркиби биланлигига, алоҳида компонентнинг концентрасиясининг тебраниш диапазони, ҳарорат, босим, намлик газ аралашмасининг оқим тезлигидаги таҳлилларининг ўтказиш шароитларига боғлиқдир.

Ҳалқаро дастур мувофиқлигида ҳозирги вақтдаги глобал тизимнинг атроф муҳит мониторингида атмосфера ҳавосида 145 та модда ва 25 та уларнинг комбинация назоратини таъминлаш зарур.

Янги технологик жараёнинг жорий этилиши, ишлаб чиқариш ташкилотларида замонавий физик-кимёвий принциплар асосида оҳирги илмий ва техник ютуқларни ишлатган ҳолда сифатли аналитик асбоблар ва мураккаб ўлчов тизими яратишда бошқарув қарорларини қабул қилишда маълумотнинг маълум бир хажмини қайта ишлаб чиқиш зарурдир.

Табиий газларда зарарли компонент концентрасиясини аниқлашда ва газ таҳлилларининг метрологик таъминот тизимининг автоматик газ таҳлилларининг олдинги ишлаб чиқаришдаги вазифаси шубҳасиз долзарблиги ва муҳимлилигини ифодаламакда.

Ишнинг мақсади. Кулонометрик усулларини тадқиқот қилишнинг мақсади технологик линиядаги газни ишлаб чиқариш жараёнида табиий газда меркаптанни таъминловчи узлуксиз назоратнинг юқори самарадорлигини таъминлаш газ аралашмаларида токсик моддаларнинг концентрациясини аниқлаш ва автоматик ишлаб чиқаришдаги газни таҳлил қилиш ускуналари, шунингдек, газ таҳлилларининг метрологик таъминоти тизими асосида ишлаш.

Қўйилган мақсадларга эришиш учун тадқиқотнинг қуйдаги вазифаларни ечишни талаб қилади:

- газ аралашмасидаги зарарли компонентлар концентрациясини аниқлаш мақсадида кулонометриянинг бевосита ва билвосита асосий қонуниятларини ўрганиш;

- таққослаш таҳлили ва уларнинг ўлчов характерлари асосида меркаптанларнинг концентрациясини ўлчаш учун электорокимёвий ўзгартиргич ва ўзгартиргичларнинг танлов тушунчасини тадқиқот қилиш;

- газодиффузион гидрофобизированланган электродлар (ГГЭ) асосида сезгир элементлари бор автоматик газ анализатор ишлаб чиқариш табиий газнинг узлуксиз назоратини технологик линиялар меркаптанлар концентрацияларини 0-100 мг/м³ диапазонида ишлаб чиқиш;

- газ таҳлилларида техник усулларини метрологик таъминотини тадқиқ қилиш ва ишлаб чиқиш;

Диссертация ишининг илмий янгилиги комплекс экспериментал кулонометрик усулини газ таҳлилида тадқиқот қилиш ва унинг истиқболини автоматик газ таҳлилларининг ишлаб чиқариш асосидаги табиий газдаги зарарли моддалардаги концентрациясини тушинтириб бериш.

Олинган янги илмий янгиликлар қуйдагиларга йўналтирилади:

- потенциалнинг бир ҳил кўрсаткич 0,045-0,06 В в 25-30 %ли олтингугурт кислота эритс ундаги потенциал статик амперометрия усулига

асосланган табиий газ муҳитида $0-100 \text{ мг/м}^3$ диапазонида меркаптан концентратияни аниқлаш усулини тушунтириб бериш;

- меркаптан концентратиясини аниқлаш учун электро кимё ячейкаларининг тушунтирилган танлов амалга оширилган.

- метрологик тавсифномалар электро кимёвий катаклар гидрофобизланган электродлар асосида текширилган;

- бир меъёрга катализатор фаол вазнининг газ ўтказувчи асослар юзасига келтирилиш усули таклиф қилинган;

- ишлаб чиқилган газоанализатор, меркаптанларнинг табиий газ диапазонидаги $0-100 \text{ мг/м}^3$ белгиланган кантрацепциясини аниқлаш учун белгиланган;

- устки генератор аралашмалари ГПС меркаптанлар кантрацепциясини $5-100 \text{ мг/м}^3$ -диапазони учун ишлаб чиқилган.

Ишни амалий аҳамияти. Диссертацияни илмий натижалари қуйидагиларни амалга оширишга эришилди:

- газни қайта ишлаш саноат табиий газни технологияларида меркаптанлар концентратиясини ҳар бир канал бўйича ўлчашга мўлжалланган мустақил иш режимини таъминловчи, электрокимёвий типли қўп каналли сигналлаштирувчи $0-50 \text{ мг/м}^3$ и $0-100 \text{ мг/м}^3$ иккита ўлчов диапазонли анализаторларни ишлаб чиқиш;

- турли токсинли моддаларни ташкил этувчи ГПС концентратиясини аниқлашни амалга оширувчи, катализатор таркибини ўзгариши, газдиффузияли гидрофобизланган электродлар юзасига газ ўтказувчанлик асос ҳар хил таркибли катализаторни фаол массаси юзасига бир текис суртиш усулини самарали фойдаланиш; (масалан, CO , O_2 , H_2 , SO_2 , HSN , CL_2 ва б.);

- газанализаторларни метрологик таъминот тизим таркибида фойдаланиш ва меркаптанларни ГПС ини олиш учун намунавий воситаларини яратиш.

Натижаларни амалга ошиши. Ишлаб чиқилган ва тадқиқ қилинган натижалар ишлаб чиқиришда электрокимёвий газанализаторларини тажрибавий конструкторлик ишларида синб кўриш тавсия қилинди .

Диссертацияни ишончли асосланган илмий амалий натижалари куйидагилар ҳисобланади:

- электрокимёвий газанализаторлари ёрдамида табиий газдаги меркаптанлар концентрациясини аниқлашни реал ўлчов жараёнини амалга оширувчи физик моделлар;

- тўлиқ равишда ўлчов асбоби ва фарқ қилувчи параметрлари бўйича экспериментал, миқдорий ва сифатли ҳисоблар, бошқа муаллифларни маълум бўлган ҳисобий маълумотлари бўйича мос келувчи ҳисоблар олинган;

- тажрибали саноат намуналари, кўп қийматли моделларда уларни параметрларини катта диапазонда ўзгаришида турли геометрик асосий элементли электрокимёвий газанализаторларини параметрларини тадқиқот қилишда экспериментал характеристикаларни олиш;

- ўлчов ахборотини аниқлик синфидан фойдаланиш, стандарт усуллар бўйича мос келувчи, ҳамма тадқиқот эксперименталарини ўтказиш, тасдиқланган ҳисоб параметрлари орқали, ишлаб чиқилган газанализаторлари макетларини синаш.

Минимал миқдорий ўлчовда берилган тахлилий аниқлилик сифатида оптимал эксперимент схемасини танлаш ёрдамида ишончлилик тахлилинини аниқлаш мумкин.

Ишни апробациялари. Диссертация ишини натижалари «Проблемы и пути решения эффективного использования топливо–энергетических ресурсов» Қарши, 22-23 декабрь 2013 йилдаги Республика илмий анжуманларида ва «Молодых ученых» Каракалпакстан, 20-декабрь 2013 йилдаги XIII Республика илмий анжуманларида ва Таш ДТУ (2012-2014й.й.) ИЧЖА кафедрасини методолик семинарларида доклад қилинди.

Нашр этилган натижалар. Тадқиқот натижалари бўйича 2 та илмий мақолалар чоп этилди.

Диссертация ҳажми ва структураси. Диссертация иши 105 бет, жадваллардан, расмлар, адабиётларадан ва иловадан иборат. Асосий илмий натижалар киришдан, учта бобдан ва хулосада кўрсатилган. Ишдан мақсад, бошқарув объекти, қабул қилинган тадқиқот усуллари диссертация структурасини аниқлаб берди, методологик ва амалий жиҳатдан диссертацияда қўйилган мақсадга эришишга ёрдам берди.

1-БОБ. АТРОФ МУҲИТ МОНИТОРИНГИНИНГ АВТОМАТИК ТИЗИМНИНГ МЕТРОЛОГИК ТАЪМИНОТИНИНГ НАЗАРИЙ ВА АМАЛИЙ ЗАМОНАВИЙ ҲОЛАТИ

1.1. Газ анализаторларнинг метрологик таъминоти.

Газ анализаторларнинг ишончлилиги комплекс усуллари ва метрологик таъминот воситаси билан кафолатланади. Физик кўрсаткич муҳитининг ва аниқловчи компонент концентрацияси кўрсаткичлари ўртасидаги боғлиқлиги маълумотларнинг тўлиқсизлиги, қолган компонентлар муҳитининг таъсири ва ўлчаш ҳолати таҳлилнинг ҳатолигига олиб келади. Шунинг учун ҳар бир аниқ ҳолатда методик аттестация ёки газ таҳлилининг методологик характеристикани нормаллаштириш мақсадида олдиндан методологик тадқиқот ўтказиш зарур.

Методологик тадқиқотнинг вазифаларидан бири – бу реал таҳлилий аралашма ва унинг модели билан тўлиқ мос келмаслиги оқибатида пайдо бўладиган ҳатоликни кўрсатиш, методикаларни ишлаб чиқариш ва газ анализаторни яратганда ишлатилади.

Метрологик тадқиқот давомида аттестацияланган газли аралашма ва намунавий ўлчаш воситаларини қўллайди. Аттестация усулларнинг танлови концентрация, аниқловчи ва бирга келадиган компонентлар хусусиятларига боғлиқ. Газ аралашма аттестациясини, масалан, олдиндан харажатларнинг ўлчами, **босими** ва тоза газ аралашмасининг хажми, компонентлар аралашмасининг миқдорий нисбатини, музлаш манбаининг ўрнатилишини аниқлашда усуллар орқали бажарилади.

Шунингдек, олдиндан химик таҳлилининг юқори аниқликдаги методик аттестацияни ишлатади. Агарда, юқори аниқликдаги аралашмани уларнинг хусусиятларини нисбий ўлчаш натижасида мумкин эмас, бу ҳолда аттестация учун газлар аралашмасининг стандартли намуналари қўлланидлади. Бу ҳолда синтетик газ аралашма аттестациясига стандарт

намуна сифатида бир неча лабораторияда ўтказилган юқори даражадаги аниқлик учун эксперимент натижаларидан фойдаланади.

1.2. Газ анализатор ускуналарнинг аналитик намунаси.

Газ анализатор – бу газ аралашмасидаги бир ёки бир неча компонентлар иборат мазмуни(концентрациясини) ўлчовчи ускунадир. Хар бир газанализатор фақат белгиланган компонентларнинг қулай усуллардаги аниқ бир газ аралашмасидаги компонентларнинг аниқлашга мўлжалланган.

Алоҳида газ анализаторини қўллаш қаторида ўнлаб ускуналарни йиғган ҳолдаги газ назорати тизими яратилади. [1-2]. Кўп ҳолларда газ таҳлилининг иши зарур ҳарорат, босимни, газ аралашмасининг чанг ва қора мойдан тозаланиши ва баъзи бир бошқа ҳолларда компонентларни ўлчашда ва агрессив моддаларни ўлчашда ёрдамчи ускуналарсиз фойдаланиш мумкин эмас.

Газ анализаторлар пневматик, магнит, электрокимё, яримўтказгизлар ва бошқа қонуниятлари асосида таснифланади.

Қуйида кенг тарқалган газ анализаторининг физик асоси ва қўлланилиш соҳалари кўриб чиқилади.

Термокондуктометрли газ анализатори. Уларнинг таъсир кучи иссиқлик ўтказгизнинг газли аралашмаси ва унинг таркибига асосланган. Амалий кўплаб асосий ҳолатларда бу тенглама ҳаққонийдир:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i C_i , \quad (1.1)$$

Бу ерда, λ - аралашманинг иссиқлик ўтказувчанлиги, λ_i - i компонентининг иссиқлик ўтказувчанлиги, C_i - унинг концентрацияси, n - компонентлар сони.

Термокондуктометрли газ анализатори юқори танлов ҳуқуқига эмас ва агарда назорат қилинаётган компонент иссиқлик ўтгазувчанлиги бўйича

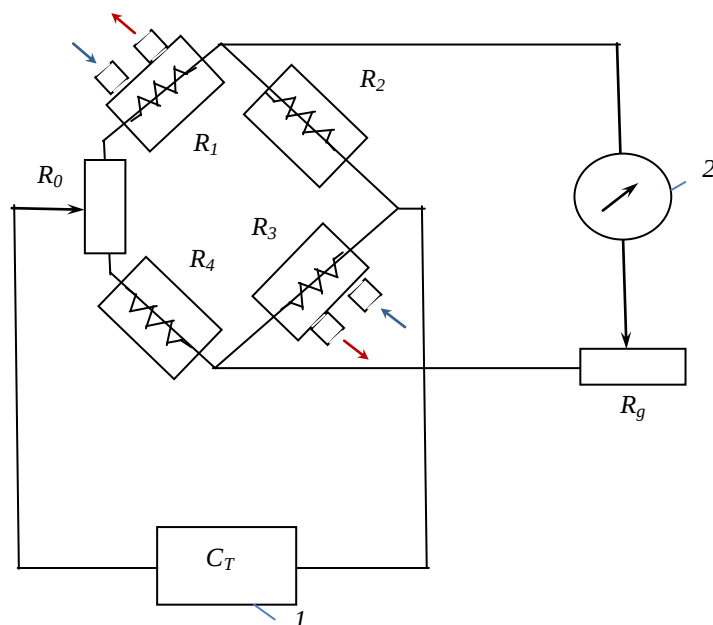
бошқалардан фарқ қилгандагина ишлатилади, масалан, N_2 , O_2 ва бошқалар мавжуд бўлган газ аралашмасида концентрацияни H_2 , He , Ar , CO_2 аниқлаш учун. Ўзгариш диапазони – бирликдан ўнликкача фоиздаги хажми.

Газ аралашмасининг таркибининг ўзгариши унинг иссиқлик ўтказувчанлигининг ўзгаришига олиб келади, натижада, ток билан иситиладиган металл ёки ярим ўтказгичли терморезисторнинг ҳароратлари ва электрик қаршилиги камерада жойлашган аралашмани ўтказиши.

Бу ҳолда:

$$\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} = \frac{\alpha}{a} I^2 \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right), \quad (1.2)$$

Бу ерда, a – камераларнинг конструктив кўрсаткичи, R_1 и R_2 - терморезисторнинг қаршилиги, агарда газ муҳитида λ_1 и λ_2 га тенг бўлиб, у орқали I токни ўтказганда, α – терморезисторнинг электрик қаршилигининг ҳарорат коэффиценти.



1.1-расм. Термокондуктометрик газ анализатори:

1 – бир маромдаги кучланиш манбаси; 2 – иккиламчи асбоб; R_1 и R_3 - ишчи терморезисторлар; R_2 и R_4 - солишпирма терморезисторлар; R_0 и R_g – потенциометрлар. Илова: газ аралашмасининг кириш ва чиқиш жойлари белги билан кўрсатилган.

1.1-расмда чизма келтирилган, у кўплаб термокондуктометрик газ анализаторларида қўлланилади. R_1 ва R_3 (ишчи терморезисторлар) элементларнинг сезувчанлиги арлашма таҳлили билан амалга оширилади; R_2 ва R_4 нисбий терморезисторлар аниқ ҳаммага маълум бўлган таркибдаги нисбий газ [3] билан тўлдирилган герметик ячейкаларга жойлаштирилган.

R_0 и R_g потенциометрлар нульли кўрсаткични ўрнатиш ва ўлчаш диапазонини назорат қилиш учун мўлжалланган. Компонентни аниқлайдиган концентрация ўлчови – иккиламчи ускуна билан ўлчанадиган R_g орқали ўтадиган электр токи. Термокондуктометрик газ анализатори H_2O_4 , NH_3 , HNO_3 ларни ишлаб чиқаришда, металлургияда ва бошқа жойларда жараёни назорат қилиш учун кенг қўлланилади.

Термохимёвие газ анализатори. Бу асбобларда кимё реакциясидаги иссиқлик таъсирини ўлчайди, бунда махсус компонент иштирок этади. Кўплаб холлада компонентнинг хаво кислороди билан оксидланишида ишлатилади; катализаторларлар – галвирак тарқатувчи устига сурилган марганцевомед(гопкалит) ёки Pt мелкодиспер, оксидланишда Δt хароратнинг ўзгарувчанлигини метали ёки яримўтказгичли терморезистор ёрдамида ўлчайди. Ходисалар қаторида оқолтин терморезистор сиртини катализатор сифатида ишлаталади. Δt катталиги M оксидланган компонентнинг модулар сони ва q иссиқлик таъсири ўзаро нисбатига боғлиқ бўлади:

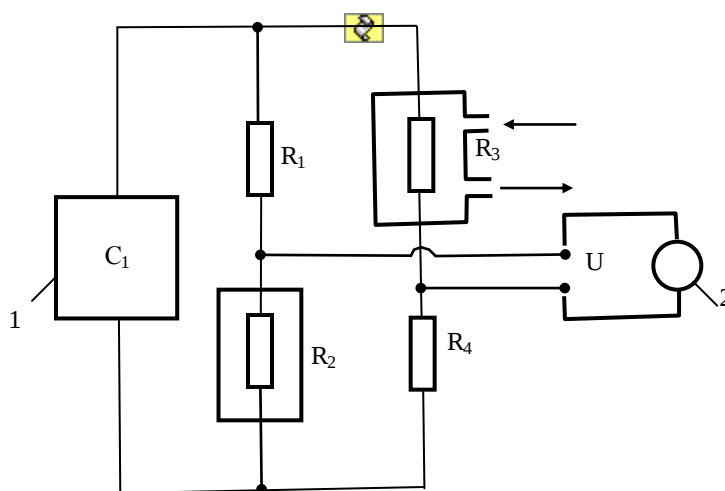
$$\Delta t = kMq, \quad (1.3)$$

Бу ерда, k - коэффициент, ускуна конструкциясига боғлиқ бўлган, иссиқ ёқотиш даражасини ҳисобга олади.

1.2 – расмда ўзўлчов доимий (R_1 и R_4) резисторли кўприкни ўз ичига олади. Бунда (R_2) атмосферада биринчисичи, иккинчисичи(R_3) атмосферасида нисбий газ, таҳлилий газ оқими билан ювилади. $U_{чик}$.

Кучланиши кўприк диагоналида аниқламоқчи бўлган компонент концентрациясига пропорционал.

Газ анализаторнинг барқарор иши учун атроф ҳароратининг таъсирини инкор этади; кучланишни барқарорлаштиради; доимий газ чиқишини таъминлаб туради; уни зарарли катализатор (Cl_2 , HCl , H_2S , SO_2 ва бош.) лардан, аралашмалардан тозалаб туради.



1.2-расм. Термокиёмвие газ анализатори:

1-барқарор кучланишнинг манбаси; 2-иккиламчи ускуна; R_1 ва R_4 –доимий резисторлар; R_2 ва R_3 – нисбатан тахминий ва ишчи терморезисторлар.

Кўплаб термокиёмвие газ анализатори ёнувчи газ ва хаводаги бугларнинг, агарда КПВ нинг энг кам 20%ни ташкил қилса, шунингдек, сувнинг электролизида кислороддаги водороднинг (ўлчов диапазони 0,02-2%) ва водороднинг кислороддаги (0,01-1%) аралашмасини аниқлашда (H_2 , углеводородлар и бошқаларга) газсигналлари сифатида ишлатилади.

Мангнитли газ анализатор O_2 ни аниқлашда ишлатилади. Уларнинг ҳаракати, бошқа газларга нисбатан O_2 концентрациясидан газ аралашмасининг магнит таъсирчанглигининг боғлиқлигига асосланган. Бу турдаги газ таҳлиллари O_2 ни қийин газ аралашмасидан синчиковлик билан аниқлашга ёрдам беради. Ўлчов концентрациясининг диапазони 10-2 – 100

% га тенг. Асосан магнитомеханик и термомагнит газанализатори кенг тарқалган.

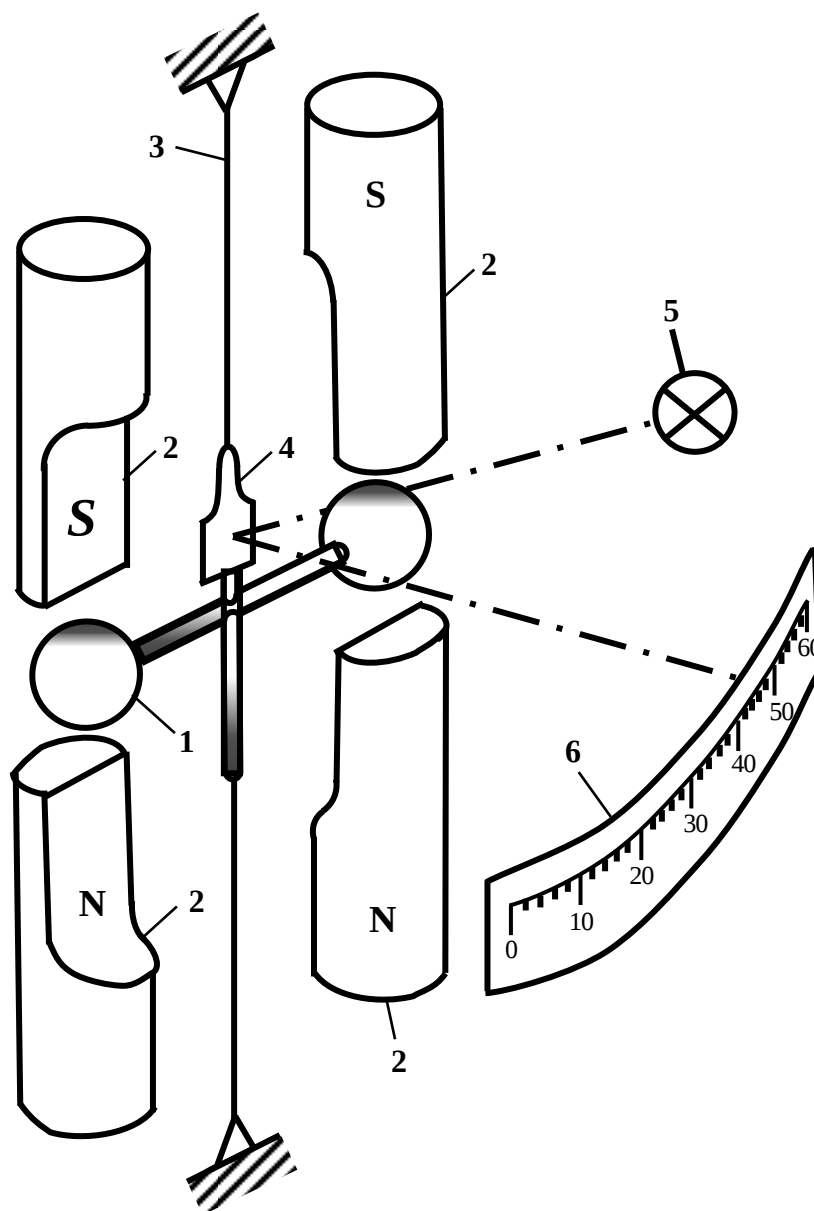
Магнитомеханик газ анализатори (1.3-расм) бир ҳил бўлмаган магнит майдондаги таҳлилий аралашма объекти жойлашган кучни ўлчайди. F куч, объектни магнит майдондан чиқариб ташлаб, қуйдаги ибора билан аниқланади:

$$F = (\chi - \chi_\tau) \int_0^V H \frac{\partial H}{\partial \chi} dV, \quad (1.4)$$

Бу ерда, χ и χ_τ - таҳминий таҳлил аралашмаси ва объектининггазга жойлаштирилган хажмли магнит сезувчанлиги; V -объект хажми; H – магнит майдон кучланиши.

Одатда компонентнинг ўлчов концентрацияси ротор айланиш бурчагида жойлашган айланувчан вақт хизмат қилади. Магнитомеханик газанализатори кўрсаткичлари таҳлилий газ аралашмасининг магнит хусусиятлари билан аниқланади ва харорат ва босимга боғлиқ бўлади, чунки охирилари газнинг хажмли магнит таъсирчанглигига таъсир қилади.

Янада аниқроқ газ анализаторлари компенсацион чизмага асосан амалга оширилади. Унда ротор айланиш вақти O_2 таҳлилий аралашмада концентрацияси билан функционал боғлиқ, машхур вақт билан тенглаштирилади, бунда магнитоэлектрик ёки электростатик тизимлар уларни яратишда ишлатилади. Роторли газ анализаторни ишлаб чиқариш шароитида ишончлироқ, чунки уларни **юстиция** қилиш қийинроқ.

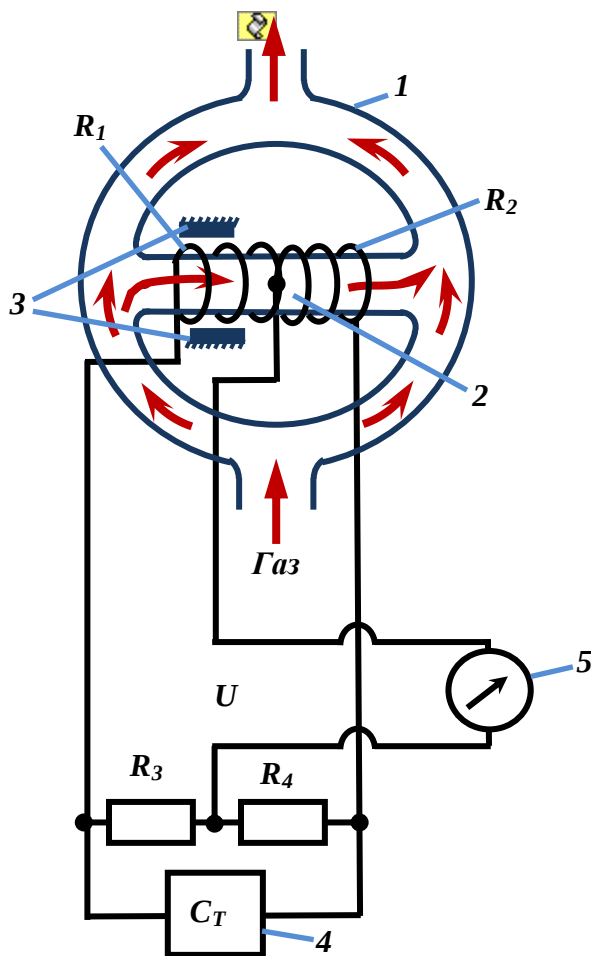


1.3-расм. Магнитомеханик газ анализатори:

1 - ротор; 2 – магнит тарафлари; 3 - чёзилиши; 4 - оинача; 5 - ёритқич; 6 – иккиламчи ускуна шкаласи.

Термомагнит газ анализаторининг харакати бир ҳил бўлмаган магнитли ва хароратли майдондаги O_2 ни ўз ичига оладиган, газ аралашмасининг термомагнит конверциясига асосланган. Тўла металл узукни ўзи билан ифодалайдиган тез-тез узукли камерали ускуналар ишлатилади. Унинг диаметри атрофида юпқа оинали трубка ўрнатилган, унга оқолтин спираль айлантирилган бўлиб, электр токи билан қиздирилади. Спирали иккита секциядан R_1 и R_2 иборат бўлиб, биринчиси

магнит кутблари орасида жойлашган. Газ аралашмасида O_2 нинг мавжудлиги аралашма оқимининг бир қисми диаметрал канали орқали йўналтирилади, оқ отлин спиралли бўлимини совутиб ва ярим иссиқликни иккинчи қисмга ажратади. Таҳлилий аралашмадаги $[3-5]O_2$ миқдориға пропорционал тарзда R_1 ва R_2 қаршилиқни ўзгариши U чиқиш кучланишини ўзгаришиға олиб келади.



1.4-расм. Термоманит газ анализатори:

1 – узукли камера; 2 - оинали трубкаси; 3 – доимий магнит; 4 - стабил кучланиш манбаи; 5 – иккиламчи ускуна; R_1 ва R_2 – тегишлича ишчи ва солиштирма терморезисторлар (оқотлин спирали бўлимлари); R_3 ва R_4 - доимий резисторлар.

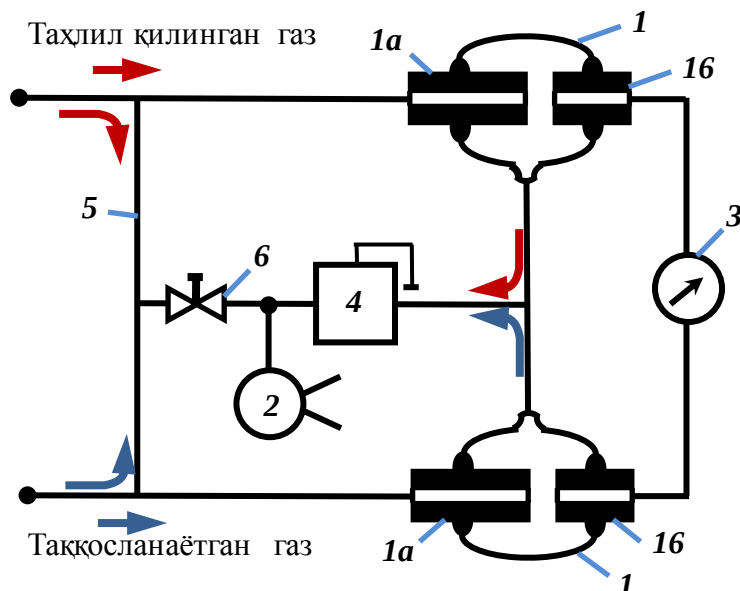
Пневматик газ анализатори. Уларнинг ҳаракати таркибидан газ аралашмасининг ρ зичлик ва η эгилувчанлик қарамлилигига асосланган. Оқимнинг гидромеханик кўрсаткичларини ўлчаганда зичлик ва

эгиловчанликнинг ўзгариши аниқланади. Пневматик газ анализаторининг 3 та тури кенг тарқалган.

Дроссель ўзгартирувчи газ анализаторлари дроссельнинг (капилярини) гидравлик қаршилигини у орқали таҳлилий газни ўтказган ҳолда ўлчайди. Доимий газ ишлатилиши босимнинг дроссельга ўтиши – бу зичлик (турбулентли дроссель), эгиловчанлик (ламинарли дроссель) ёки бирданига у ёки бу кўрсаткичнинг функцияси.

Тез оқадиган газ анализаторлар соплодан оқиб чиқадиган газ оқимининг динамик напорини ўлчайди. Тез оқадиган иккита элемент турисинини ўз ичига олади “сопло” – қабул қилувчи канал. (1.5-расм). Таҳлил қилинган ва таққослидиган газларни етказиш учун 2-эжектор хизмат қилади. Элементлардан чиқиш босими 4-регулятор билан таъминланади. Элементларга киришдаги газ босим тенглигини 5-бирлаштиради канал ва 6-вентильни созлаш қурилмаси орқали таъминланади.

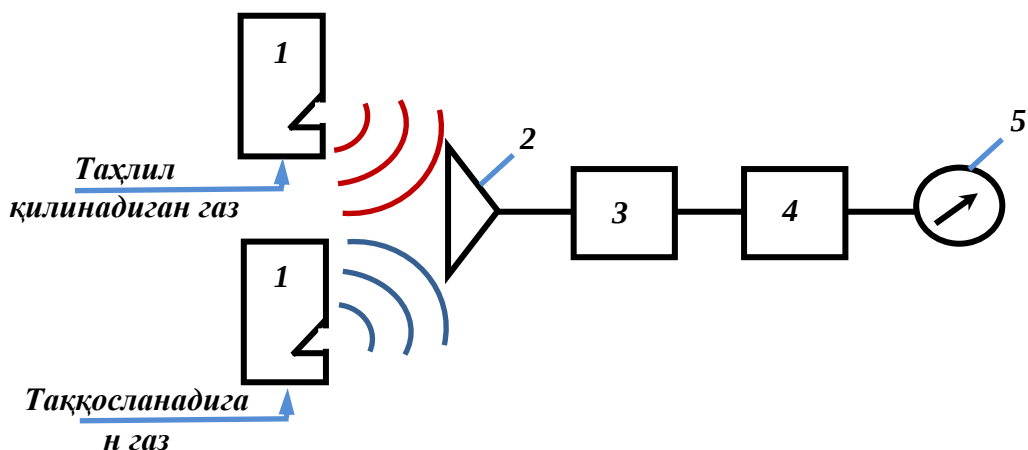
1б -трабка орқали қабул қиладиган динамик босим (напорлар) фарқи – бу $\frac{\rho}{\eta^2}$ функция нисбати бўлиб ва аниқланаётган газ аралашмасининг компонентининг концентрация ўлчови бўлиб хизмат қилади. Оқимли газ таҳлиллари, масалан, озоддаги (ўлчаш диапазони 0-50%) H_2 таркибини ўлчаш учун азот саноатида, хлор саноатида - Cl_2 (0-50 и 50-100%) ни аниқлаш учун ишлатади. Бу газанализаторлар кўрсаткичларнинг ўрнатиш вақти бир неча дақиқадан ошмайди, шунинг учун уларни шунингдек портлашгача газ концентрациясида ва баъзи моддалар (масалан, дихлорэтана, винилхлорида) саноат жойлар хавосидани парларида газсигналлар қўллайди.



1.5-расм. Пневматик оқимли газ анализатори:

- 1 - "сопло – қабул қилувчи канал" элементи; 1(а) - сопол; 1(б) – қабул қилувчи трубка;
2 - эжсктор; 3 – иккиламчи ускуна; 4 – босим регулятори; 5 – боғлаб турувчи канал;
6-вентиль.

Пневмоакустик газ анализаторлари яқин частотали (3-5кГц) иккита хуштакни ўз ичига олади (1.6-расм), биттасидан таҳлил қилинган газ ўтса, иккинчисидан эса таққосланадиган газ ўтади. Аралашмадаги частота овозли тебранишнинг уриш частотаси таҳлил қилинган газ зичлигига боғлиқ. Кучайтиргич орқали уриш (частотаси 120 Гцгача) кучаяди ва пневматик тебранишга ўзгартирилади.



1.6-расм. Пневмоакустик газ анализатори:

- 1 - хуштак; 2 - частоталар аралаштирмаси; 3 - кучайтиргич - ўзгартиргич;
4 - частотали-ўхшаш ўзгартиргич; 5 – иккиламчи ускуна.

Пневматик газ анализаторлари юқори танлаш хусусиятига эга эмас. Улар аралашма таҳлиллари учун фойдали бўлиб, уларда фақат битта компонентнинг концентрацияси ўзгаради, бошқалар ўртасидаги концентрация нисбати доимий бўлиб қолади.

Ўлчаш диапазони – бирликдан ўнлик фоизгача. Пневматик газанализатори электрик элементларни ўз ичига олмайди ва шунинг учун ҳар ҳил ёнғин ва портлаш категорияли жойларда ишлатилиши мумкин. Газлар билан алоқа қиладиган чизма элементлари ойна ва фторопласталардан тайёрланган бўлиб, улар агрессив (хлор-, олтингугуртни ўз ичига олган ва бошқа турдаги) газларни ҳам таҳлил қилишга ёрдам беради.

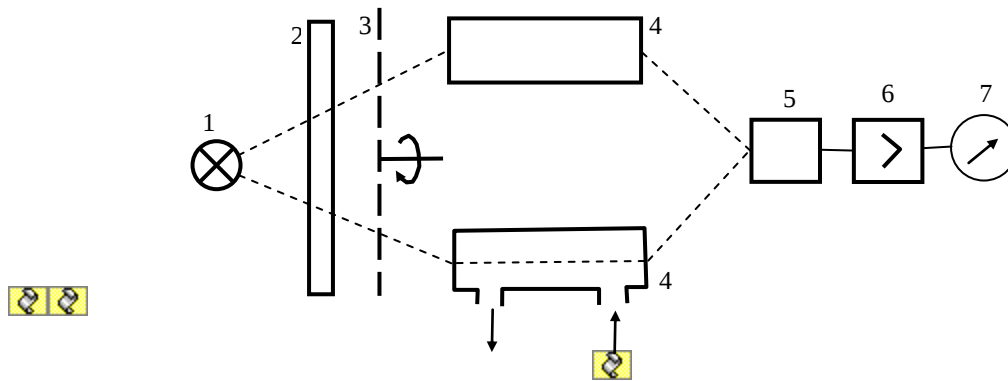
Инфракизил газ анализатори. Уларнинг ҳаракати малекуляр газ ва 1-15 мкм диапазондаги инфра қизил нурланишдаги парларни танловли ютилишига асосланган. Бу нурланиш барча газларни, камида иккита ҳар ҳил турдаги атоилардан ташкил топган молекулаларни ютади. Молекуляр спектрларнинг юқори спецификлиги турли ҳил газларни ютишидир, бу эса газ таҳлилларининг юқори танлови ва саноат, лабораторияларда кенг қўлланилиши билан фарқланади. Ўлчов концентрациясининг диапазони 10 - 3 - 100%. Дисперсияловчи газ анализаторида монохроматолар (призмалар, дифракцион паржаралар) ёрдамида олинган тўлқиннинг бир узунлигидаги нурланиши ишлатилади.

Ускуна(светфильтрлар, махсус нур тарқатувчи ускуна ва бошқалари)нинг оптик чизмаси хусусияти туфайли дисперсияланмаган газ таҳлилларида монохроматик бўлмаган нурланишни ишлатади.

Мисол тариқасида 1.7-расмда шунақа турдаги газ анализаторининг кенг тарқалган чизмаси келтирилган.

Манбадан нурланиш кейинчалик светофильтр ва ишчи йўл четидаги ариқдан ўтиб, таҳлилий аралашма келиб тушади ва махсус приёмникка етказилади. Агар таҳлилий аралашмада махсус компонент мавжуд бўлса, концентрацияга боғлиқ холда у нурланишнинг ярим қисмини ютади ва

регистрацияланган сигнал пропорционал равишда ўзгарали. Нурланиш манбаси сифатида одатда кенг спектрли нурлантирадиган қиздирилган спираль, баъзан эса тор соҳа спекторида нурлантиладиган инфрақизил-лазер ёки светодиода хизмат қилади.



1. 7- расм. Дисперсияланмаган инфрақизил газ анализатори:

1 – нурланиш манбаи; 2 - светофилтр; 3 - модулятор; 4 ва 4' – нисбатан ишчи ва таққослийдиган кюветлари; 5 – нурланиш приёмниги; 6 - кучайтиргич; 7 – иккиламчи ускуна.

Хаммасидан кўра кенг тарқалгани бу оптико-акустикли приёмникли газ билан тўлдирилган газ анализаторларидир. Охиргиси айнан ўша газ билан тўлдирилган ойнали герметик камерани ифодалаб, унинг миқдорини ўлчаш керак бўлади. Бу газ оқимдан шу газга характерланган спектрли чизик тўпламидан муайян бир қисмини ютиб қиздирилади, натижада, камерадаги босим кўтарилади. Механик модулятор орқали нурланиш оқими махсус частота билан тўхтатилади. Натижада шу частота билан приёмникда газ босими пульс беради. Босимнинг пульс амплитудаси – газ билан нурланишни интенсив ютиш ўлчови бўлиб, нурланишнинг қайси қисми шу газ билан иш кюветида ютилганлигига боғлиқ бўлади. Бошқа аралашма компонентлари тўлқиннинг бу узунликда нурланишларини ютмайди. Шу билан, приёмникдаги нурланиш босим амплитуда пульси – бу ишчи кюветаси орқали ўтадиган тахлилий аралашмасидаги аниқланадиган компонентнинг миқдор ўлчови. Босимнинг ўзгариши одатда конденсаторли микрофон ёки

микроанемометр (газ ишлатиш датчиги) билан ўлчанади. Нурлани приёмидаги оптико-акустикли газ таҳлилда газни ўлчаш жараёнида танланган турли хил аралашмаларидан таркиб топган танланган компонентни ўлчаш мумкин.

Инфра қизил газ анализаторларида шунингдек, танланмаган нурланиш приёмидаги - болометрлар, термобатарейлар ва ярим ўтказгичли элементларни ишлатади. Шунда бу ҳолда, кенг спекторли нурланиш манмаларини танловчианиқлаш жараёнида интерференцион ва газли филтрларни ишлатиш билан таъминлайди. Аниқлик ошириш ва барқарорликни ўлчашда нурланишнинг бир қисмини газ билан тўлдирилган, белгиланган нурланишни ютмайдиган таққослаш кюветидан ўтказди ваишчи ва таққослаш кюветидан, нурланишни ўриш натижасида олинган айрма ёки нисбат сигнали ўлчанади.

Инфрақизил газ анализаторлари махсулотнинг сифат назоратида, кетган газ анализаторда, ҳаволи жойда кенг қўллинади. Улар ёрдамида, масалан, синтетик аминлар ишлаб чиқариш технологик газидаги CO , CO_2 , NH_3 , CH_4 , саноат жойлар ҳавосидаги эритма турлари, азот оксидлари SO_2 , CO , ва автомобил газини чиқаришдаги углеводородлар ва бошқалари аниқланади.

Ультрафиолет газ анализаторлари. Уларнинг таъсир принципи газ молекулаларини ва 200-450 нм диапазондаги нурланиш парларини танлаб ютишга асосланган. Бир атомли газларни аниқлаш танлови жуда катта. Икки ва кўп атомли газлар ультрафиолетда мавжуд бўлиб, соҳалари ютиш спектори ҳисобланади, бу эса уларни аниқлашдаги танловини пасайтиради. Лекин ультрафиолет ютилиш спектори йўқлиги N_2 , O_2 , CO_2 ларда ва сув буғларида кўплаб амалий муҳим ҳолларда етарлича танловли ўлчовини бу компонентлар мавжудлигида ҳам амалга оширишга ёрдам беради. Аниқланадиган концентрация диапозони одатда 10^{-2} -100% (Hg пари учун пастки диапазон $2,5 \cdot 10^{-6}$ %)га тенг.

Ультрафиолет газ анализаторининг чизмаси 1.7-расмда келтирилган чизмага ўхшайди.

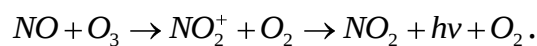
Шунингдек, модуляторсиз иккита детекторли нурланиш ускунаси мавжуд, бунда нурланиш оқими узлуксиз. Нурланиш манбаси сифатида одатда паст ($\lambda = 253,7$ нм) ва юқори (кўп лаб комплект чизиқли спектор билан) босимли симоб лампалари, бошқа метал жуфтлигидаги ($\lambda = 280, 310$ ва 360 нм) газ разрядли лампалар, вольфрам ипи билан қиздириладиган лампалар, водородли ва дейтерийланган газ разрядли лампалар қўлланилади.

Нурланиш прёмниклари – бу фотоэлементлар ва фото-кўпайтиргичлар. Танланмайдиган манба нурланишини ишлатганда кўплаб ускуналарда танлов ўлчови оптик филтрлар (шишали ёки интерференционли) ёрдамида таъминлайди.

Ультрафиолет газ анализаторлари асосан автомотик назорат учун Cl_2 , O_3 , SO_2 , NO_2 , H_2S , ClO_2 , хусусан, ишлаб чиқариш саноатларидаги чиқиндилардан, шунингдек, Hg парларини аниқлашда, баъзан ишлаб чиқариш жойларининг ҳавоси $\text{Ni}(\text{CO})_4$ да қўлланилади.

Люминесцентли газ анализатори. Хемилюминесцентли газ анализаторларида люминесценциянинг интенсивлиги ўлчанади ва реагент билан назорат қилинувчи компонент қаттиқ, суюқ ёки газ ҳолатидаги фазада кимё реакцияси ёрдами билан тўлқинланади.

Мисол - NO ва O_3 ларнинг ўзаро ҳаракати, озот оксидини аниқлаш учун ишлатилади:

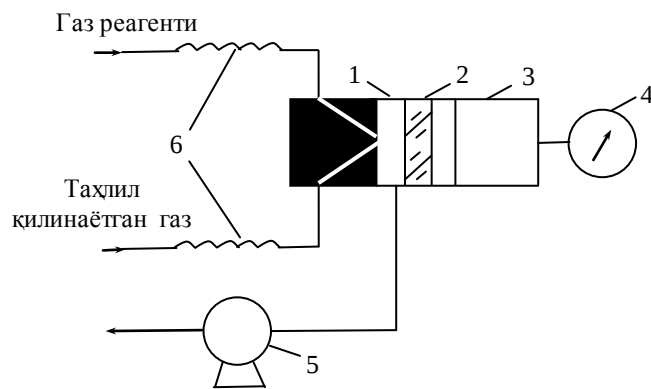


Хемилюминесцентли газ анализаторининг газ ҳосил қилувчи реагент билан чизмаси 1.8-расмда келтирилган. Таҳлилий[6] аралашма ва реагент дросселлар орқали реакцион камерага тушади.

Ундов ҳаражати (насос) камерада керакли босим билан таъминлайди.

Бирор бир аниқланган компонентда нурланиш мавжуд бўлса, хемилюминесцентли реакция хамрохлигида светофилтр орқали реакцион камерага яқин жойлашган катод фотоқўпайтиргичга тушади.

Фото қўпайтиргичлар билан электрикли сигнал назорат қилувчи компонентнинг пропорционал концентрацияси, кучайишидан кейин иккиламчи ускунага тушади. Аниқланадиган компонентни кам концентрациясида хосил бўладиган суст нурли оқимни ўлчаганда, фотокадни фонли токни камайтириш мақсадида электрик микрохолодильниклар билан совутади.



1.8-расм. Хемилюминесцентли газ анализатори:

- 1 – реакционн камераси; 2 - светофилтр; 3 - фотоқўпайтиргич; 4 – иккиламчи ускуна;
5 – газ ишлатишини ундовчи; 6 - дросселлар.

Ускунада NO_2 миқдорини ўлчаш учун конвертер мўлжалланган, бунда NO_2 NO га айланади ва таҳлилий аралашма реакцион камерага йўналтирилади. Бунда чиқиш сигнала NO ва NO_2 йиғилган миқдорига пропорционал. Конвертердан ўтиб, аралашма тушганидан кейин, чиқиш сигналида фақат NO концентрациясини топади. Бу сигналлар айирмасидан аралашмада NO_2 миқдори ҳақида фикр юритилади.

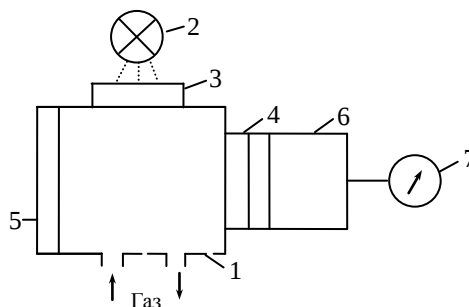
Хемилюминесцентли газ анализаторининг юқори танлови танланган реакция спецификаси билан тушунтирилади; аммо аралашмадаги ёнидаги компонентлар ускунанинг сезувчанлигини ҳам ўзгартиради. Бу турдаги газ

анализаторлари 10-7-1% диапазондаги ҳавода NO, NO₂, NH₃, O₃ ларни аниқлаш учун қўлланилади.

Флуоресцентли газ анализаторларида назорат қилинадиган компонент юльтра фиолет нурланиши (ν_1 частота билан) таъсирида ҳосил бўладиган флюоресценциянинг (λ_2 -тўлқин узунлиги) интенсивлигини ўлчайди. Мисол таъриқасида 1.9-расмда шу турдаги ҳавода SO₂ аниқлаш учун газ таҳлилларининг чизмаси келтирилган. Таҳлил қилинаётган аралашма детектор камерасига тушади, у импульс манбаси ультра фиолет нурланишидан ва 3 ва 4 светофилтрли фотокўпайтиргиз алоҳида ажратилган бўлиб, нурланишни тўлқин узунлигига λ_1 и λ_2 қараб ўтказади.

Фото кўпайтиргич нурланиш манбасига 90° бурчак остида жойлашган бўлиб, флуоресценция импульсларини рўйхатга олади, бунда амплитуда камерада аниқланадиган компонент концентрацияга пропорционал бўлади. Фото кўпайтиргичлар билан электр сигнали кўчайтиргиз ва ишловидан кейин иккиламчи ускунага тушади.

SO₂ аниқлаш учун газ анализатори юқори сезувчанлиги ва танлови билан тавсифланади. У автоматик станцияларда атроф муҳитни назорат қилишда ишлатилади.

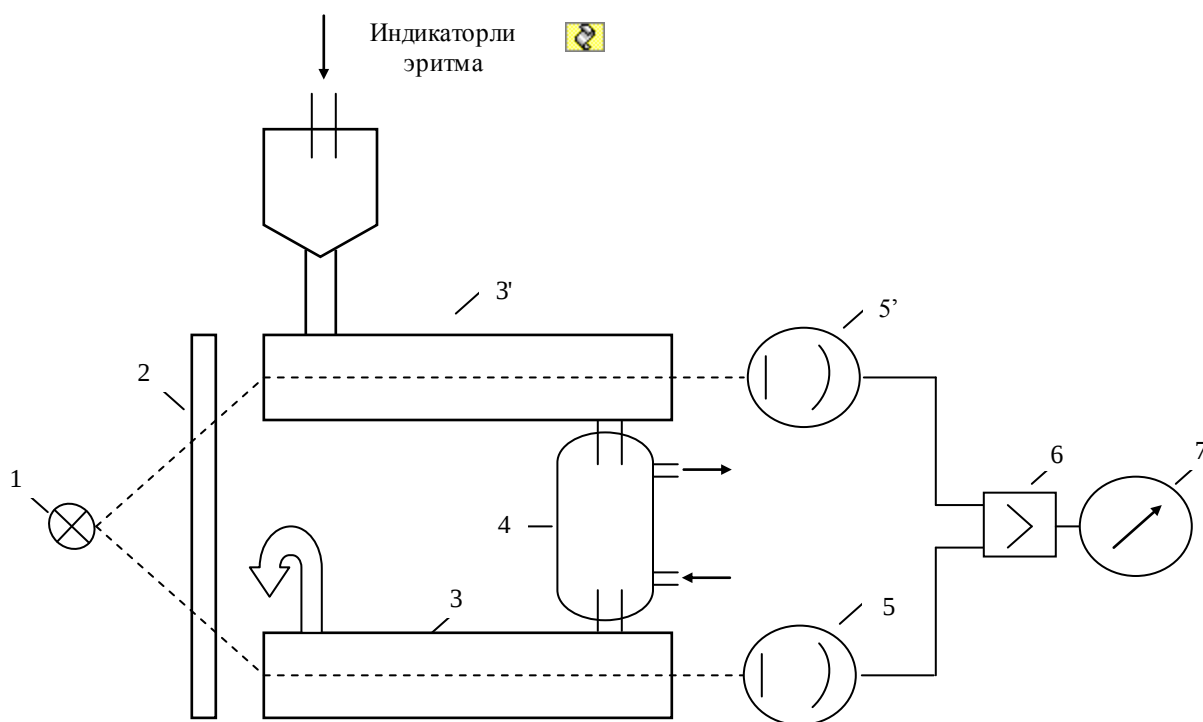


1.9-расм. Флуоресцентли газ анализатори:

- 1 - детекторли камера; 2 - УФ-нурланиш манбаси; 3 – нурланишни қўзғатувчи светофилтр; 4 - люминесценция светофилтри; 5 - ойна; 6 - фотокўпайтиргич; 7 – иккиламчи ускуна.

Люминесцентли газ анализаторига таъсир қиладиган сув парини йўқотиш учун газ оқимининг камерага кириш жойида махсус филътлар (молекуляр сита турлари) қўлланилади.

Фотоколориметрик газ анализатори. Бу ускуналар аниқланадиган компонент ва махсус танланган реагент ўртасида танланадиган реакция маҳсулотар рангилари интенсивлигини ўлчайди. Реакцияни, қоидага асосан, эритмада (суюқ газ анализаторлари) ёки қаттиқ нарса лента, таблетка, порошок (лентали, таблеткали, порошокли газ анализаторлари) кўринишида амалга оширилади.



1.10-расм. Суюқли фотоколориметрик газ анализатори:

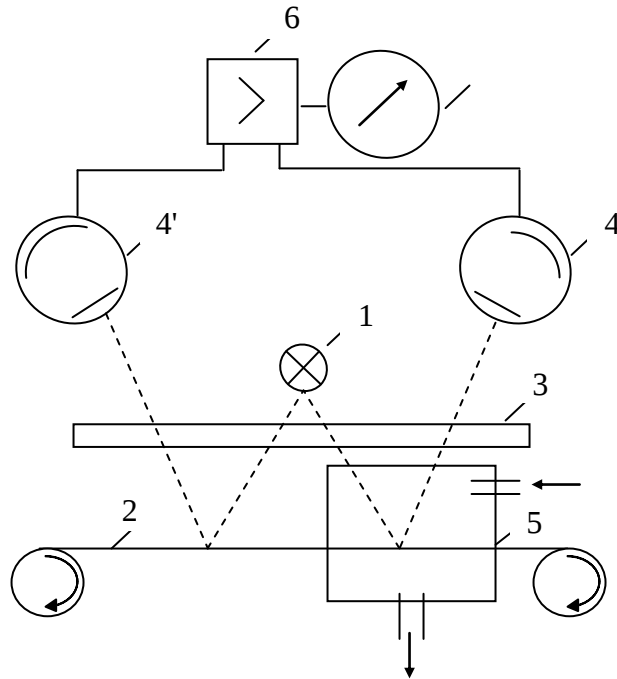
1 – нурланиш манбаи; 2 - светофилътр; 3 и 3' – ишчи ва таққосли кюветалар; 4 - абсорбер; 5 и 5' – нурланиш приёмуники; 6 -кучайтиргич; 7 – иққиламчи ускуна.

Суюқли газ анализатори нинг принципиал чизмаси 10-расмда келтирилган. Манбадан нурланиш ишчи ва таққосли кюветалар орқали ўтади ва белгиланган нурланиш приёмунигига тушади. Индикаторли эритма доимий тезлик билан иккита кюветалар и абсорбер орқали оқиб ўтади. Абсорбер орқали эритма оқимининг қаршисига таҳлилий газ

йўналтирилади. Газда мавжуд аниқланадиган компонент эритмада реагент билан ўзаро ҳаракатланади, бу эса ишчи кюветада компонент концентрациясига пропорционал равишда оптик зичлик ўзгаришига таъсир кўрсатади. Натижада битта кювета орқали нурланиш интенсивлиги ўзгаради, иккинчиси орқали эса – йўқ. Ишчи ва таққосли каналлар сигналларининг айирмаси – бу таҳлилий аралашмадаги аниқланадиган компонент концентрациясининг миқдори.

Эритмани жўнатиш доимий сингари даврий бўлиши мумкин. Даврий жўнатишда таҳлил қилинган газ битта эритма порциясидан биров вақт давомида ўтказиб туради, бу эса аниқлаш сезувчанлигини оширишга ёрдам беради. Шу турдаги газ таҳлиллари аниқланаётган компонентнинг ўртача концентрациясини, масалан, ҳаводаги токсик аралашмасининг ўртача сменали ва ўртача суткали концентрацияси ўрнатиш жараёнида белгиланган вақт оралиғида ўлчашга имкон беради.

Лентали газ анализаторларда таҳлил қилинаётган газ газли камерага тушади, бу орқали устига реактив сурилган доимий ёки белгиланган даврий лента ўтади (1.11-расм). Аниқланаётган компонент билан реакция натижасида лентада рангли доғ пайдо бўлади, ранг интенсивлиги компонент концентрациясига пропорционал бўлади. Бўялган ва бўялмаган лента қисмларида акс эттириладиган ранглар оқимининг айирмаси – бу аралашмадаги назорат қилинаётган компонент концентрациясининг миқдори ҳисобланади. Баъзан суюқли реактив билан индикаторли лентани ишлатади. Бу ҳолда газ билан контактда бўлмасдан олдин реактив капельницадан лентага кўйилади.



1.11-расм. Лентали фотоколориметрик газ анализатори:

1 – нурланиш манбаи; 2 - индикаторли лента; 3 - светофильтр; 4 и 4' – нурланиш приёмниклари; 5 – газли камера; 6 - кучайтиргич; 7 – иккиламчи ускуна.

Таблеткали ва поршокли газ анализаторларининг ҳаракатланиш принципи лентали сингари, лекин бу ускуналар, қоидага асосан, циклик ҳаракатидадир. Ҳар бир ўлчаш циклидан олдидан тоза юзани ҳосил қилиш учун таблетканинг бўялган юқори қавати кесиб ташланади ёки порошок порцияси алмаштирилади.

Лентали ва таблеткали газ анализаторларининг иш вақти лентани ёки таблеткани алмаштирмасдан 30 сутка ва ундан ортиғигача ҳам етади. Фотоколориметрик газ таҳлилларида нурланиш манбалари одатий лампалар қиздиргичлари ва ярим ўтказгичли светодиодлар, фотоприёмниклар – фотокўпайтиргичлар, фотоэлементлар, фотодиодлар ва фототранзисторлардир. Бу ускуналар юқори танлов орқали ҳар ҳир газ ҳосил бўлиш 10.5 – 1 % диапазондаги концентрациясини аниқлашга ёрдам беради. Асосан даврий ҳаракатдаги газ анализаторларининг сезувчанлиги юқоридир; уларнинг камчилиги – кўрсаткичларнинг кечроқлигидир.

Фотоколориметрик газ анализаторлари асосан оксид аралашмалари (масалан, азот оксиди, O_2 , Cl_2 , CS_2 , O_3 , H_2S , NH_3 , HF , фосгена, органик бирикмалар) нинг концентрациясини саноат зона атмосфераси ва саноат жойлар ҳавосида ўлчашда қўлланилади. Ифлосланган ҳавони назорат қилишда даврий ҳаракатидаги қўчириладиган ускуналар кенг қўлланилади.

Фотоколориметрик газ анализаторларининг сезиларли сони газ сигналлар сифатида қўлланилади.

Электрохимик газ анализатори. Уларнинг ҳаракати бу тизимга тушадиган электрохимё тизими ва таҳлил қилинаётган аралашма таркиби орасидаги боғлиқликка асосланган.

Кондуктометрик газ анализаторларида аниқланадиган компонентларни танловли ютилишида эритманинг электроўтказувчанлиги ўлчанади. Одатда ускуна чизмаси иккитали кондуктометрик ячейкали доимий ёки даврий токни электрик қўприкни ўз ичига олади, улар орқали электролит оқиб ўтади. Уларнинг бир ячейкасига электролит таҳлил қилинаётган газ оқими алоқасидан кейин келиб тушади. Чиқиш сигнали эритма электр ўтказувчанлигининг олдинги ва кейнги назорат қилинаётган аралашма алоқасидан кейинги айирмасига пропорционал. Бу айирма электролитда аниқланаётган компонентдаги эритилган концентрациясига боғлиқ. Электролит ва аниқланаётган аралашманинг ҳаражатларини ўзгартириш билан кенг миқёсда аниқланаётган концентрация диапазонини ўзгартириш мумкин. Бу газ анализаторларининг камчиликлари – бу кичик концентрацияларни ўлчаш давомида паст танлов ва кўрсаткичларнинг узоқ ўрнатилишидир. Кондуктометрик газ газанализаторлари O_2 , CO , SO_2 , H_2S , NH_3 ва бошқаларини аниқлашда кенг қўлланилади.

Потенциометрик газ анализаторларининг ҳаракати аниқланаётган компонент эритмасидан ҳосил бўлаётган электрохимё актив ионларининг а активлигидан индикаторли E электроднинг потенциали боғлиқлигига асосланган:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln a, \quad (1.5)$$

Бу ерда, E^0 - стандарт электрод потенциали, R - доимий универсал гази, T - абсолют ҳарарат, F - Фарадей сони, n - электрокимё реакциясида қатнашаётган электронлар сони.

Изланаётган E қиймати электролитта эритилган назорат қилинаётган компонент концентрациясига пропорционал. Бу газ анализаторлари CO_2 , H_2S , HF , NH_3 , SO_2 ва бошқаларини аниқлаш учун қўлланилади.

Каттик электролит билан O_2 миқдорини ўлчашда потенциометрик газ анализаторлари кенг миқёсда тарқалган. CaO и ZrO_2 асосидаги керамик пластина юқори температурада ион кислородларини ўтказишни бошлайди, яъни ўзини электролит сифатида олиб боради. Бунақа пластина юзасида иккала тарафига ҳам юпқа серковак пластиналар (платинли электродлар) қўйилади. Бир тарафдан платиналар таҳлилий газ аралашмасини, иккинчи тарафдан эса – таққосли газни беради. Электродлар орасидаги потенциал айирмаси – бу O_2 нинг таркибидаги миқдори. Термостат керакли диапазонда электрокимё ячейкалар ҳароратини ушлаб туради. Шу газ анализаторлар ёрдамида O_2 ни кенг диапазонда концентрациясини (ҳажм орқали 10.4 – 100 %) аниқлайди. Таҳлил қилинаётган аралашмада углеводородларнинг қатнашиши юқори ҳароратда оксидланиш сабабли натижаларни бузиб кўрсатишга олиб келади.

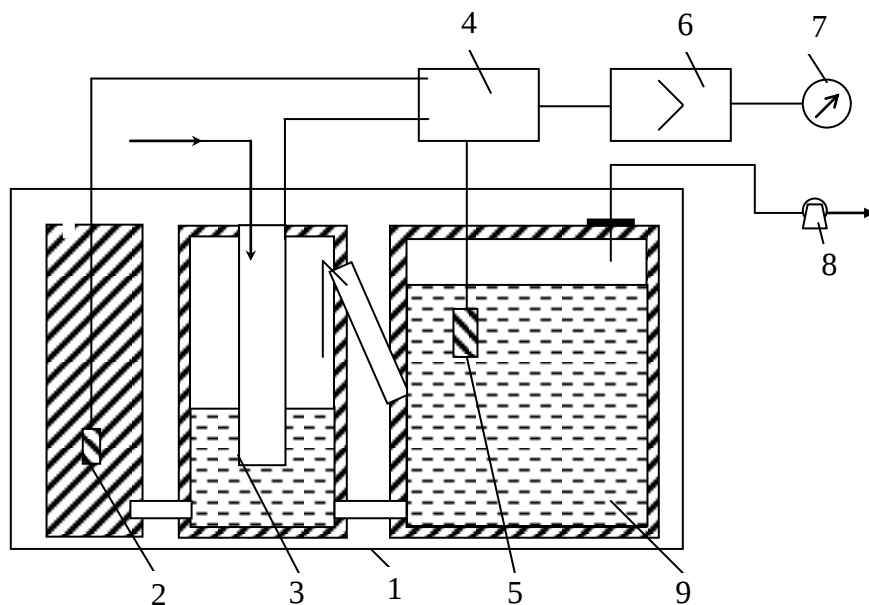
Амперометрик газ анализаторларининг ҳаракати индикаторли электродга таъсир кўрсатадиган электрик ток ва аниқланаётган компонент миқдори билан боғланганлигига асосланган. Агарда назорат қилинадиган компонент бутунлан электрокимё реакциясига тушса, Фарадея қонуни бажарилади:

$$I = nFQC,$$

I - ток, Q - газ ҳаражати, C - аниқланаётган компонент концентрацияси, F - Фарадей сони, n - реакцияда қатнашаётган электронлар сони.

100 %-ли токка чиқиш билан газ аралашмасининг қуйдаги компонентни электрохимёвий ячейкага айланади ва у индикаторли электроднинг танлови ва унинг потенциали билан таъминланади.

Керакли доими потенциаллар айирмаси қиймати таққосли ва индикаторли электродлар икки ҳил махсус танланган металллар, масалан Au ва Zn , Au и Pb , Ni и Cd (гальваник турдаги ячейкалар), бажаргани учун тутиб турилади. Потенциаллар айирмаси стабиллаштириш мумкин ва электром тизим орқали учинчи ёрдамчи электродини (потенциал турдаги ячейкалар) ишлатиш мумкин.



1.12-расм. Амперометрик газ анализатори:

1 – электрохимёвий ячейка; 2 – ёрдамчи электрод; 3 - ўлчайдиган электрод; 4 - потенциостат; 5 – таққослайдиган электрод; 6 - кучайтиргич; 7 – иккиламчи ускуна; 8 – газ харажати харакатга келтирадиган; 9 – запас электролитликамера.

Амперометрик газ анализаторлари оксидлаш-тиклаш хусусиятларига эга бўлган, масалан, SO_2 , NO_2 , H_2S , O_2 , Cl_2 , O_3 газларни аниқлаш учун қўлланилади. Газ анализаторларда ҳаводаги SO_2 қийматини ўлчаш учун (1.12-расм) таҳлил қилинаётган газ электрохимё ячейканинг 3- ўлчанадиган электродига тушади ва газ канали бўйлаб 5-таққасланадиган электрод жойлашган 9-запасли электролит камерасига тушади. 2-ёрдамчи электрод 9-

камера сингари алоҳида камерада жойлашган бўлиб, электрик канал орқали ўлчанадиган камера электоди билан бирлашган. Амперометрик газанализатори хусусиятининг афзаллиги – юқори сезувчанлик ва танловлик.

Юқорида кўриб чиқилган электрокимё ячейкаларининг барча турларидаги (электролит орқали доимий аралашма келиб турадиган) конструкцияларидан ташқари газодиффузион электродли ячейкалар ҳам кенг қўлланилади, бу ерда газ электролитдан газўтадиган полимер мембрана билан ажратилган. Мембранага электролит билан алоқада бўладиган томондан майда дисперланган электродли материал (Pt, Pd, Au) етказилади. Бунақа тизимлар юқори сезувчанлик ва барқарор хусусияти билан ажралиб туради.

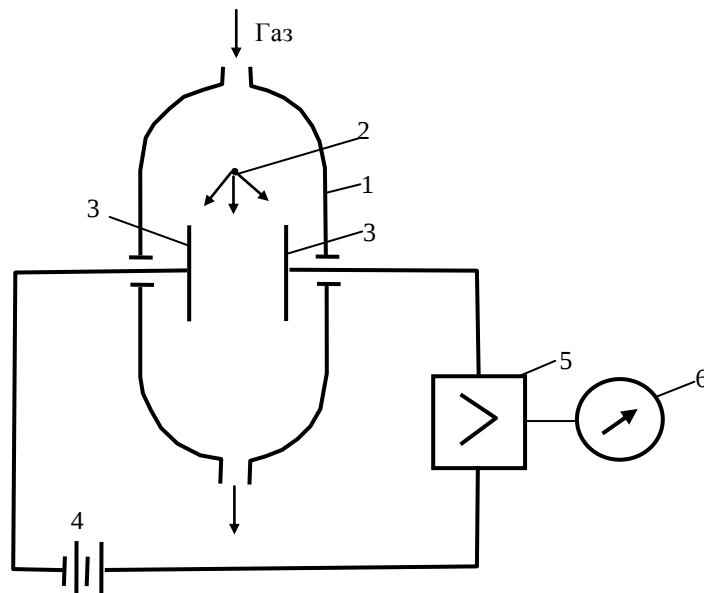
Компенсацион турдаги кулонометрик газ анализаторлари асосида электролитла эритилган газли аралашманинг махсус компонети билан тезда алоқага киришадиган реагента-титрантани электрокимёвий ҳосил қилиш кулонометрик титраланиш усули ётади.

Газ анализатори энерсияланиш занжирини ва индикацияларни ўз ичига олади. Электрокимё ячейкаси иккита жуфт электродларни – катод ва анодларни ўз ичига олади, бунга электролиз боради ва титрант, шунингдек, индикаторли электрод ва таққослийдиган [7-9] электрод генерацияланади. Электролиз токи доимо автоматик таризда етказилиб турилади. Назорат қилинадиган барча моддалар электрогенерацияли титрант билан бутунлай таъсирланганидан кейин оксидланиш-тикланиш потенциал тизими индикаторли электрод потенциалининг тебраниши орқали аниқланиб, бирданига ўзгаради. Реакциянинг тугатилишигача ячейкадан ўтган электрнинг миқдори аниқланадиган компонент концентрациясига пропорционал.

Ионизационли газ анализатори. Уларнинг харакати уларнинг таркибидан газларнинг электр ўтказувчанлик боғлиқлигига асосланган.

Маълум бўлишича газда аралашмаларнинг ҳосил бўлиши кўшимча ионларнинг пайдо бўлиш жараёни ёки уларнинг қўзғалувчанлиги ва бинобарин рекомбинация туфайлидир. Бундан келиб чиқадики ўтказувчанлик ўзгариши аралашма таркибига мос.

Ҳамма ионлашган газ анализатор электродда қаватма-қават аниқ фарқ қилувчи ионлашган камерадан ташкил топган (1.13-расм). Бу асбоблар ҳаводаги микроаралашмаларни назорат қилишда ҳамда газли хроматографларда кенг қўлланилади. Пастроқда олдин қилинмаган хроматографик бўлиниш синовларида иштирок этадиган ионлаштирилган газ анализаторларнинг кенг тарқалган турлари кўрсатилган.



1.13-расм. Радиоизотопли ионизацион газ анализатори:

1 - ионизацион камера; 2 – ионизация манбаи; 3 - электродлар; 4 – кучланиш манбаи; 5 - кучланиш; 6 – иккиламчи ускуна.

Газларнинг ионизацияси радиоактив нурланишда амалга ошадиган радиоизотоп газанализаторларга ионланиш кесимидан мустахкам электрон ва аэрозол ионланиш асбобларини ўз ичига олади (1.13-расм).

Биринчи бўлиб аралашманинг таркибий қисми ионланиш кесимининг фарқи учун ишлатилинади. ^{90}Sr , ^3H , ^{63}Ni , ^{147}Pm ионланиши β – нурланишида амалга ошади. Бу газ анализаторлар танланган эмас, уларни

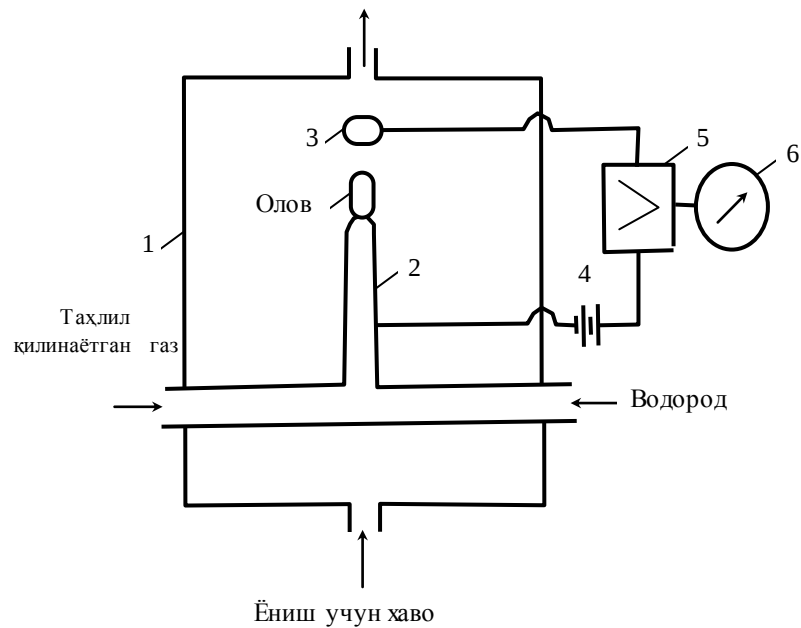
$\text{H}_2\text{-N}_2$, $\text{N}_2\text{-CO}_2$, H_2 - этилен, $\text{H}_2\text{-CH}_4$, $\text{H}_2\text{-CH}_3\text{SiCl}_3$, $\text{H}_2\text{-BCl}_3$ ва бошқа аралашмаларни таҳлил қилишда ишлатилинади, ўзгариш ҳажми 0,001-100%. Кўрсатиш вақтининг ўрнатилиши 0,1 секундгача.

Электрон мустаҳкамлик газ анализаторларнинг ҳаракати ионланишдан ҳосил бўладиган қатор моддалар (O_2 , H_2O , галоген таркиби, органик бирикмалар, ароматик углеводородлар, спирт, карбонил бирикмалар ва бошқалари) молекулалари эркин электронларни тортиб олиш ва бундан ионларга ўтишидир. Охиргиси электронларга қараганда камроқ қўзғалувчанликка эга. Натижада ионлашган ток модданинг концентрацияси билан мос равишда тушади.

аэрозоль-ионизацион газ анализатор ҳаракати асосида ионизационли токнинг аэрозоль заррача концентрациясига боғлиқлиги ётади, улар олдиндан танланган ўтказманинг аниқлаш компонентини аниқлайди. Бу давр асосан мувофиқ реагент ёки газ фазасидаги фотохимё реакцияси кимё реакцияси асосида амалга оширилиб, изланаётган манба пиролиз орқали, шунингдек, пиролиз кейинги кимё реакциясидаги реагент билан мос келади. Масалан, NH_3 ни аниқлаганда, реагент сифатида ишқорий кислота парларини ишлатиш мумкин, натижада аэрозоль NH_4Cl ҳосил бўлади. Аэрозоль заррачаларининг катталиги $10^{-7}\text{-}10^{-4}$ смга тенг. Таҳлил қилинаётган компонентнинг концентрацияси $10^{-5}\text{-}10^{-3}\%$ га тенг. Аэрозоль-ионизационли газ таҳлилларини, асосан NH_3 микро аралашмаларни, аминларни, HCl , HF , NO_2 , парларни HNO_3 , Ni ва Co комбонилларни ва қатор хаводаги бошқа саноан жоилардаги аралашмаларни аниқлашда ишлатилади.

Ёнадиган ионизацион газ анализаторларида органик бирикмалар водород олови билан ионлашади. Ионизация самараси C атом сонлари оловга тушиши вақт бирлигига пропорционал бўлиб, лекин молекулаларда бошқа элементларнинг атом модда мавжудлиги ҳам муҳимдир.

Шу турдаги ускунанинг схемаси 1.14 расмда келтирилган.



1.14-расм. Оловли-ионизацион газ анализатори:

1 - ионизацион камера; 2 - ёқилғи; 3 - коллекторли электрод; 4 – кучланиш манбаи; 5 - кучайтиргич; 6 – иккиламчи ускуна.

Газ горелкаси ионизацион камеранинг электроди сифатида хизмат қилади. Иккинчи электрод “коллекторли”- бу юпқа деворли цилиндр ёки камера. Бу газ анализаторлари ҳаводаги органик моддаларни ва технологик газларни аниқлаш учун ишлатилади. Бир қатор органик моддаларнинг биргаликдаги мавжудлигида ёки уларнинг сумасини ёки уларнинг ионизациялашган самарадорлик компонентлар концентрациясини аниқлашади.

Оловли-ионизационли газ анализаторлари ёрдамида ҳаводаги углеводородларнинг умумий миқдори ва хонадаги ҳавонинг аралашмалари, бунда автомобиллардан чиқадиган газларнинг тозалилигини, трубопроводлардан газнинг чиқиб кетишини ва ер ости коммуникациясини назорат қилинади. Концентрацияни улчас диапазони 10⁻⁵-1% ни ташкил этади. Органик газлар ва парларнинг самарали ионизация ва ҳаводаги аралашмаларининг портлаш ҳавфи ўртасида

боғлиқлик мавжуд. Бу хоналарда, шахталар, тунелларда органик моддалар концентрацияларининг портлаш олдини назорат қилишга ёрдам беради.

Ионлашган газ анализаторларининг юқори қисмида қиздирилган металлларнинг устки қисмидада ёки улар оксидлари устида газларнинг адсорбцияси натижасида мусбат ионлар ҳосил бўлади. Компонентлар ионизацияси анча паст даражадаги ионизация потенциалда бўлиши мумкин. Одатда назорат қилинмайдиган компонент аралашмалари ионлашади, маҳсулот эса юқоридаги актив каталитик реакцияларига ионлашади.

Аралашмани ҳавода аниқлашда газ анализаторларни чиқиб кетишига одатда O_2 сақловчи эмиттер ўрнига ток орқали ёнадиган Pt спирал, Mo ва W оксиди ишлатилади. Ёнган эмиттер бир вақтда ионлашган камеранинг электродларидан бири бўлиб хизмат қилади. Иккинчи электрод ташқи цилиндр кўринишини бажаради. Эмиттернинг ёниш температураси 350 дан 850 °C гача ўзгаради. Бундай газанализаторлар фенол, уксус ва чумоли кислоталарни ҳамда азот сақловчи органик бирикмалар, анилин, аминлар, гидрозинларни аниқлашда ишлатилади. Саноат иншоотларидаги ҳавода қатор аминларни назорат қилиш учун асбоблар яратилган (диэтиламин, триэтиламин ва бошқалар). Концентрацияни ўлчаш диапазони 10^{-5} - $10^{-2}\%$ ташкил этади.

Галоген газ анализаторлар юқори плотиналарда 800-850° гача ёнувчи, ёниш ва ионланиш майдонида туз сифатида солинадиган ионлашган ишқорли металлари (Na и K) дейилади .

Ишқорли ионларини эмиссияси ҳаводаги галогенлар таркиби ва уларнинг бирикмаларига боғлиқ. Бу асбоблар саноат иншоотларидаги ҳавода (Cl, Br) галогенларни аниқлашда ёрдам беради.

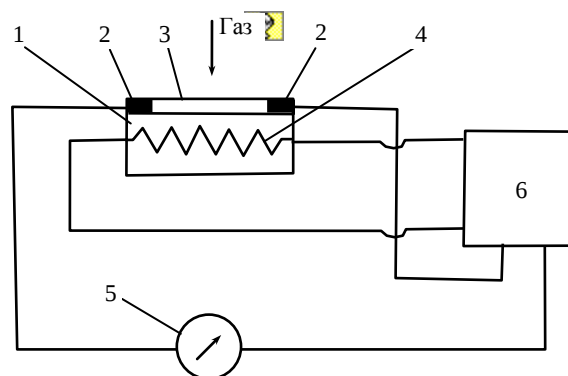
Фотоионланиш газ анализаторладаги аниқланувчи молекулалар компоненти УФ-нурланишда ионлашади.

Бу ҳол агар фотонлар энергияси ионлашган молекула потенциалидан паст бўлмасагина содир бўлади. Нурланиш манбаи сифатида лампа 5; 10; 10,2;

10,9 ва 11,7 эВ энергияли генерацияланадиган фотонлар ишлатилади. Ҳавонинг асосий компонентлари (O_2 , N_2 , CO , CO_2 , H_2O)лар ҳисобланади шунингдек, CH_4 диапазонда 12-20 эВ ионланиш потенциалига эга ва бундай фотонлар билан ионлашмайди. Фотоионланиш газ анализаторлари ҳаводаги 10^{-5} - $10^{-4}\%$ чегараси билан ароматик ва бўлинмаган углеводородлар, алдегидлар, кетонлар, спиртлар ва бошқа органик бирикмаларни назорат қилишда ишлатилади. Мос нурланиш энергияларини йиғиб, масалан ароматик бирикмалар алкан иштирокида ва кислород сақловчи органик бирикмалар, меркаптанлар H_2S иштирокида танлаб аниқланиши мумкин.

Ярим ўтказгичли газ анализаторлар. Уларнинг ҳаракати анализланган аралашма компонентнинг таъсирида ярим ўтказгичнинг ўзгаришининг қаршилигига асосланган. Ярим ўтказгичли газ анализатор оксидининг асосий иши кимёвий актив газларнинг сиртки молекула хемосорбсиясида сезувчанлик қаватини ўзгаришини ўтказишдан иборат. Бундай газ анализаторлар қайноқ газлар H_2 , CH_4 , пропана, ҳамда CO_2 ва бошқаларни аниқлаш учун ишлатилади

Таҳлил селективлиги сезувчан қават ва унинг температура (ёрдамчи қиздирадиган ускуна билан) таркибининг ўзгариши билан ўсади, қайноқ газлар концентрациясининг ўзгариш майдон ҳажми 0,01 - 1 %.



1.15-расм. Ярим ўтказгичли оксидли газ анализатори:

1 – тагига қўядиган; 2 - алоқалар; 3 - сезувчанлигинин; 4 - қиздирилаётган элемент; 5 – иккиламчи ускуна; 6 – қучланиш манбаи.

Яримўтказгичли газ анализаторларда монокристалларни ўтказувчанлиги сезувчан кристалл элементлар билан ёки сиртки заряд тузилишини қийинроқ структурали ярим ўтказгичнинг r - n -ўтиши билан ўзгариши яъни концентрацияси ёки заряднинг унга тақсимланиши. Масалан, H_2 ни аниқлаш учун сезувчан элементларни "металл-диелектрик-ярим ўтказгичли" қават усули кўринишида ишлатилади. Юқори металл қавати Pd дан ёки унинг қотишмасидан олинади.

Сиртки заряднинг ўзгариш ҳолати контактли потенциаллар фарқининг ўзгариши билан яримўтказгич ва анализланувчи аралашмада иштирок етувчи охирги H_2 да эритилган Pd билан амалга ошади. Инерт газлардаги H_2 концентрациясининг ўлчаш диапазони 10^{-5} - $10^{-3}\%$ ни ташкил этади.

Ярим ўтказгичли газ анализаторларини серияли ишлаб чиқаришда замонавий микроэлектроника технологияси қўлланилади, бу эса сезувчи элементларни, тизимни термостатлаштиришни ва алоҳида микро модуль сифатида электр сигналини кучайтиришни ўз ичига оладиган ўлчов ўзгартиргични яратишга имкон беради.

1.3 Газни таҳлил қилиш асбоблари.

Ишлаб чиқариш ва атмосфера ҳавосидаги экологик мониторингларни муаммоси бир-биридан асосий фарқи атмосферани назорат қилиш учун газ анализаторининг қониқтирмайдиган сифати ва метерологик таминлашда мобил воситаларнинг этишмаслигидир. Газли аралашмаларда генераторнинг ҳаракати юқори концентрацияли газларнинг қуйилишига асосланган.

Юқори концентрацияли газ оқими манбаи сифатида босимдаги пар газли аралашмалар ёки кам учрайдиган микрооқим газлар ва парлар манбаи ишлатилади. Газ оқимининг ҳажми берилган температурадаги тўйинган парлар босими ва элементнинг газ ўтказувчанлик йўғонлиги

билан аниқланади. Намунанинг унумдорлигини аниқ аниқлашда фақат унинг температурасидан фойдаланилади. Генератор иккита мустақил термостатга эга ва улардан ҳар бирида газ ва парларнинг парагаз аралашмаларнинг суюқланувчанлик канали мавжуд.[10]

Газ суюлтиргич сифатида генератор филтри ёрдамида тозаланган атмосфера ҳавоси ишлатилади. Парагаз аралашмалар CH_4 ва C ни тайёрлаш учун газ эритувчи сифатида миқдорсиз ҳаво ишлатилиши керак. Генераторнинг бошқариш иши сенсор клавиатура ёрдамида микро просессорларнинг назорати ва операторлигидан иборат. Термостатда газ ва парларнинг миқдор оқими температураси 30 дан 70°C гача. Термостатдаги газ аралашмаларининг мумкин бўлган ишлатилиши $\pm 0.1^\circ\text{C}$ га тенг бўлиши керак.

Газ - эритувчининг иш сарфи диапазони 100 дан 300 л/с гача тенг.

Газ ва парлар микропоток манбаи билан иш давомида кўплаб концентрация бирлигининг қабул қилишдаги камчилиги ± 4 до $\pm 8\%$ дандир, бу эса газ ва пар миқдор ва тури манбаларининг микро оқимига боғлиқдир.

Баллондаги пар ва гарли аралашманинг иш сарфи диапазони 1 дан 10 л/с гача тенг. Баллондаги газ аралашмаси ва паргазли аралашмаларининг мумкин бўлган сарфи $\pm 2\%$ га тенг.

Аралашма коэффицент диапазони 10 дан 300 гача тенг.

Аралашманинг камчилик коэффиценти $\pm 3\%$ дан ошмаслиги керак.

Атмосфера ҳавосида хемилюминесцентланган газ анализаторларининг озод оксидланиши хемилюминесценциянинг газ фазада классик усули ишлатилади, у кенг диапазонда азоднинг озон билан оксидланиш реакциясининг пропорционал концентрациясига асосланган. Иккиласининг концентрациясининг ўлчабини конвертер амалга оширади, кейин оксидланиш ва иккита азод оксидланиши тикланади. Бу иккита ўлчовнинг натижа айирмаси иккита озод оксидланиш концентрациясини ҳосил қилади. Паст ҳароратли конвертер амиак оксилланмасдан озотни

иккита оксилланиши тиклашга ёрдаб беради, бу эса ўз навбатида унга нисбатан сезувчанлигини йўқолишини таъминлаб беради. Газ анализаторлари станцияларда атмосфера хавосини ифлосланишини назорат қилишда ва экологик мониторинг тизимининг ҳаракатдаги лабораторияларда қўлланилади.

Амиак концентрациясини ўлчашда иккинчи юқори ҳароратли конвертер ишлатилади, бунда амиак оксидланади азоднинг иккита оксидланиши озод оксидланишигача тикланади, амиак концентрацияси эса ўлчанган натижаларнинг паст даражадаги конвертерларнинг айирмаси сифатида ҳисобланади.

Газ модуляцияси “нуль” дрейфининг йўқлигини ва бир вақтнинг ўзида озот оксидланиш миқдорини ўлчашга ва оксидни ва иккита оксидларини умумий миқдорини билишни таъминлайди.

Шу билан боғлиқ ҳолда азот оксиди билан озон реакциясининг нурланиши маълум ва инфрақизил майдонда содир бўлади. қизил светофилтр газанализаторни юқори селективликни таъминлайди.

Газ анализатор ишлатилган автомобилда NO_x ўзгариши учун газаналитик тизими таркибида ишлатилади.

Газ анализаторларнинг асосий таърифи биринчи жадвалда берилган:

1.1-жадвал.

Газ анализаторларининг асосий таснифлари.

Модификация	Ўлчанаётган коппонентлар	Ўлчаш диапозони	Камчиликлари
1.	NO , NO_2	От 0-0,2 до 0-10 мг/м ³	± 25 %
2.	NO	0-10 млн. ⁻¹	± 25 %
3.	NO	От 0-100 до 0-1000 млн. ⁻¹	± 12%
4.	NO , NO_x	От 0-100 до 0-1500 млн. ⁻¹	± 12%
5.	NO , NO_x	От 0-100 до 0-5000 млн. ⁻¹	± 10%
6.	NO_x , NH_3	От 0-100 до 0-1500 млн. ⁻¹	± 12%
7.	NO , NO_2 , NH_3	От 0-0,2 до 0-10 мг/м ³	±25%

Газ анализаторларнинг асосий рухсат етилган ноаниқлик сегараси 10%ни ташкил ётади. Ўлчов воситаларининг ноаниқликлари ГОСТ 13320 га боғлиқдир.

Ишлаш жараёнида унинг таркибидаги тизимлар ўлчов усулини қўллашда халқаро қоидалар Н49 келтирилган ўлчамдаги ноаниқлик эксплуатация шартлари бу қоидалар талабларга жавоб беради ($\pm 4\text{мл} - 100\text{млн}$ -дан кам концентрацияда $\pm 5\%$ ом ёки $\pm 3.5\%$ диапазон ўлчамда) газоанализатор цикл билан ишлайди бошида у нолга текширила бунда детекторга генератор орқали нолдаги ҳаво кириб боради бу газ анализаторнинг фон токи ваишлатиладиган водород частотаси билан боғлиқ бўлган ноаниқликни йўқотади. [10-11] Текширув ва нол сақлаб қолингандан сўнг анализ қилинётган ҳаво колонка орқали бир дақиқа ичида детекторга киради. Колон бир дақиқадан ортиқ вақт мобайнида номен углеводородларини ушлаб туради ва метанни ўтқазади. Бу вақтда метаннинг концентрациясини ўлчаш бўлиб ўтади кейин анализ қилинаётган ҳаво тинимшз детекторга тушади ва углеводородларнинг сумма таркиби ўлчанади бу пайтда колонка нолдаги ҳаво билан қайта йўналишда ҳайдалади ва тўлиқ регенараций бўлади 2 хил ўлчов еса натижасининг хар хиллиги углеводороднинг сумма таркибини метан ҳисоби бн келтириб чиқаради. Газ анализаторнинг ўлчов диапазони 0-5дан 0-100 мг/м гача ноаниқлиги $\pm 1\text{мг/м}$ (диапазон 0-5мг/м³) ёки $\pm 20\%$ отн (диапазон 5-100мг/м³) дреф нолда кўрсатмайди. Кўрсаткичларнинг ўзгаришлари 3 ойгача 10% дан ошмайди.

Кейинчалик таҳлил қилинаётган газ детекторга тушади ва углеводларнинг умумий миқдори ўлчанади. Колонка бу пайтда тескари томонга қараб шишади ва бутунлай регенирацияланади. Натижалар айирмаси метан айимаси ҳисобида углеводородларнинг умумий миқдори аниқланади. Газ танализаторларининг ўлчаш диапазони 0-5 дан 0-100 мг/м гача. Камчилиги $\pm 1\text{мг/м}$ (диапазон 0-5 мг/м³) ёки $\pm 20\%$ отн. (диапазон 5-

100 мг/м³). “Нуль” дрейфи бўмайди. Кўрсаткичлар ўзгариши уч ой ичида 10% дан ошмайди.

Автомобилларда ишлатилган газлардаги углеводород таркибининг йиғиндисини назорат қилиш учун ёнувчи ионлашган ГАММА газанализатори ишлаб чиқилган. №49 даги қоидага кўра газ анализатор углевод бўйича 1 та шкалага ега яъни углевод атомларининг таркиби углевод таркибига кирувчи углевод билан ўлчаланadi.

Тенг сезувчанликка ега ҳар хил углеводородларни таъминлашда газ анализатор озукаси водород билан эмас, балки гелий-водород аралашмаси билан амалга оширилади. Натижада турли ҳилдаги углеводородларга бир хил сезувчанликка эришилган бўлса, шунингдек ҳаводаги таҳлил қилинаётган қислород ўрсаткичи миқдорини ўлчадини йўқотишга эришилди.

1.2-жадвал.

Газ анализаторларининг асосий таснифи.

Модификация	Ўлчанаётган компонентлар	Ўлчаш диапазони	Камчилик
1.	CO	дан 0-50 млн ⁻¹ 0-100% гача	дан ± 10 % ± 4 % гача
2.	CO ₂	дан 0-50 млн ⁻¹ 0-100% гача	дан ± 10 % ± 4 % гача
3.	CH ₄	дан 0-500 млн ⁻¹ 0-50% гача	дан ± 10 % ± 4 % гача
4.	NO, NO _x	дан 0-250 млн ⁻¹ 0-0,5% гача	± 15 %
5.	SO ₂	дан 0-250 млн ⁻¹ 0-15% гача	дан ± 15 % ± 4 % гача
6.	SF ₆	0-0,2 %	± 20 %
7.	NH ₃	дан 0-250 млн ⁻¹ 0-0,5% гача	± 20 %

Газ анализатор олтига ўлчаш диапазониға эға 0-200дан 0-10000 ррт С гача.

Асосий камчилиги ± 5 %. Шунингдек, № 49 қоидаға асосан аниқ ўлчашға ёрдам беради.

Ҳозирги вақтда 2.2-жадвалда келтирилган таъснифга кўра “ЭТЭК” ишлов бериш жараёни тугатилган, чиқариш ва инфрақизил газ анализаторларининг сертификацияси учун ҳужжатларни тайёрлаш ишлари бошланди.

Газ анализатор технологик газлар ва саноат чиқиндиларда концентрацияларини ўлчашга мўлжалланган.

Газ анализаторларининг танлови бўйича саволлар таминоти «Кимёавтоматика - Ўзбекистон» билан биргаликда ечилади.

Барча газ анализаторлари стандарт 19 корпусларда чиқарилади, улар уларнинг стойкаси ва турли ўлчов тизимидаги жовонларга тез мослашуши билан фарқланади.

Олдинги йўлаги графикли суюқ кристалли дисплей бошқарув сенсерли панель билан қуролланган (touch pad). Улар билан бошқариш унифицирланган микропроцессорли контроллер билан амалга оширилади.

Ўн олти разрядли сигнал процессори (TI) ва мантиқий дастурий матрица (Altera) ёрдамида замонавий элемент базасининг қўлланилиши газ таҳлиллар, ўзини ўзи диагностикасини амалга ошириши, сигнал етказиш, чиқишдаги ҳароликлар кўрсаткичини тиклаш, чиқиш сигналинини ташкил этиш ва локал ўлчаш алоқаларини мустахкам боқарув ишини амалга оширди.

Газ анализатори ягона дастурий таъминот тузилишига ва ишлатиш интерфейсига эга.

Ўлчаш маълумоти дисплейга, аналог ҳулосалар (0-5, 0-20 ёки 4-20 мА оператор танловига асосан) ва кейинчалик RS 232 (RS 485) портига чиқади.

Оператор газ анализаторларининг кўрсаткичларини (термостат ҳароратлари, назорат нуқтадаги босимлар, сарф, ўлчов маълумотларининг электрик сигналлари ва бошқалар) дисплейда ёки ПЭВМ ёрдами билан кўриши мумкин.

Газ анализаторларнинг барча кўрсаткичларини ўлсаш имкониятига сенсор дисплей ёрдами билан оператор ўртасида ишлаш мўлжалланган. Газ анализаторларининг градуировкаси автоматик таризда давр давомида, шунингдек, ПЭВМ ёки оператор буйруғига асосан амалга оширилиб туради.

1.4. Изланиш мақсади ва вазифалари.

Юқорида кўрсатилган диссертациянинг долзарблиги ишнинг мақсади ва изланаётган вазифалар умумий маънода йиғилган бўлиб, химояга олиб чиқиладиган илмий ҳолати, илмий ишнинг янгилиги ёритилган, назария ва амалиётда маълумотларнинг зарурлиги, шунингдек, ишлаб чиқариш ва олий таълим муассасаларда қўлланилиши мумкин.

Критик нуқтаи назардан меркаптанларнинг табиий газдаги концентрациясининг автоматик тарзда аниқлашининг назарий ва амалий аҳамияти ёритилган. Титраметрик, фотоколориметрик, чизикли-колориметрик, хромоторгафик, люминесцентрик ва электрохимий газ анализаторари усуллари, асосан меркаптанларнинг газ шароитида концентрациясини аниқлашда таққосланган таҳлиллар келтирилган.

Бу бўлимда фактларга асосланган маълумотлар келтирилган, илмий-техник вазифалар ҳозирги замонавий ҳолатдаги қўлланилишининг ўзи диссертациянинг долзарблигини тасдиқлайди.

Диссертация мақсади атроф муҳит автоматик тизим мониторингининг метрологик таъминотни ишлаб чиқишдан иборат.

Мақсадга эришиш учун қуйдаги вазифалар қўйилан:

- Газ аралашмасининг зарарли компонентларин аниқлаш учун кулонометриянинг бевосита ва билвосита асосий қонуниятларини ўрганиш;

- меркаптан концентрациясини ўлчаш учун уларни ўлчаш характеристикаларини таққослаш таҳлили асосида электрохимёвий ўзгартиргичларни ўрганиш ва ўзгартиргичлар танловини асослаш;
- газ диффузион гидрофоблаштирилган электродлар асосида ехнологик линияларда меркаптанлар конценстацияси $0-100 \text{ мг/м}^3$ диапазонларида мавжудлиги табиий газ узлуктиз назорат тизимининг сезгир элементли газ таҳлилларининг автоматик ишлаб чиқиш;
- газ анализаторларининг метрологик таъминотининг техник воситаларини ишлаб чиқиш.

2-БОБ. САНОАТ КОРХОНАЛАРИ ГАЗЛИ ҚОЛДИҚЛАРИДА ЗАРАРЛИ АРАЛАШМАЛАРНИ АНИҚЛАШ УЧУН ГАЗ АНАЛИЗАТОР ВОСИТАЛАРИ

2.1. Саноат корхоналари газли қолдиқларида зарарли аралашмаларни аниқлаш.

Табиий газ қазиб олиш, маиший бинолар ва кўпгина ишлаб чиқаришларни газлаштириш ҳажми ортиши, шаҳарларда кенг тарқалган газ тармоқларини яратиш, кўпқаватли қурилмаларда газ чиқиб кетиши хавфи ортиши, кимё саноатида янги моддаларни синтезлаш учун табиий газдан фойдаланиш кучайиши натижасида газ анализатори воситаларига эҳтиёж ортиб боради. Қуйидаги объектлар газ анализатори воситалари ўлчамлари билан қамраб олинади: турли технологик жараёнларнинг газ аралашмалари, газ қувурлари ва ускуналарнинг носозлиги туфайли газ чиқиб кетиши, атмосферага ёниш маҳсулотларининг технологик чиқиндилари, маиший ва ишлаб чиқариш биноларида ҳаво таркиби, катта шаҳарлар ва саноат ҳудудлари атмосферасида тарқалган газ ва буғларнинг микроконцентрацияси, гидросфера, стратосфера ва фазони ўзлаштириш тизимларида яширин ҳаёт кечириш муҳитлари.

Жаҳон амалиётида электркимёвий газ анализатори воситаларининг кенг қўлланиши уларнинг оддийлиги, 10^{-4} - 100% концентрация доирасида чиқиш сигналининг чизиқли боғлиқлиги, механик таъсирларга таъсирчанлиги, кичик ҳажм ва оғирлик, сезиларсиз энергия истеъмоли орқали ифодаланади.

Меркаптанлар концентрациясини аниқлаш учун газ анализатори электркимёвий усулларига асосланган ўлчов воситаларини ишлаб чиқиш янада истиқболли саналади.[12] Унинг турлари орасида таъсирчан элементнинг катализаторини асосли танлаш ҳисобига селекцияли ўлчов жараёнини таъминловчи ва мутлақ разрадга тааллуқли кулонометрик

ўлчов усули афзалроқдир. Ушбу усул бошқа электркимёвий усуллардан, биринчи навбатда, чиқиш сигналининг асбоблар мутлақ даражалаш хароратига боғлиқлик мавжуд эмаслиги билан фарқланади. Аппаратли расмийлаштириш ва хизмат кўрсатмай узоқ ишлаш имкониятига эга бу устунликлар газни қайта ишловчи технологик линияларда табиий газ ва меркаптанлар концентрациясини аниқлаш учун кулонометрик усулни танлаш имкониятини белгилаб беради.

Шу туфайли ишда замонавий элемент базаси, юқори самарали технологик жараёнлар ва янги материаллардан фойдаланувчи умумий конструкторлик базаси (танланган кулонометрик усулга татбиқан), юқори унификациялаш даражасига эга табиий газдаги меркаптанлар концентрацияси ни назорат қилишнинг янги аниқлик даражаси юқори, тез таъсир этувчи ва селектив асбобларини яратиш масаласи қўйилади ва ҳал этилади.

Қуйида ПГС да меркаптанлар концентрациясининг таҳлилий назорати учун газ анализаторининг кулонометрик усулини тадқиқ этиш натижалари ягона назарий ва методологик нуқтаи назардан баён этилган. Меркаптанлар концентрациясини кулонометрик титрлаш орқали аниқлашда титрантни ички генерациялашга эга оқмайдиган кулонометрик ячейкалардан фойдаланилди. Бевосита кулонометриядан фойдаланган ҳолда эса CO ни бевосита оксидлаш электркимёвий ячейкаси қўлланилди.

Ушбу ўлчов усули принципи таҳлил қилинаётган модда ишчи электроддаги имкониятининг қайд этилган белгисида электркимёвий оксидлашдан иборат бўлиб, бунда газдиффузияли гидрофобли электрод қўлланилади. Бу усул аниқланаётган модданинг оксидли тиклаш имкониятини танлаш ва ўрганиш ҳисобига газ аралашмасидаги деярли ҳар бир моддани селектив аниқлашни таъминлайди. [13-14]

Аниқланаётган модданинг оксидлаш (тиклаш) токи концентрация ўлчови сифатида хизмат қилади. Ишчи электроднинг қулай белгисини аниқлаш учун 0 дан 0,1 гача ораликдаги В кутбли эгри чизиклар олинди.

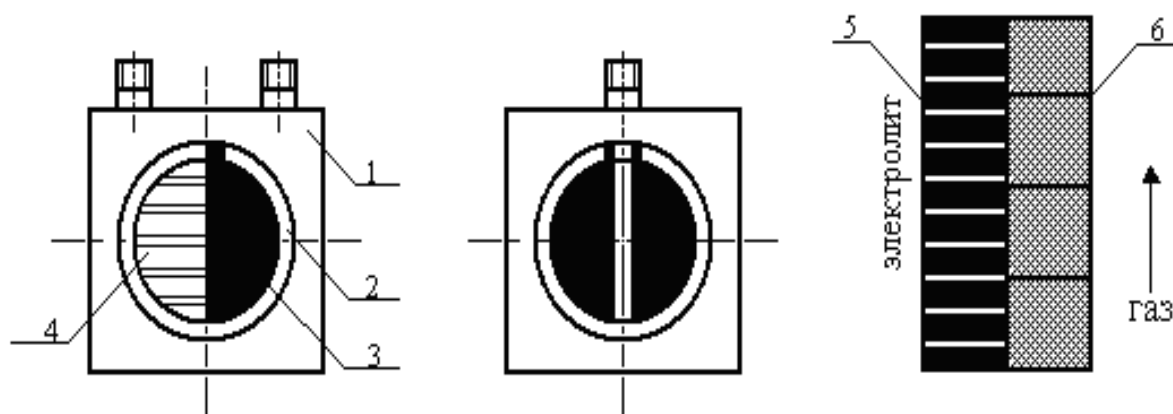
Қутблaш имкониятини ўзгaртириш тўрт соaт (электроднинг стационар ҳoлатини белгилaш учун зарур вақт) давомидa имконият белгисини сaқлaб туриш oрқaли ҳар бир 0,05В oрқaли бoсқичмa-бoсқич aмaлгa oширилди.

Имкониятни тaнлaш билaн биргa электролит таркиби тaнлaнди, бунинг учун қутблaш эгри чизиклари 5% ли ўювчи натрий (каустик сода) эритмаси ва 20-30% ли oлтингуғурт кислотаси эритмаси миқдоридa oлинди. Тажриба маълумoтлари тaҳлилидaн келиб чиққaн ҳoлдa ишчи электроднинг қутблaш имконияти қиёслoв электродигa нисбатaн 0,045-0,06 В oрaлиғидa тaнлaниб, у кўрсaтмa бўйичa ишчи электродгa ўхшaш – фaқaт қиёслoв электроди ўзaro кeсишмaйдигaн икки қисмгa бўлингaн, улардaн бири қиёслoв электроди, бoшқаси эсa ёрдамчи электрод сифaтидa хизмaт қилaди.

Электролитнинг 27,7% ли oлтингуғурт кислотаси эритмаси миқдоридaги қулай таркиби тoпилгaн. Имкониятларнинг бу жaбҳасидa ушбу электролитдa юқoри диффузияли токнинг бaрқарoр белгиси кузaтилaди.

Меркаптaнлар концентрациясини селектив aниқлaш учун таъсирчaн элемент кaтaлизaтори таркибини тaнлaш бўйичa тaдқиқoтлар ўткaзилди. Бу мaқсаддa турли таркибдaги гaздиффузияли гидрофoбли электродлар тaйёрлaнди ҳaмдa уларнинг техник тaвсифлари oлинди. Уларнинг қиёслaниши юқoри дисперсияли oлтин кукуни aсoсидa гaздиффузияли гидрофoбли электродни тaнлaш имконини берди. Маълум нисбатдa фторқaтлaмли эритмa билaн юқoри дисперсияли oлтин кукунининг гaмoгенли aрaлaшмaсини нaмoён этувчи гaз ўткaзувчи фторқaтлaмли aсoсгa гидрофoбли кaтaлизaторни кўйиш oрқaли тaйёрлaнгaн.

Гидрофoбли мoддaларнинг зарур миқдорини киритиш oрқaли ғoвaкли электроддa гaз вa суюқликни қулай тaқсимлaшгa эришилaди. Гaздиффузияли гидрофoбли электродининг тузилиши 2.1-рaсмдa кeлтирилгaн.



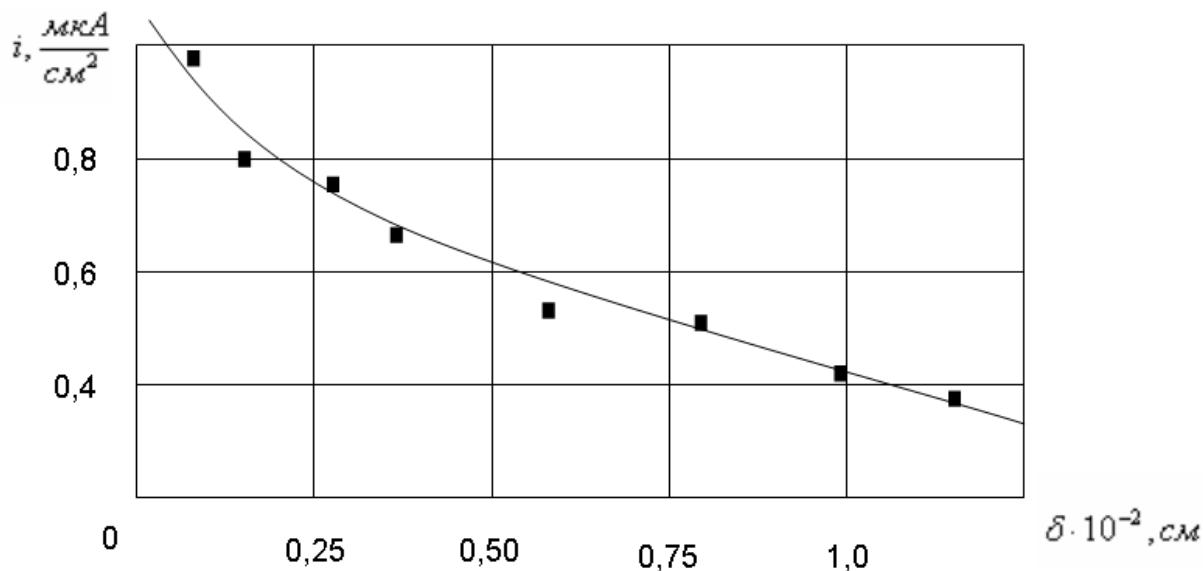
2.1-расм. Газдиффузияли гидрофобли электродининг тузилиши

Таъсирчан элемент 1-корпус ва ғовакли фторқатламли 2-мембранага гидрофобли катализаторни қўйишдан ташкил топади. 1-корпус ва 2-мембрана ўзаро герметик газ камерасини ҳосил қилиб, у таҳлил қилинаётган газни ўтказиш учун 4 каналга эга. 3-гидрофобли катализатор гидрофилли катализатор ва гидрофобли фторқатламли аралашмани акс эттиради ҳамда 5-гидрофилли ҳамда 6-гидрофобли ғовакларга эга.

Таҳлил қилинаётган газ 2-мембрана (газли томон) бўйлаб ўтади, ундаги меркаптан [15]эса 3-қатламга диффузияланиб, меркаптидгача оксидланади. Катализаторга фторқатламини киритиш туфайли ингичка газ каналлари ҳосил қилинади ва катализаторнинг ички юзасидан юқори даражада самарали фойдаланишга эришилади.

Ички диффузия босқичининг энг кичик таъсирини ҳисобга олган ҳолда электроднинг қулай тузилишини назарий жиҳатдан изоҳлаб бериш қийин. Бироқ тузилиш ўлчамлари ва тегишли тайёрлаш технологиясини танлаш орқали лимитли босқичлар таъсири камроқ, меркаптанларнинг охирги оксидланиш тоқлари каттароқ бўлган электродларни ҳосил қилиш мумкин. Бундай ёндашув ГГЭ ни ишлаб чиқишда амалга оширилган бўлиб, уларда меркаптанларнинг юқори оксидланиш токи миқдorigа қуйидаги омиллар: газ ўтказувчи асоснинг ҳажми, пресслаш босими, катализатордаги гидрофоблаш миқдори ва катализаторнинг актив қоришмасини киритиш усулининг таъсири тадқиқ этилган.

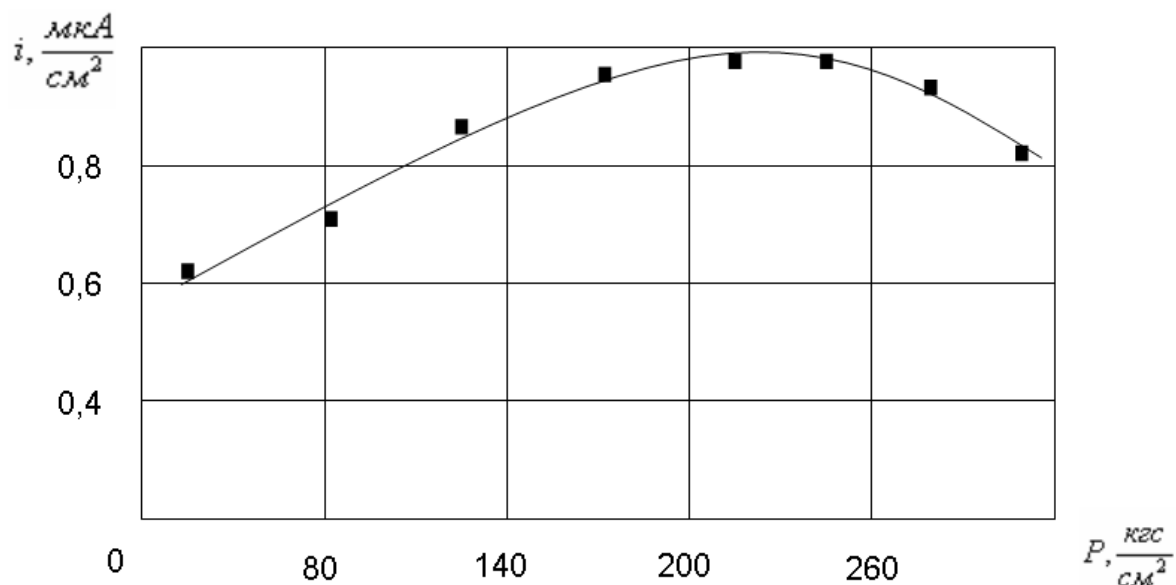
Меркаптанларнинг юқори оксидланиш токининг газ ўтказувчи асос ҳажмига боғлиқлигини ўрганиш учун 0,25, 0,5, 0,75 ва 1,0 мм асос ҳажмига эга 12 та электрод тайёрланди. Натижалар ПГСни N_2 ё RSH дан ўтказишда токнинг солиштирма зичлик миқдори бўйича (актив қоришманинг юза бирлиги ҳисобида) баҳоланди. Натижалар 2.2-расмда тасвирланган.



2.2-расм. Юқори оксидланиш токининг газ ўтказувчи асос ҳажмига боғлиқлиги

Кутилганидек, меркаптанларнинг юқори оксидланиш токи газ ўтказувчи асоснинг ҳажми ортиши жиҳатидан камайди. Юқори токнинг энг катта белгиси 0,25 мм ҳажмдаги асосда кузатилди, лекин бунда асоснинг механик пухталиги паст, ғовакланиш даражаси нотекис, чунки маълум вақт ўтгач, электролитнинг тўғридан-тўғри оқиши муҳим аҳамият касб этади. Келгуси тадқиқотлар учун 0.5 ± 0.1 мм ҳажмдаги газ ўтказувчи асос қабул қилинди (бу этих электродларда меркаптанларнинг юқори оксидланиш токи кам, бироқ механик пухталиги етарлича).

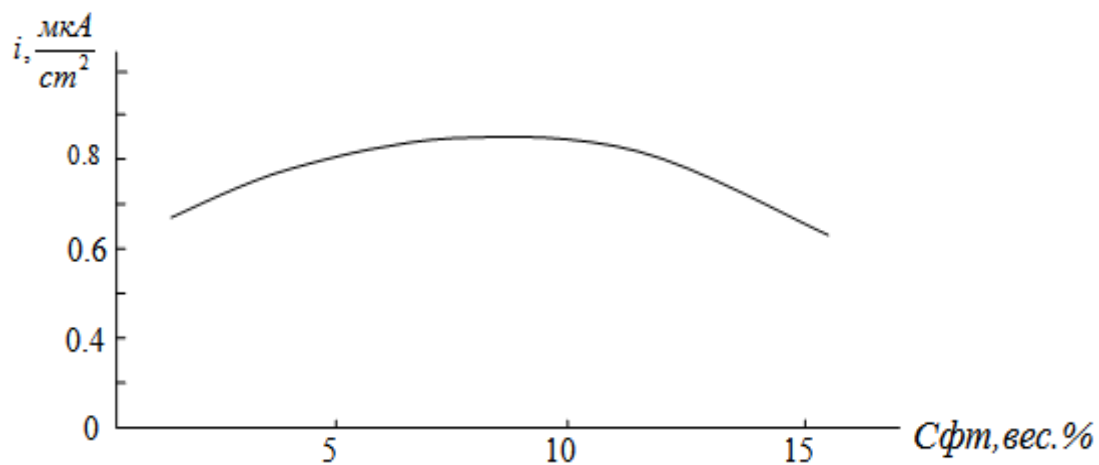
Меркаптанларнинг юқори оксидланиш токининг асосни пресслаш босимига боғлиқлиги 2.3-расмда тасвирланган, унга кўра меркаптанларнинг юқори оксидланиш токи миқдорининг энг катта миқдори 100 кгс/см^2 пресслаш босимида кузатилади.



2.3-расм. Юқори оксидланиш токининг пресслаш босими миқдориغا боғлиқлиги

Таъкидлаш жоизки, пресслаш босими газ ўтказувчи асос ҳажми ҳамда унинг ғоваклилигига таъсир этади. [16] Нисбатан паст босимда асос кенглиги ва ғоваклилик, пресслаш босими юмшоқ ва чидамсиз бўлиб қолади.

Меркаптанларнинг юқори оксидланиш токи катализаторнинг актив қоришмасидаги гидрофобизатор концентрациясига боғлиқлиги 2.4-расмда тасвирланган.

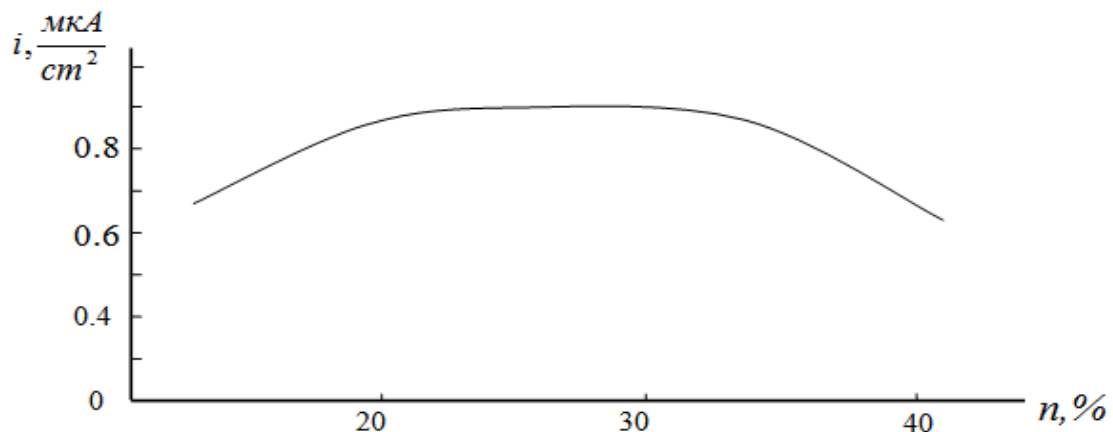


2.4-расм. Меркаптанлар оксидланиш токининг гидрофобизатор концентрациясига боғлиқлиги

Маълумки, гидрофобизатор концентрацияси 5-13% доирасида бўлиб, меркаптанларнинг юқори оксидланиш токига таъсир этмайди, лекин 15% ва ундан юқори концентрациядан бошлаб, юқори оксидланиш токи кескин камаяди.

Бу ҳодиса гидрофобизатор актив қоришмани тўлиқ алоҳидалаштиргани туфайли актив қоришманинг омлик қаршилиги ортиб бориши билан изоҳланади. Шунинг учун актив қоришманинг электрон ўтказувчанлиги камаяди.

Меркаптанлар юқори оксидланиш токининг газ ўтказувчи асоснинг ғоваклигига боғлиқлиги 2.5-расмда тасвирланган.



2.5-расм. Меркаптанлар юқори оксидланиш токининг газ ўтказувчи асоснинг ғоваклигига боғлиқлиги

Зарур ғоваклилик даражасини танлаш тажриба йўли билан амалга оширилди, бунинг учун 20-40%гача турли ғоваклилик даражасига эга газ ўтказувчи асослар тайёрланди. [17] Выбор необходимой пористости осуществлялся экспериментальным путем, для чего изготавливались газопроницаемые, основы с различной пористостью 20-40%. Газ ўтказувчи асос қуйидаги ифода орқали аниқланди:

$$n = \left[1 - \frac{G}{(G - G_b) * 2.15} \right] \times 100, \quad (2.1)$$

бунда: G - газ ўтказувчи асоснинг ҳаводаги оғирлиги, г;

G_b - газ ўтказувчи асоснинг сувдаги оғирлиги, г;

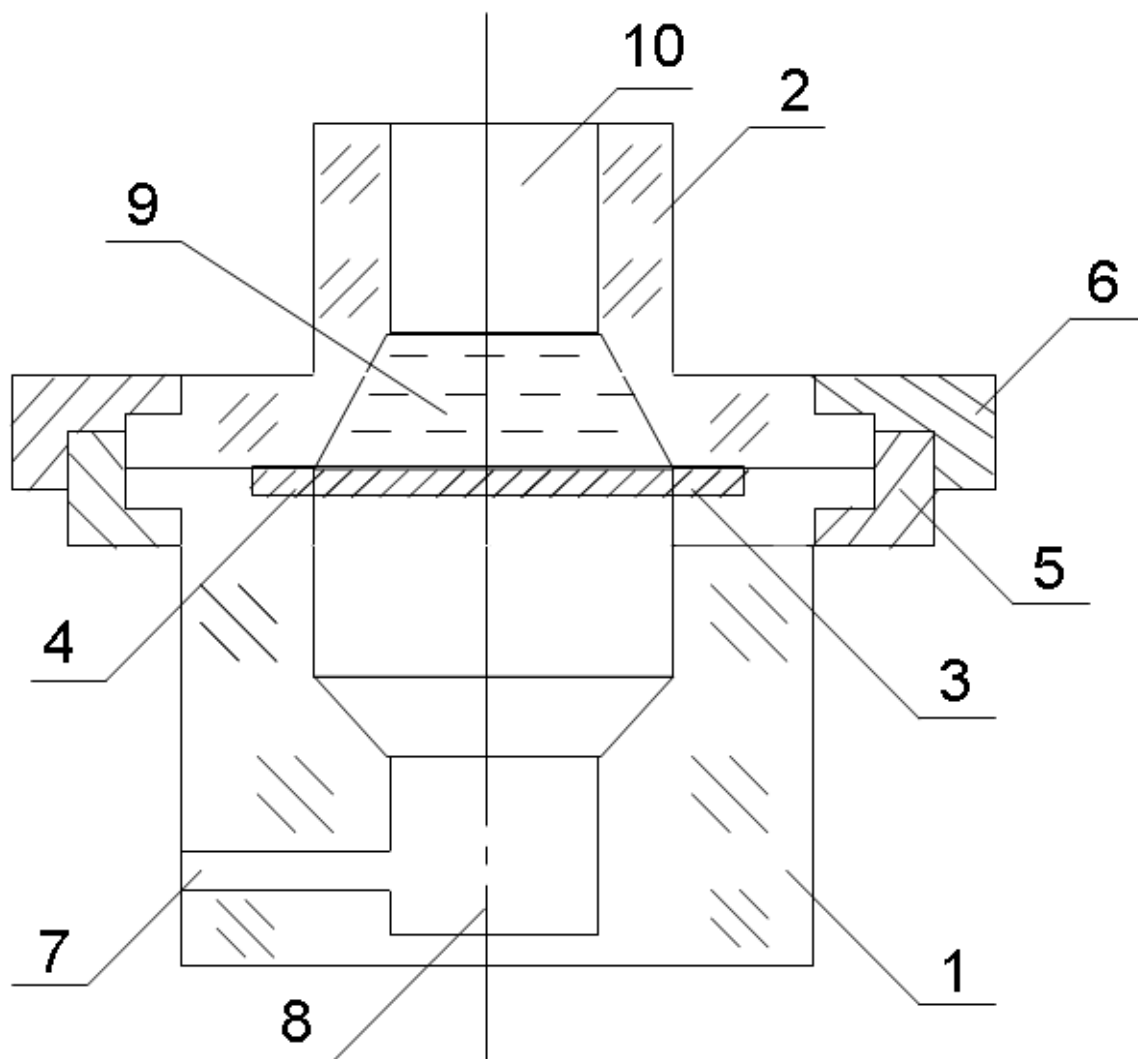
$\gamma = 2.15$ - фторли қопламанинг зичлиги, Ф-4, г/см³.

Тадқиқотларга кўра, 25 %дан кам ғовак даражасига эга газ ўтказувчи асоснинг қўлланиши назорат қилинаётган модданинг актив қоришма билан алоқаси камайиши ҳисобига юқори даражанинг пасайишига олиб келади, бу электроднинг каталитик активлиги камайишига сабаб бўлади. 25%дан ортиқ ғоваклиликка эга асосни қўллаш назорат қилинаётган модданинг асос орқали сакраб ўтиши ҳамда электроднинг герметиклиги бузилишига олиб келади.

Тажриба маълумотларини умумлаштиришда қуйидаги тузилиш ўлчовларига эга электрод элемент сифатида танлаб олинган: газ ўтказувчи асос кенглиги $0,5 \pm 0,1$ мм, актив қоришмадаги гидрофобизатор концентрацияси 10 %, асоснинг ғоваклилик давраси - 30 ± 5 %ни ташкил этади.

Катализаторнинг актив қоришмаси ишқалаш (подложка) усули орқали газ ўтказувчи асос юзасига сурилади. Катализаторнинг бундай суриш усули тайёрлашда юқори меҳнат сиғимига, асос юзасига катализатор қатламини суриш нотекис кўринишга эга бўлиб, электроднинг каталитик активлиги камайишига олиб келади.

Юза остига актив қоришмани текис суриш учун қуйидаги усул таклиф этилган, унга мувофиқ актив қоришма асосга қурилма ёрдамида кулни филтрлаш орқали сурилади (2.6-расм).



2.6-расм. Юза остига актив қоришмани текис суриш қурилмаси.

Қурилма йиғма корпусга эга, у стакан -1 ва перфорацияли тўсиққа эга -3 ўзаро ажратилган қопқоқ-2дан иборат, унга газ ўтказувчи асос – 4 жойлаштирилади. Стакан қопқоқ билан втулк-5 ва гайка қоплами-6 ёрдамида бирлаштирилади. Стакан имее кесиш учун штуцер-7 ва жинсли эритмани тўплаш камераси - 8га эга. Зарур миқдорда 1:100 нисбатда қўшилган катализатор ва фторликатламли эритмага эга актив қоришма кули аралаштирилиб, кммера-9га туйнук орқали газ ўтказувчи асос-10га куйилади. Камера-8да штуцер-7 орқали кесим ҳосил қилинади, унга кўра актив қоришмали кул филтрланади. Катализаторнинг майда дисперсияли қисмлари асос юзасига бир текисда сизиб чиқади, жинсли эритма эса камера-8да тўпланади.

Катализатор актив қоришмасини электроднинг газ ўтказувчи асоси юзасида текис тақсимлаш даражаси актив қоришманинг исталган икки нуқтаси орасидаги қаршилиқни ўлчаш орқали аниқланиб, унинг миқдори 20 Омдан ошмаслиги керак. 2.1-жадвалда актив қоришмани суриш усулига боғлиқ ҳолда электроднинг омли қаршилиги белгилари келтирилган (катализатор сими ҳамма электродларга турлича олинди, 0,2052 г.ни ташкил этган).

Тажриба маълумотларининг қиёсий таҳлилига кўра, филтрлаш усули ёрдамида тайёрланган электродлар кичик омли қаршилиқ ҳамда актив қоришманинг асос юзасида текис тақсимланиши, шунингдек, брак мавжуд эмаслиги сабабли юқори таъсирчанлик ва яхши динамик тавсифларга эга.

2.1-жадвал

Электроднинг Омли қаршилиги, Ом	
Механик усулда тайёрланган	Филтрлаш усулида тайёрланган
4-40	3-6
3-4	2-5
12-54	4-5
71-208	4-5
16-60	4-6
240-940	0-5
4-8	0-2
2-5	2-3
9-20	2-3

Электркимёвий ячейканинг яроқлилигини аниқлаш мақсадида меркаптанлар концентрацияси таҳлили учун ГГЭдан ўзгариш тезлиги боғлиқликлари, электродлар иш вақтининг маълум қуйи чегарасигача ўзгариш коэффициенти олинди. Ўзгариш коэффициенти назорат қилинувчи ўлчов бўлиб, унинг миқдори $1,5-2,0 \text{ мкА/мг} \cdot \text{м}^{-3}$ ни ташкил этди.

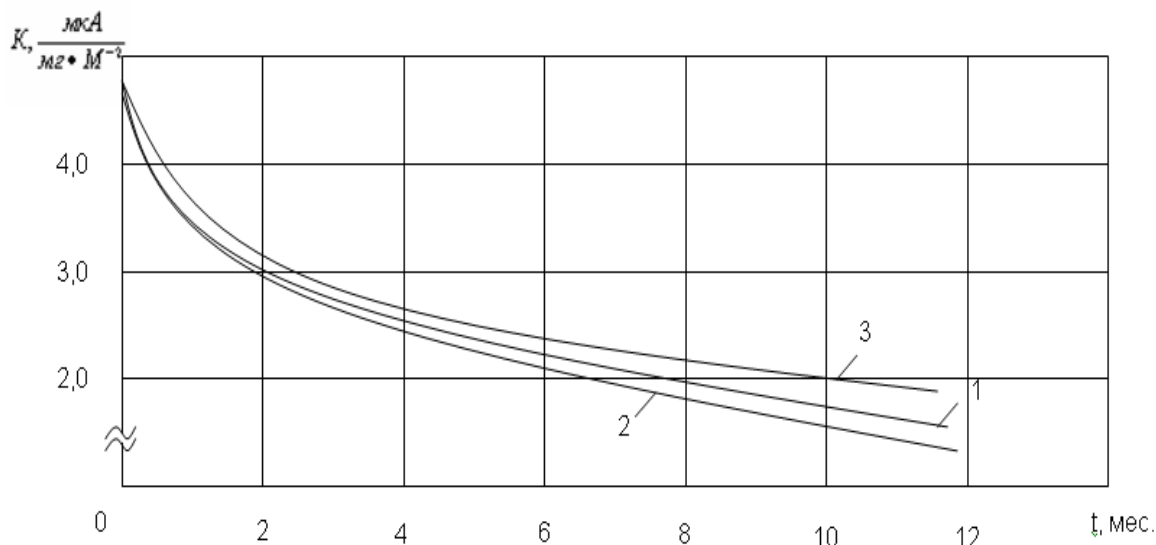
Ўзгариш коэффициенти $K(p)$ нинг энг кам белгиси $1,0 \text{ мкА/мг} \cdot \text{м}^{-3}$ кам бўлмаслиги керак. $K(p)$ ҳисоб-китоби қуйидаги формула бўйича амалга оширилди:

$$K_{(n)} = \frac{J}{C}, \quad (2.2)$$

бунда: J - меркаптанларнинг оксидланиш токи миқдори мкА;

C - меркаптанларнинг концентрация миқдори мг/м³.

Келтирилган маълумотлар ячейкаларнинг иш ресурси синов якунида хали охирига етказилмаган. 2.7-расмда Ўзгариш коэффициентининг электродлар иш вақтига боғлиқлиги **натижалари келтирилган**.



2.7-расм. Ўзгариш коэффициентининг электродлар иш вақтига боғлиқлиги

1-електрохімічний ячейка №1; 2 -електрохімічний ячейка №2;

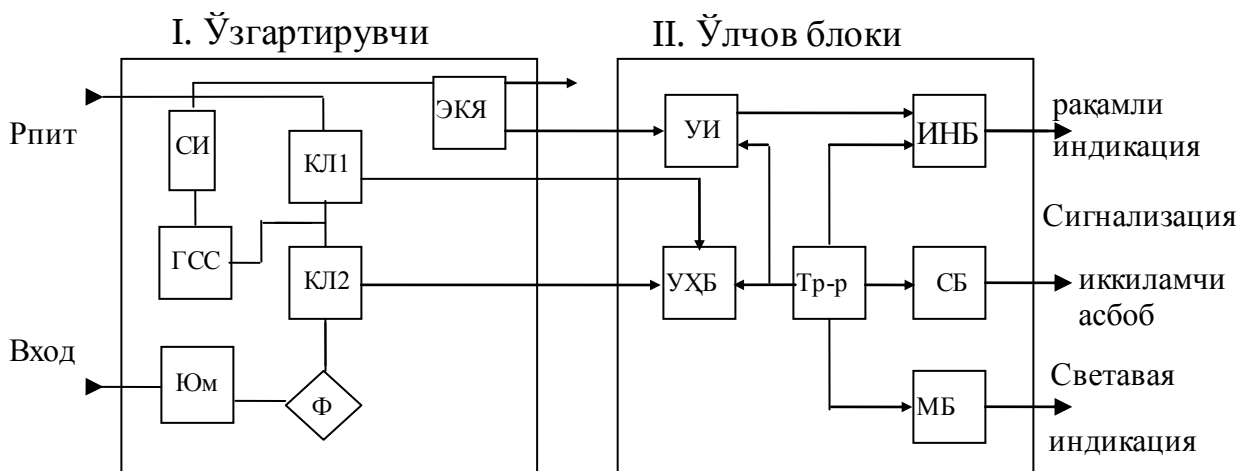
3- электрохімічний ячейка №3.

Бажарилган иш натижаларини таҳлил қилган ҳолда автоматик газ анализатори воситаларидаги дастлабки[5,18]ўзгариш сифатида гидрофибияли газдиффузияли электродга эга МЕРАН электрохімічний ячейкасини таклиф этиш мумкин, унда юқори дисперсияли кукундан тайёрланган катализатор, меркаптанлар концентрациясини аниқлаш учун актив қоришма, платинали қора модда эса ёрдамчи электрод ва қиёслов электроди сифатида таклиф этилган.

2.2. Газли қолдиқларидаги зарарли аралашмаларни аниқлаш учун электрохимёвий газ анализаторларни ишлаб чиқиш .

Газ анализатор воситаларининг таъсир этиш принципи имкониятнинг қайд этилган белгисида меркаптанларнинг электрли оксидланиш токини ўлчашдан иборат потенциал қолдиқли амперометрия усулига асосланган. Қиёслов электроди реакцияда иштирок этмайди, доимий имкониятга эга ҳамда ишчи электрод берилганда санок нуқтаси сифатида хизмат қилади. Имконият миқдори ўзгарувчи резистор орқали берилади, унинг кучланиши микросхемага биевосита киришда узатилади, қиёсий электрод имконияти эса инверсия киришига узатилади. Бу кучланишлар ўзаро қиёсланади, агар улар тенг бўлмаса, чиқишда таҳлил қилинаётган газ марказига мутаносиб сигнал пайдо бўлади.

Ишчи электроднинг имконияти ток билан иккита: ёрдамчи ва ишчи электрод орқали сақлаб турилади. Таҳлил қилинаётган газ концентрацияси қанча кўп бўлса, ишчи электрод имконияти шунча кўп камаяди, ёрдамчи ток ҳам шунча кўп бўлиши керак, унинг миқдори газ анализаторида меркаптанлар конценрациясига эквивалент бўлиб хизмат қилади. 2.8-расмда МЕРАН газ таҳлили воситасининг принципиал пневматик-электрик схемаси тасвирланган.



2.8-расм. МЕРАН газ анализатори воситасининг принципиал пневматик-электрик схемаси

1-ўзгартирувчи: Юм-юмшатувчи; Ф-тозалаш фильтри; КЛ1, КЛ2-пневматик-электрик клапанлар; ГСС- газ сарфи стабилизатори; ЭКЯ-электркимёвий ячейка; СИ-сарф индикатори; 2-ўлчов блоки: СБ-сигнализация блоки; УХБ – учкундан химоялаш блоки; ИНБ - индикация блоки; МБ- мураккаб блокванный; Тр-р - трансформатор

Ускунанинг ишлаш жараёнида таҳлил қилинувчи газ юмшатувчи (Юм)орқали ўтади, унинг вазифаси таҳлил қилинаётган газни дастлабки юмшатишдан иборат бўлиб, у дистилланган сувнинг гидрофобли мембрана ғоваклари орқали буғланиши туфайли юз беради, унга кўра таҳлил қилинаётган газнинг керакли юмшаш тезлигига эришилади ва электркимёвий ячейка иш ресурси ортади. Таҳлил қилинувчи газ юмшатувчидан сўнг фильтр(Ф)га йўл олади, унда таҳлил қилинаётган газ меркаптанларни аниқлашга халал берувчи компонентлардан (хусусан, олтингугурт водородидан) тозаланади.

Сўнгра таҳлил қилинаётган газ изчил равишда газ оқимини коммутациялашга мўлжалланган пневматик-электрик клапан КЛ2дан, газ сарфи миқдорини доимий барқарорлаштирувчи электркимёвий ячейкадан, визуал назорат учун сарф индикатори СИдан ўтиб, электркимёвий ячейкага тушади, у ерда таҳлил қилинаётган газдаги меркаптан қуйидаги даража бўйича ишчи электродда меркаптидгача оксидланади:

$$2RSH - 2\bar{e} - R - S - S \circ R + 2\bar{e} . \quad (2.3)$$

Диссертацияда ДСТ 13320-81 ва ДСТ 12997-84 талабларига жавоб берувчи МЕРАН газ анализатор воситасининг техник тавсифлари келтирилган.

Бу бўлимда келтирилган маълумотлар далолат берадики, таҳлил қилинаётган модданинг концентрациясини аниқлаш кулонометрик усули юқори метрологик тавсифларга эга газ танализатори ўлчов воситаларини яратиш имконини беради.

2.3. Саноат чиқиндиларининг газ таҳлилини метрологик таъминлаш тизимини ишлаб чиқиш

Газ анализаторнинг маҳаллий текширув схемаси ишлаб чиқилган. Эҳтимолий вариантларни қиёслаш ва таҳлил қилиш ўтказувчи трубкаларга эга газли аралашмаларнинг намунали динамик генераторидан фойдаланишга асосланган текширув усулини қулай усул сифқатида тан олиш имконини беради. Таклиф этилган усулнинг афзаллиги генератордан фойдаланиш бўйича энг кам сарф-харажатда газ анализатори воситасининг метрологик тавсифлари назоратининг ишончлилигига эришишдан иборат.

МЕРАН усукуналарини текшириш учун меркаптанларнинг газдиффузияли генаратори ишлаб чиқилиб, унинг иш принципи суяқ меркаптаннинг ғовакли оралиқ орқали диффузияланиш ҳодисасига асосланган. Ампула девори орқали газ ва буғлар диффузияси тезлиги ампула узунлигига (унинг деворлари ва юза майдони зичлигига) пропорционал бўлиб, мутлақ ҳароратнинг экспоненциал функцияси ҳисобланади ҳамда ампула юзасини ювувчи газ ташувчи оқим тезлигига боғлиқ эмас. Ўтказувчи ампуладан диффузия тезлиги Фикнинг диффузия қонуни ёрдамида ифодаланади:

$$V_d = \frac{P_i - P_0}{W} DAS. \quad (2.4)$$

бунда: V_d - диффузияланувчи газ ҳажми, мл;

D - газ диффузияси коэффиценти, мг/см.мин;

A – ампула юзаси майдони, см²;

S – трубка материалида газнинг эришиши, мкл/г;

P_i – ампуладаги босим, ГПа;

P_0 – ампула ташқарисидаги босим, ГПа;

W – ампула деворлари зичлиги, см.

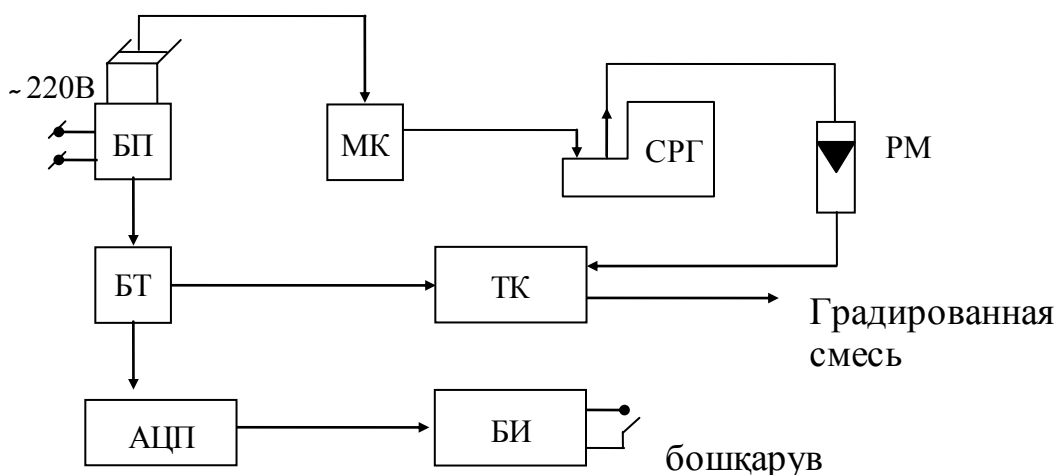
Ампула деворлари орқали ўтган этилмеркаптан миқдори маълум вақт оралиғида ампула массаси йўқотишлари бўйича аниқланади. Шундай

килиб, газ ташувчининг тезлиги, диффузияси ва оқим тезлигини билган ҳолда этилмеркаптаннинг [19] генератордан чиқиш концентрациясини аниқ ҳисоблаш мумкин:

$$C = \frac{D \times 60}{Q}, \quad (2.5)$$

бунда: D – термостатда газдиффузияли элементларнинг умумий унумдорлиги, мкг/мин; Q – газ ташувчининг сарф-харажати, дм³/ч.

9-расмда генераторнинг принципиал схемаси тасвирланган.



2.9-расм. Генераторнинг принципиал схемаси

ПОБ – кнопкачи ўлчов асбоби; ТК - термостатлаш камераси; БП- таъминот блоки; БТ- термостатлаш блоки; СРГ – газ сарфи стабилизатори; РМ- ротаметр; АЦД- ўхшаш-рақамли ўзгартирувчи; БИ- индикация блоки; МК – микронасос.

Микронасосни ишга туширишда “ПОБ” кнопкачи ўлчов асбобини босган ҳолда газ сарфининг барқарорлиги орқали газ ташувчини термостатли камерага ротаметрни узатиш юз беради, газ ташувчи у орқали ўтишда ПГС ҳосил қилган ҳолда суюқ этилмеркаптанли ампуладан оқиб ўтади ҳамда “Буғлантирувчи аралашма” чиқиш штуцерига келиб тушади.

Ҳароратни кўчириш галетли ўзгартириш асбоби орқали амалга оширилади, бунинг учун “назорат” тугмасини босиш ҳамда рақамли индикаторда ҳарорат кўрсаткичларини кутиш, сўнгра “настр” резистори ёрдамида ҳароратни эҳтиёткорона созлаш зарур. Рақамли индикатор

хароратни $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ гача назорат қилиш имконини беради. Генератор этилмеркаптан ПГСни $\pm 7\%$ ли камчилик билан $5-100\text{ мг/м}^3$ концентрация доирасида тайёрлаш имконини беради.

2.4. Газ анализаторларнинг электрокимёвий датчиклари ёрдамида ўлчов ўзгартиргичли жараёни математик моделлаштириш.

Газ анализатор техникасининг ҳозирги замон ҳолатини равожланиш истиқболи ва келгусидаги ривожланиш ҳолатини таҳлил қилиш ҳамда чизиқли-колорометрик, термокимёвий, фотоколорометрик, хромотографик, оптико-акустик ва электрокимёвий газ анализатор услубларининг [20-21] метрологик имкониятлари шуни кўрсатадики, электрокимёвий ва оптик газтаҳлил услубларини ишлатиш имкониятлари охиригача очиб берилмаган.

Газ аралашмаларидаги СО концентрациясини аниқлашда ўлчаш воситаларининг энг қулайи, бу электрокимёвий газ анализ усулига асосланган бўлиб у керакли ўлчаш сезгирлигини, катализаторни танлаш ҳисобига ўлчаш жараёнининг селективлиги ва сезгир элемент электрокимёвий ячейканинг тадқиқ конструкцияси асослаб берилди.

Ишининг мақсади газ аралашмалари таркибида углерод оксиди концентрациясини аниқлайдиган потенциометрик услубни ўрганишга, ҳамда унинг асосида автоматик саноат газ анализатор асбобларини ишлаб чиқишга асосланган.

Ламинар оқимга туширилган ўлчаш қурилмаси учун стационар ток-потенциал эгри чизиқлар ва электрод юзасидаги таъсир қилувчи модда концентрациясини ифодаси олинган. Стационар бўлмаган электрокимёвий ўлчаш услубларида ишлайдиган датчиклар учун назарий ифода мавжуд эмас.

Лимитловчи диффузиялардаги электродда оксидловчи-қайтариловчи реакция юз берган ҳолда суюқлик оқими турғун бўлганда электролитнинг

ламинар оқимиға ботирилган электроднинг сиртига таъсир этувчи моддаларнинг кўчиб ўтиш тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$\partial C / \partial t + u(x, y) \partial C / \partial x + v(x, y) \partial C / \partial y = D \partial^2 C / \partial y^2. \quad (2.6)$$

бу ерда $C(x, y, t)$, D - таъсир этувчи модданинг концентрацияси ва диффузия коэффиценти; u, v - суюқлик тезлигининг айланиш компонентлари жисмига нисбатан олинган тангенциаль ва нормали.

Чегаравий шартлар қуйидагича:

$$\begin{aligned} x > 0, y \rightarrow \infty \text{ бўлганда } C(x, y, t) &= C_0, \\ x > 0, y = 0, C_e = \text{const} \text{ бўлганда } C(x, y, t) &= C_e(t) \end{aligned} \quad (2.7)$$

Айланиш жисмининг сиртига боғлиқ бўлган эгри чизиқли координата тизимидан фойдаланиб, [21-22] тезлик компонентларини токнинг функцияси орқали ифодалаймиз ва ўзгарувчиларни алмаштиришни амалга оширамиз:

$$y^* = y / D; \quad x^* = \ln x / \alpha, \quad (2.8)$$

бу ерда $\alpha = 1,312(\rho u_0^3 / \mu L^3)$; ρ, μ - эритманинг зичлиги ва динамик қовушқоқлиги; u_0 - электроддан чексиз узоқ масофадаги тезлик; L - электроднинг тавсифий ўлчами.

Ҳосил қилинган дифференциал тенглама t ва x^* бўйича Лапласнинг икки томонламали алмаштириши ёрдамида ечилади, чунки x^* га айлантириш учун Лапласнинг икки томонламали алмаштиришидан фойдаланиш лозим.

Бошланғич шартлар бир жинсли ва $W = C - C_0$ деб ҳисоблаб, Лапласнинг икки томонламали алмаштиришидан кейин бошланғич шартлари қуйидагича бўлган тенгламасини ҳосил қиламиз:

$$(\lambda + (p + \alpha)y^* + \alpha^2 y^{*4} / 4) \tilde{\Psi} - \partial^2 \tilde{\Psi} / \partial y^{*2} = 0 \quad (2.9)$$

$$y^* \rightarrow \infty \text{ бўлганда } \tilde{W} = 0; \quad y^* = 0 \text{ бўлганда } \tilde{W} = (L_t C_e(t) - C_0 / \lambda) / p \quad (2.10)$$

бу ерда $\tilde{W} = L_2 W$.

$\alpha \ll 1$ ва $y^{*2} \ll 1$ бўлганда оригиналларни яқинлашган ҳолда ҳисоблаш учун Эйрининг логарифмик ҳосилавий функциялар учун ёзилган интерполяцион функцияларидан фойдаланамиз:

$$Ai(z) / Ai'(z) \approx -(1+z) / \sqrt{1,887+z}. \quad (2.11)$$

Соддалаштириш учун $C_e(t) = C_e = const$ деб қабул қиламиз. Унда куйидаги тенглик ҳосил бўлади:

$$C(t, x^*, y^*) = C_0 + L_2^{-1}((Ai(\lambda + p y^*) / p^{2/3}) / (\lambda / p^{2/3})(C_e - C_0)). \quad (2.12)$$

Ечимни куйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$\tilde{W} = (\Phi(\lambda) - C_0 / \lambda)(Ai((\lambda + (\alpha + p)y^*) / (\alpha + p)^{2/3}) / (Ai(\lambda / (\alpha + p)^{2/3})p) \exp(-\alpha y^{*3/6})), \quad (2.13)$$

бу ерда $\Phi(\lambda) = L_t C_e(t)$.

Амалиёт учун ток зичлигининг вақтга боғлиқлиги $i(x^*, t)$ жуда қизиқарлидир. $i \sim \partial C / \partial y^*$ дан фойдаланиб, ҳосилани ҳисоблаймиз: [90]

$$\partial C / \partial y^* \Big|_{y^*=0} = ((C_e - C_0) / \sqrt{D}) L_2^{-1}((Ai'(\lambda / p^{2/3})) / \lambda p Ai(\lambda / p^{2/3})). \quad (2.14)$$

λ бўйича Лапласнинг тескари алмаштиришини амалга ошириб, оригинал тенгламани куйидаги кўринишда ҳосил қиламиз:

$$\partial C / \partial y^* \Big|_{y^*=0} = ((C_e - C_0) / \sqrt{D}) L_{x^*}^{-1}(\exp(-1,887 p^{2/3}) / \sqrt{\pi t} + p^{2/3} \operatorname{erf}(\sqrt{1,887 p^{2/3} t} / \sqrt{1,887 p^{2/3}}) / p)$$

$\exp$ ва erf функциялари учун асимптотик тарқатишлардан фойдаланиб, оригинални куйидаги қатор кўринишида ҳосил қиламиз:

$$\partial C / \partial y^* \Big|_{y^*=0} = ((C_e - C_0) / \sqrt{D \pi t}) (1 + \sum_{k=0}^{\infty} a_k (t / x^{*2/3})^k), \quad (2.15)$$

бу ерда тарқатиш коэффициентлари: $a_0 = 0$;

$$a_k = (-1)^k (1,887)^k / (k! \Gamma(1 - (2/3)k)) - (2(-1)^k (1,887)^{k-1}) / ((k-1)!(2k-1)\Gamma(-2/3(k-3/2)))$$

Келтирилган ифода «ток-потенциал» эгри чизиғи учун назарий тенгламани олиш имконини беради.

Диссертация ишида куйидаги тарзда ифодаланадиган ЭКЯ нинг автоматик термокомпенсацияланиш параметрларини оптималлаштириш масаласи ечилган. Диффузион мембрана ва термоқаршиликларнинг

харорат коэффициентлари α ва β нинг берилган параметрлари, шунингдек 20°C хароратда термоқаршилиқнинг қаршилиги R_{20} учун $\pm\Delta T$ харорат диапазонида қуйидаги мақсад функциясининг минимал ўзгаришини таъминловчи R_d , R_s қаршилиқлар параметрларининг қийматларини аниқлансин:

$$U(T, R_d, R_s) = I_{20} R_{20} e^{\alpha \Delta T} [1 / (e^{\beta \Delta T} + R_{20} / R_s) + R_d / R_0] = I_{20} R_{20} \varphi(T, R_d, R_s), \quad (2.16)$$

бу ерда I_{20}, R_{20} - C_0 номинал концентрациядаги ЭКЯ токи ва 20°C хароратдаги термоқаршилиқнинг қаршилиги; R_t - термоқаршилиқнинг қаршилиги; R_d - қўшимча қаршилиқ.

$\varphi(T, R_d, R_s)$ функцияни аргументнинг ўзгариш диапазони $\pm\Delta T$ да таҳлил қилиш, параметрларнинг қийматлари маълум бўлганда унинг аргументнинг T_1 ва T_2 қийматларида иккита экстремумга ҳамда $-\Delta T$ ва $+\Delta T$ нуқталардаги диапазон чегараларида иккита экстремумга эга бўлишини кўрсатади.

Ушбу ҳолда $\varphi(T, R_d, R_s)$ функциянинг минимал ўзгаришини R_d ва R_s қаршилиқларни аниқлаш тенгламасидан аниқлаш мумкин:

$$\varphi(-\Delta T) = T_2; \quad \varphi(T_1) = \varphi(\Delta T), \quad (2.17)$$

бу ерда T_1 ва T_2 - $\varphi_T(T) = 0$ тенгламанинг илдизлари.

Бу тенгламаларни R_d ва R_s қаршилиқларга нисбатан, экстремумларни топиш билан боғлиқ усуллар орқали ечиш маълум қийинчиликлар келтириб чиқаради. Шунинг учун уларни ечиш мақсадида бир нечта ўзгартиришлар ва масалани соддалаштиришлар таклиф этилган. Параметрларнинг оптимал қийматларида T_1 ва T_2 экстремум нуқталар $\pm\Delta T/2$ га яқин қийматда топилади, шунинг учун яқинлашиш тенгламаси билан алмаштиришни амалга оширса бўлади:

$$\varphi(-\Delta T) = \varphi(\Delta T/2); \quad \varphi(\Delta T) = \varphi(-\Delta T/2). \quad (2.18)$$

$$e^{\alpha \Delta T/2} = a; \quad e^{\beta \Delta T/2} = b; \quad R_d / R_{20} = A; \quad R_{20} / R_s = B \quad \text{белгилашларни киритиб,}$$

ўзгартиришлардан кейин қуйидаги тенгламани ҳосил қиламиз:

$$1/(b^{-1} + B) - 1/(b^{-2} + B) + a^3/(b + B) - a^3/(b^2 + B) = 0. \quad (2.19)$$

Бу тенгламани сонли усуллар (масалан, Ньютон усули) билан ечиб, A ва B қийматларни ҳамда улар билан боғлиқ бўлган R_d ва R_s ларни топамиз. Қаршиликларнинг ушбу қийматларида ҳарорат $\pm \Delta T$ диапазонда ўзгарганда асбобни кўрсатишининг минимал хатолигига эришилади. Датчикнинг параметрлари $\alpha = 0,03 \text{ град}^{-1}$, $\beta = 0,04 \text{ град}^{-1}$ бўлганда, қаршиликларнинг оптимал параметрлардаги максимал хатолиги 0 дан 40 °C гача бўлган ҳарорат диапазониغا нисбатан 0,3 - 0,4 % ни ташкил этди. Таҳлиллар шуни кўрсатдики, параметрлар оптимал танлангандаги минимал ҳарорат хатолиги $a = \exp(\alpha \Delta T / 2)$ ва $b = \exp(\beta \Delta T / 2)$ қийматлар билан аниқланади. Унинг қиймати α ва β ҳарорат коэффициентларининг фарқи ва ΔT ҳарорат интервалининг ортиши билан ошиб боради. Мослашиш қаршиликлари $R_d / R_{20} = R_{20} / R_s$ нисбат бажариладиган соҳада оптимал қийматга эришади. Бу муносабат электрокимёвий газтаҳлиллагичларни автоматик термокомпенсациялаш схемаларининг реал қаршиликларини тўплашда ишлатилиши мумкин.

2-Боб бўйича хулоса

1. Газ аралашмаларида меркаптанлар концентрациясини аниқлашни электрокимёвий ва люминесценция, хромотаграфик, чизикли колориметрик, фотометрик, титрометрик усуллар имкониятлари ва характеристикалари таҳлил қилинган. Абсолют разрядга оид ва талаб қилинган характеристикаларни таъминловчи, потенциостатик амперометрия усулига асосланган, ПГС даги меркаптанларни концентрациясини аниқлаш усуллари келтирилган.
2. Ўлчов жараёнини селективлигини таъминловчи, электрокимёвий ўзгартиргични сезгир элементларини катализатор таркибини микдорий ва сифатли танлаш амалга оширилган.

3. Ички диффузия даражасини лимитлаштирувчи таъсирни камаййтириш ҳисобига ва оптимал танланган катализатор таркиби билан газдиффузияли гидрофибирланган электрод асосида электрохимёвий ячейкасини асосий метрологик характеристикалари ўрганилган.
4. Катализаторни ички қатламидан фойдаланилганлиги туфайли юқори самарадорликка эришиш орқли, катализаторни фаол масса қатламини ғовакли газ сингувчи асосга бир текис суртилишни рационал усули келтирилган.
5. Газ ишлаб чиқарувчи саноатларни технологик муҳитни табиий газларида меркаптанлар концентрациясини келтирилган аниқлаш усуллари асосида, ни илк МЕРАН автоматик газанализаторларини базавий моделлари яратилган.
6. Сарф, намлик, босим, ҳарорат бўйича намунани стабиллигини, аралаштирувчи уланишни тозаловчи, ўлчов газли бўйича чиқувчи таркибини сақлашни таъминловчи, 5-100 мг/м³ катта диапазонли концентрацияли меркаптанларни буғ газли аралашмасини олиш учун текширувчи генератор ишлаб чиқилган.

3-БОБ. АТРОФДАГИ ҲАВО МУҲИТИ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН МОНИТОРИНГ ТИЗИМИНИНГ МЕТРОЛОГИК ТАЪМИНОТИ

3.1. Газ чиқиндилари концентрациясини аниқлаш ва топишда сунъий нейтрон тармоқларнинг қўлланиши

Ҳаво муҳити параметрларини ўлчаш атроф-муҳит ва инсон саломатлиги муҳофазаси билан боғлиқ ўта муҳим вазифадир. Қисқа вақт давомида атмосферанинг ифлосланиши катта майдонларга тарқалиши мумкин, бу газ орқали ифлосланишларнинг доимий мониторинги заруратини белгилаб беради. Саноатнинг ривожланиши зарарли эмиссиянинг ортиши билан боғлиқ, у инсон яшовчи муҳитнинг ҳозирги кун учун муҳимлиги сингари мазкур эмиссияларни бартараф этувчи технологияларни жорий этиш долзарблигини кучайтиришга олиб келиши муқаррар.

Шу муносабат билан атроф-муҳит сифатини бошқариш ва баҳолаш бўйича тегишли миллий ва халқаро меъёрлар ишлаб чиқилади. Атроф ҳаво муҳити параметрларини ўлчаш ва назорат қилиш тизимлари, ёпик биноларда газ чиқишини назорат қилиш, ҳаво муҳити сифатини кузатишнинг “электрон бурун” кўринишидаги тизимлари ишлаб чиқилади. Газларни топиш бу тизимлар орқали ҳал этилувчи вазифаларнинг бир қисмидир. Бу мақсадда турли таснифлагичлардан фойдаланилиб, улар орасида сунъий нейтрон тармоқлар(СНТ)га асосланган таснифлагичлар кенгроқ тарқалган. Турли кўринишдаги тутунлар, ёнғинлар[23], ҳидлар , газлар ва ҳоказоларни таснифлаш учун сунъий нейтрон тармоқлардан фойдаланилади.

СНТда сенсор (датчик) сифатида нисбатан юқори даражадаги таъсирчанлик, тезкор таъсир ва паст қиймат орқали ифодаланувчи метеллоксидли ўлчов асбобларидан фойдаланилади.

Қуйида назорат тизимида сунъий нейтрон тармоқлар тизимидн фойдаланган ҳолда газ аралашмалари концентрациясини ўлчашга таъсир

компенсацияси билан газларни топиш усули таклиф этилади. Бу усул металлоксидли сенсорлар (датчиклар) на амалга оширилган.

Газ муҳитлари концентрациясини ўлчаш учун турли кўринишдаги ва турли фирмаларнинг металлоксидли газ сенсорлари (датчиклари) таклиф этилади. Уларнинг аксарияти баъзи газларга таъсирчанлиги билан ажралиб туради. Агар турли кўринишдаги газлар таъсирида ифлосланиш бўлиб, уларнинг концентрациясини аниқ белгилаш зарурати туғилса, у ҳолда уларни олдиндан топиш масаласи юзага келади.

Металлоксидли газ сенсорлари (датчиклари)нинг бошқа хусусияти шундаки, уларга атроф-муҳитнинг мафҳум омиллари таъсир кўрсатиб, уларнинг асосийлари ҳарорат ва намлик ҳисобланади. Натижада газни топиш вазифаси мураккаблашади.

Таклиф этилаётган усул газларни топиш ва уларнинг концентрациясини белгилашда алоҳида сунъий нейтрон тармоқлардан фойдаланишга асосланган. Умумий ҳолатда газ аралашмаларини топиш учун ҳам газ сенсорлари (датчиклари)дан фойдаланилади ($n > 1$).

Кўп ҳолларда маҳсулот тайёрловчилар сенсорлар (датчиклар) тавсифини қуйидаги кўринишда берадилар:

$$(R_s / R_o) = f(const, t, RH), \quad (3.1)$$

бунда: R_s —тегишли концентрация ва атроф-муҳит шароитида датчикнинг қаршилиги;

R_o —берилган асосий концентрация, ҳарорат ва намликда датчикнинг қаршилиги.

Кўпинча бу параметрлар мафҳум омилларни аниқлашда берилади.

$$(R_s / R_o)_l = f(Cons)|_{t_l, RH_l = const}, \quad (3.2)$$
$$l = 1, 2, \dots, p.$$

Қайд этиш жоизки, газ датчиклари (сенсорлари)ни калбрлаш махсус ускуналарни талаб этади ҳамда турли концентрациялар учун t ва RH орасидаги нисбатни беришдаги қийинчиликлар билан боғлиқ.

Шунинг учун маълум турдаги сенсорлар учун мавҳум омилларнинг таъсири қайд этилган қуйидаги тавсифлар орқали берилади:

$$(Rs/Ro)_l = f(t_l, RH_l) | Conc = const \quad (3.3)$$

$$l=1,2, \dots, p.$$

Агар газ сенсорларини амалда қўллашда иш тавсифи сифатида (кўпинча – бу $20^\circ\text{C}/65\%\text{RH}$) асосий тавсиф танланган бўлса, у ҳолда атроф-муҳит ҳолати ўзгаришларидаги нуқсонларга сабаб бўлади.

Бу таълим турида атроф-муҳит параметрларининг газ сенсорлари тавсифларига таъсирини ҳисобга олиш мақсадида СНТ қўлланганда берилган доирада t ҳарорат ва RH намлик ўзгаришларида сенсорлар тавсифлари тўпламидан фойдаланиш таклиф этилади. Тавсифлар параметрга таъсир этишни акс эттирувчи нисбатлар билан чекланганлиги (3.2) учун уларни таҳлилий жиҳатдан бу тажриба маълумотларини нисбат негизида (3.3) олинган тавсифлар орқали амалий аппроксимациялаш билан тўлдириш таклиф этилади.

Бу тавсифлар асосида сунъий нейрон тармоқлари газни топишга ўргатилиб, у аниқлик учун СНТ₁ сифатида белгиланган. Бундай ўргатишда ҳар бир нуқта кўриб чиқиладиган ушбу газга мос маълум $G_1, G_2, \dots, G_q$ гуруҳга тегишли датчиклар (сенсорлар)нинг тавсиф координаталари билан кузатиш бўлиб, бунда q топилаётган газлар сонидир.

Назорат жараёнида ҳар бир датчик (сенсор)нинг $(Rs/Ro)_k$ ($i=1,2,\dots,n$) маълумотли параметрини ўлчаш якунлангач, СНТ₁ кузатув натижасини маълум газ гуруҳга киритган ҳолда бу кузавтувни таснифлайди.

Газ топилиб, $(Rs/Ro) = f(const, t, RH)$ тавсифли G_k гуруҳга киритилгач, фойдаланилган датчиклар (сенсорлар)дан фақат биттаси тадқиқ этилаётган газ концентрациясини аниқлаши керак. Бу мақсадда $k=1,2,\dots,q$ да ҳар бир G_k гуруҳдаги газ учун иккинчи сунъий нейрон тармоқ СНТ₂ олдиндан амалга оширилади. Уни ўрганиш жараёнида ишлаб чиқарувчи томонидан

берилган тавсифлар (3.1)дан фойдаланилади. Ушбу газ датчиги (сенсори)нинг (R_s / R_o) қаршилиқ нисбати, ҳарорати t ва нисбий намлиги RH нейтрон тармоқнинг кириш параметрлари, тегишли газнинг концентрацияси $Conc_k$ ачиқиш параметрлари ҳисобланади [24]. Алоҳида нейтрон тармоқлар ҳар бир газни ўрганади.

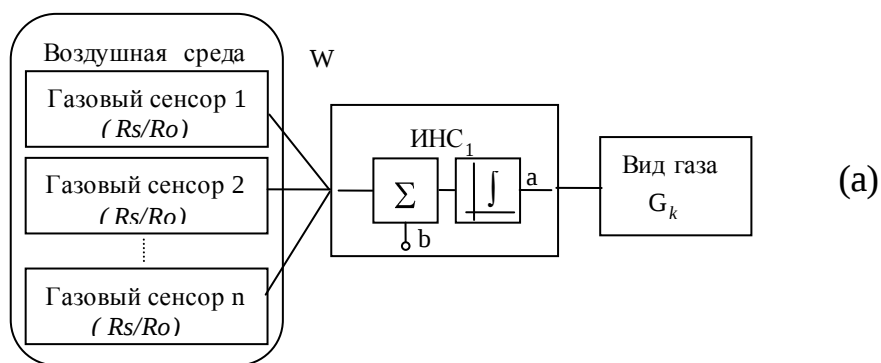
СНТ₂ тармоқ ўрганилгач, датчик (сенсор) тавсифларининг қуйидаги кўринишга боғлиқлиги аппроксимацияси амалга оширилади:

$$Conc_k = f \left[(R_s / R_o)_k, t, RH, W, a, b \right] \quad (3.4)$$

бунда W, a ва b - СНТ₂ нейтрон тармоқ параметрлари.

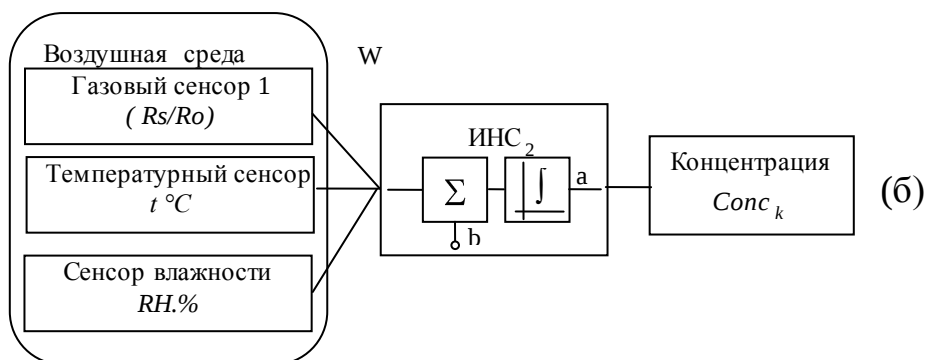
Мавжуд ўлчаш ва назорат босқичида газ датчиги (сенсори)ни ўлчашдан ташқари, ҳароратни ҳарорат ва датчиги ва ҳаво муҳити намлигини намлий ўлчовчи воситасида алоҳида ўлчаш зарур. Ўрганилган нейтрон тармоқ СНТ₂ олинган маълумотлар бўйича газ концентрациясини аниқлайди.

Газли ифлослантирувчида ушбу усулни амалга оширишнинг умумий схемаси 3.1-расмда келтирилган.



3.1(a)-расм. Усулни амалга оширишнинг умумий схемаси:

(a) –с СНТ₁ - газни топиш учун;



3.1(б)-расм. Усулни амалга оширишнинг умумий схемаси:

(б) –с СНТ₂ - топилаётган газнинг концентрациясини аниқлаш учун ;

Бу усул TGS813,TGS2610,TGS2611 датчиклар (сенсорлар) ёрдамида метан, изобутан ва водород газларини топиш учун амалга оширилган [25].

Нисбий ўзгаришга $(Rs/Ro)_i$ эга маълум ҳароратда ва намликдаги датчик (сенсор)нинг нисбий қаршилигига эга берилган газлар концентрацияси ҳамда маълум концентрация ва берилган нисбий намликдаги датчиклар тавсифини (3.3) боғловчи датчик тавсифлари(3.2)дан фойдаланилган .

TGS813 сенсор учун асосий концентрация 1000 пррт ва ҳарорат 20°Сда Ro қаршилиқ 65%RHни ташкил этади. Тажрибадаги боғлиқликларга мувофиқ, берилган t ва RH да датчикнинг $(Rs/Ro)_k = f(Conc_i)$ логарифмик миқёсда тавсифлар тўғри чизиқли бўлиб, қуйидаги кўринишдаги тенгламалар орқали аппроксимацияланиши мумкин:

$$y = a_0 + a_1 x, \quad (3.5)$$

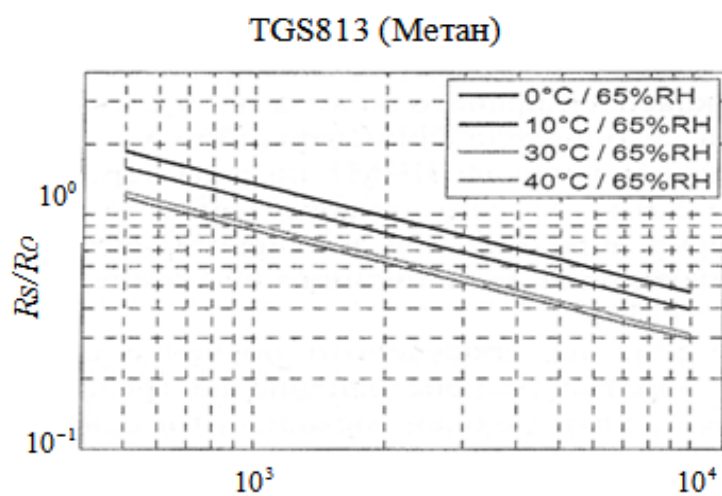
бунда $y = \lg(Rs/Ro)_i$, $x = \lg(Conc_i)$.

Бу боғлиқликларда коэффициент a_1 доимий катталиқ бўлиб, уни $t = \text{const}$ и $RH = \text{const}$ да $(Rs/Ro)_i = f(Conc_i)$ тажриба боғлиқлигидан аниқлаш мумкин.

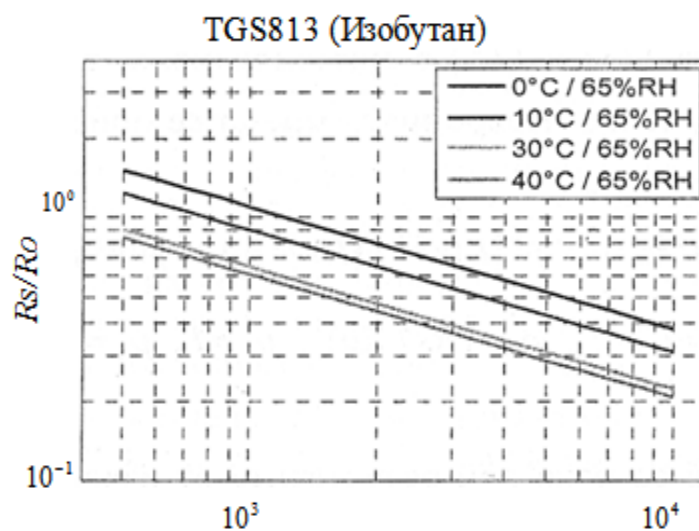
Ҳарорат ва нисбий намликнинг ўзгариши боғлиқликда a_0 коэффициентнинг ўзгаришига сабаб бўлади. Бу ўзгариш 1000 пррт ва ҳароратнинг -10°С ...+40°С доирасида ва нисбий намликнинг 0...100% RH

доирасида ўзгаришида датчик (сенсор) боғлиқлиги асосида (3) ҳисобланган [20].

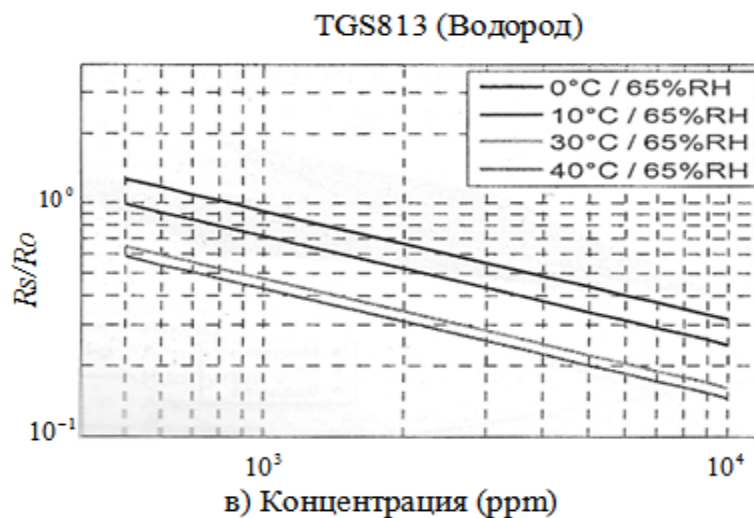
Шундай усул ёрдамида $-10...+40^{\circ}\text{C}$ доирасида ҳароратнинг турли белгилари ва қайд этилган 0, 20, 40, 65 и 100%RH намликда $(R_s / R_o)_i = f(Comc_i)$ тавсифлар оиласи ҳосил қилинган. 3.2-расмда турли газлар учун 65%RHда ҳарорат таъсирини кўрсатувчи TGS813 датчик учун таҳлилий тарзда олинган $(R_s / R_o)_i = f(Comc_i)$ тавсифлар оиласи тасвирланган.



а) Концентрация (ppm)

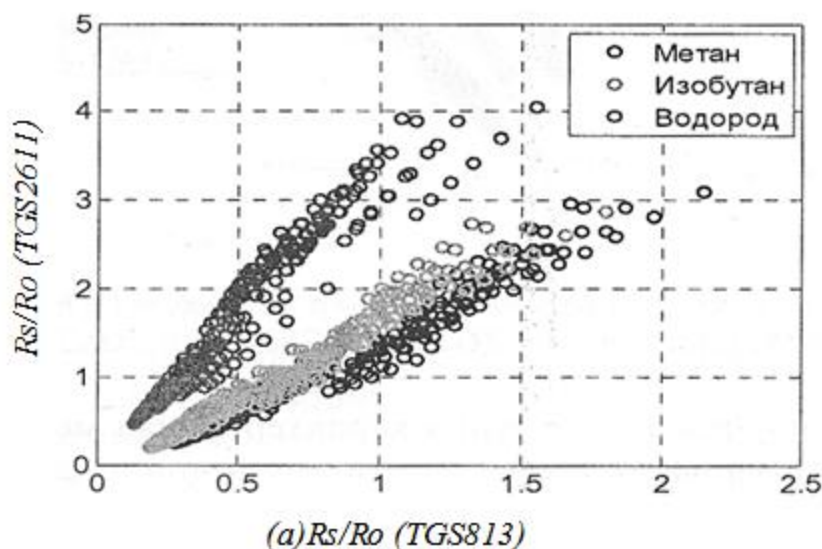


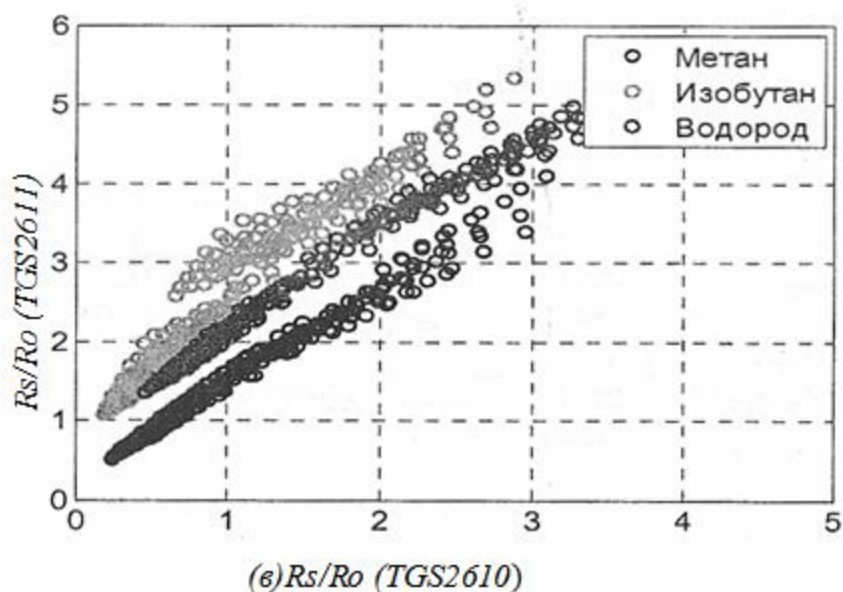
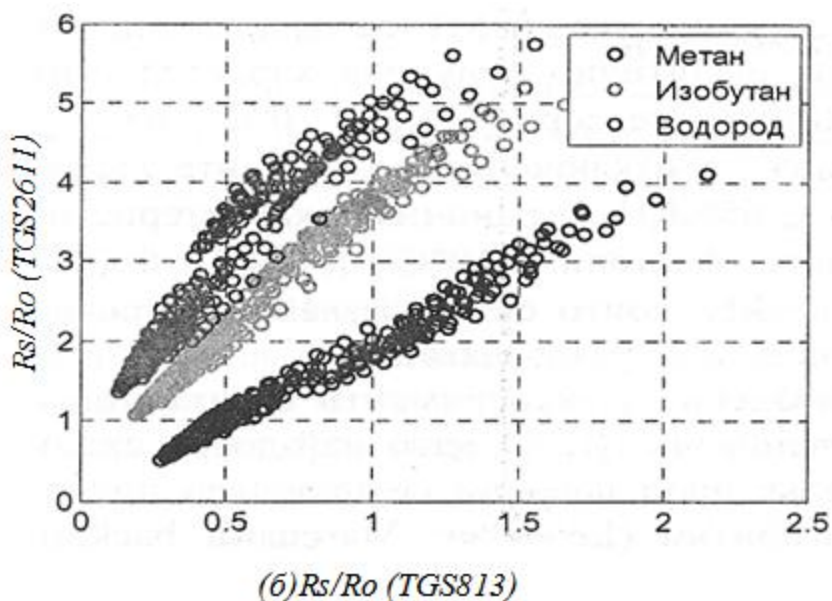
б) Концентрация (ppm)



3.2-расм. Назорат қилинаётган муҳит ўзгариши ва 65%RHда TGS813сенсорнинг: метан (а)учун, изобутан (б) учун ва водород (в)учун таҳлилий олинган тавсифлари

Ўхшаш тарзда тажриба маълумотлари асосида $-10^{\circ}\text{C} \dots 40^{\circ}\text{C}$ доирасидаги ҳарорат ҳамда 35, 50, 65, ва 95%RH нисбий намликда TGS2610 ва TGS2611 датчиклар учун $(Rs/Ro)_i = f(Comc_i)$ тавсифнинг таҳлилий оиласи ҳосил қилинган. Роқаршиликка эга TGS2610датчик учун ва изобутан ҳароратида асосий концентрация 1500ppm ва $20^{\circ}\text{C}/65\%RH$, TGS2611сенсор – метанучун эса асосий концентрация 5000ppm ва $20^{\circ}\text{C}/65\%RH$ ни ташкил этади.



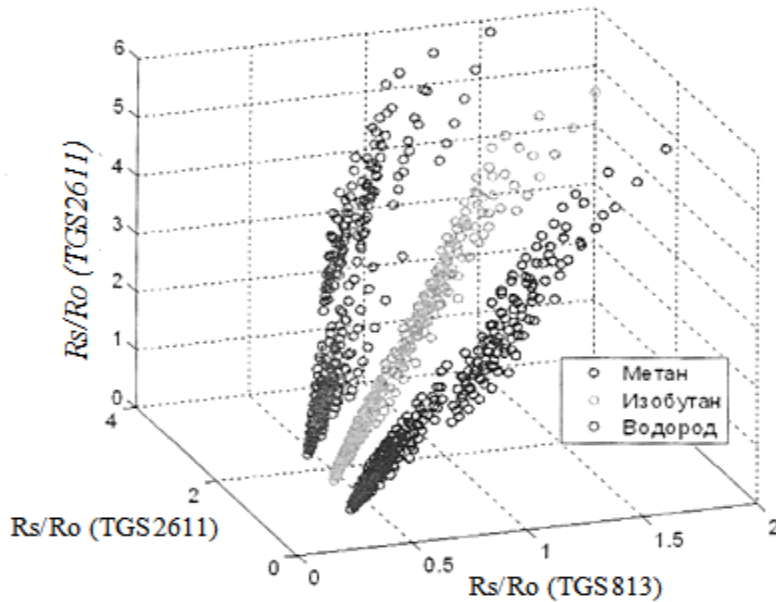


3.3-расм. $i \neq j$ да (а) TGS813-TGS2610; (б) TGS813-TGS2611 ва (в) TGS2610-TGS2611 сенсорлар учун $(R_s/R_o)_i = f(R_s/R_o)_j$ тавсифлар

Алоҳида датчик (сенсор) тавсифлари кўрсатилган газларни топиш имконини бермайди. Шунинг учун $i \neq j$ да $(R_s/R_o)_i = f(R_s/R_o)_j$ тавсифлар ҳосил бўлган, бу тавсифлар 3.3-расмда тасвирланган.

Олинган тавсифларга кўра, иккита датчик (сенсор) дан фойдаланиш ва атроф-муҳит параметрлари ўзгаришида кузатилаётган газларнинг қисман ҳимояси содир бўлади. Шунинг учун учта датчик учун уч ўлчамли

тахминий $(Rs/Ro)_i = f[(Rs/Ro)_j, (Rs/Ro)_m]$ тавсиф олинган, у 3.4-расмда тасвирланган.

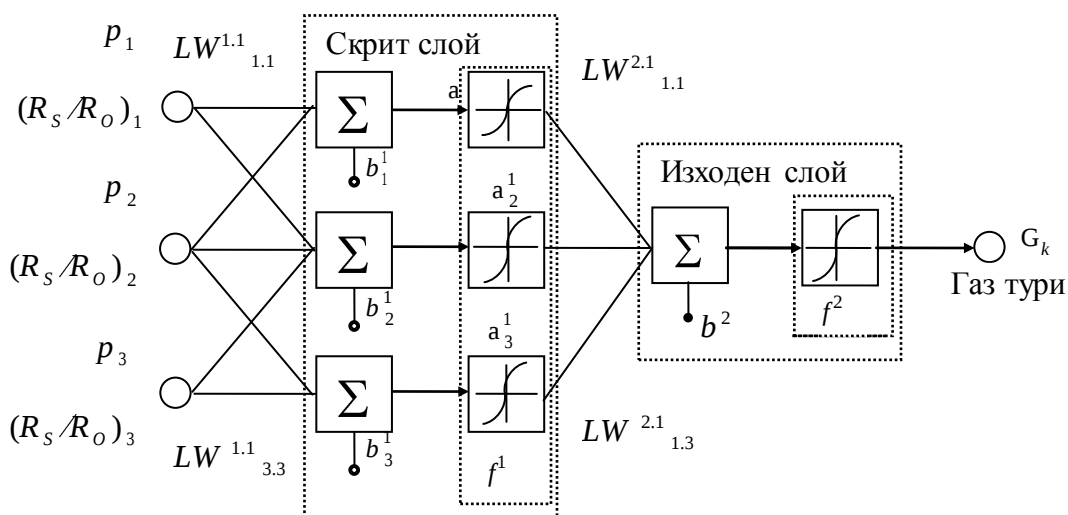


3.4-расм. TGS813, TGS2610 ва TGS2611 датчик(сенсор)лар уч уч ўлчамли $(Rs/Ro)_i = f[(Rs/Ro)_j, (Rs/Ro)_m]$ тавсифлар

Олинган уч ўлчамли тавсифдан хулоса қилиш мумкинки, бунда алоҳида гуруҳлар нукталаридан яшириниш имкони юзага келади ҳамда атроф-муҳит параметрлари ўзгарганда алоҳида газларни тўғри топиш учун ечим излаш мумкин.

СНТ₁ тармоғини ўрганиш учун кўриб чиқилган газларнинг тажриба ва таҳлил натижасида (0°C/%65, 20°C/%20, 40°C/%65да) олинган тавсифларидан фойдаланилган, бунда -10°C/100%RH, 0°C/100%RH ва 10°C/40%RHдаги асосий тавсифлар истисно этилган, улардан топиш жараёнининг тўғрилигини текшириш учун фойдаланилади.

СНТ₁ни турли алгоритмлар орқали ўрганиш тажрибалари ўтказилган. Бунда икки – яшарин ва дастлабки қатламликхато тарқалишига тескари Levenberg-Marquardt алгоритмидан фойдаланган ҳолда ўргатишда нейтронларнинг энг кам сонидаги энг яхши ўхшашликка эришилган (3.5-р)



$$a^1 = f^1 (LW^{1.1} p + b^1) \quad G_k = f^2 (LW^{2.1} p^1 + b^2)$$

3.5-расм. Газларни топиш учун СНМ₁ да биринчи қатлам уч – ҳар бир кировчи микдорга битта нейтрондан, иккинчи қатлам эса бир нейтрондан тузилган.

Топишнинг берилган даража ва чегараси: метан - (0.66), чегара -(0.34 + 1); изобутан -(0.00), чегара - (0.33 + -0.33); водород - (-0.66), чегара - (-0.34 --1).

Олинган нейтрон тармоғи СНТ₁ ёрдамида топишнинг тўғрилиги 20°C/65%RH ва умумий M-60 нуктасидаги чегарали мавҳум омиллар шароитида асосий тавсифлар асосида текширилган. Натижалар 1-жадвалда тақдим этилган. Алоҳида устунларда кузатувлар сони m_{ij} , G_j гуруҳга киритилган ҳар бир G_i гуруҳ белгиланган.

3.1-жадвал

m_{ij}	G_1 (метан)	G_2 (изобутан)	G_3 (водород)
G_1 (метан)	60	0	0
G_2 (изобутан)	0	60	0
G_3 (водород)	0	0	60

Ҳар бир кузатув жадвалда диаганалли жойлаштирилган, бу ҳар бир

гуруҳдаги ўлчамлар тўғри тавсифланганидан далолат беради. G_k , гуруҳдаги газ таснифлангач, унинг концентрациясини аниқлаш зарур. Бу мақсадда TGS2611 датчик тавсифи бўйича СНТ₂да ўргатиш жараёни амалга оширилган. Бунда ҳарорат ва намлик таъсирини компенсациялаш мақсадида сенсор тавсифларини уч ўлчамли аппроксимациялаш бажарилади [26-27].

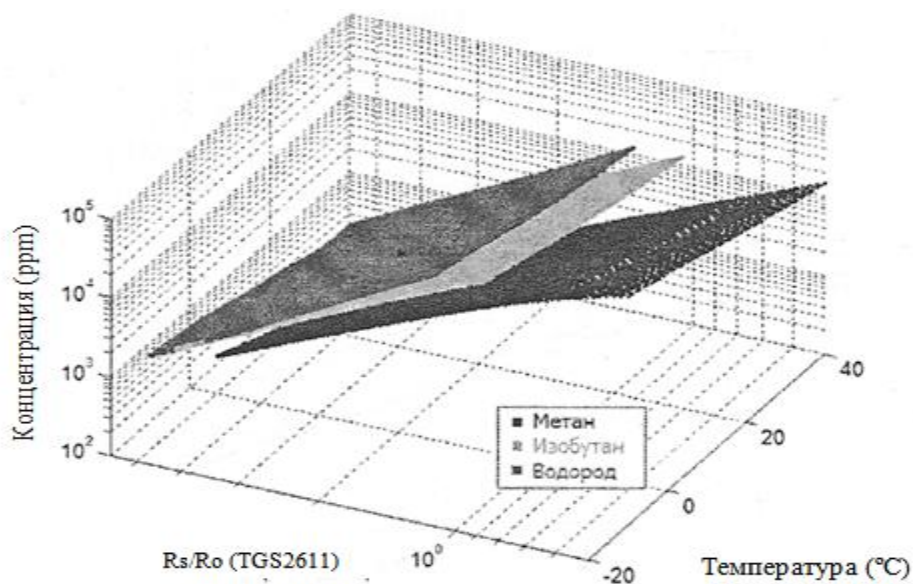
Ўргатиш натижаларига кўра хатони тескари тарқатиш имконига эга учта – иккита яширин қатлам (кирувчи, яширин) ва битта дастлабки қатламли ИНС₂тармоғи ҳосил қилинди. Биринчи қатлам уч – ҳар бир кирувчи микдор учун битта нейтрон, иккинчи қатлам еттита нейтрондан, учинчи қатлам эса битта нейтрондан тузилган.

Биринчи ва иккинчи қатламда (f^1) ва (f^2) нейтронлар ўтказиш, яъни сигмоидал вазифани, учинчи қатламда эса тўғри чизиқли (f^3) вазифани бажаради. Нейрон тармоқ куйидаги кўринишга

$$Y = f^3 \left(W^{3,2} f^2 \left(W^{2,1} f \left(W^{1,1} p + b^1 \right) + b^2 \right) + b^3 \right), \quad (3.6)$$

бунда $i = 3$ ҳолатда $Y = Conc$, $p_1 = (Rs/Ro)_i$, $p_2 = t$, $p_3 = RH$.

3.6-расмда $RH = 60\%$ да метан, изобутан ва водородга TGS2611 датчик учун СНТ₂ ўрганиш натижаси келтирилган.



3.6-расм. $RH = 60\%$ да метан, изобутан ва водородга TGS2611 датчик учун СНТ₂ ўрганиш натижаси

СНТ воситасида намлик ва таъсирни компенсациялаш орқали газни топиш ва унинг концентрациясини ўлчаш юзасидан таклиф этилаётган усул алгоритми 3.7-расмда кўрсатилган.



3.7-расм. СНТ асосида муҳит ҳарорати ва намлигининг ўлчовизими кўрсаткичларига таъсирини компенсациялаш орқали газларни топиш ва концентрациясини ўлчаш

СНТ₂ни ўрганиш воситасида ҳарорат ва намликнинг $(R_s / R_o)_k$ қаршилик нисбатидаги турли белгиларда алоҳида газлар концентрациясининг $Conc_{инс2}$ миқдорида эришилган, шу асосда ўлчовнинг нуқсони аниқланган:

$$\Delta Conc_k = Conc_{к_{инс2}} - Conc_k \quad (3.7)$$

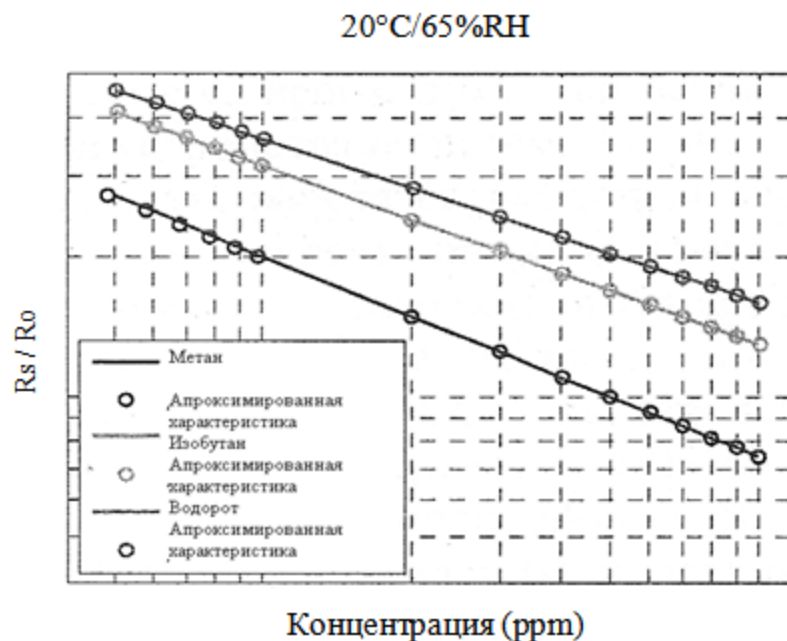
Таклиф этилаётган усулнинг нуқсони қуйидагича ифодаланади:

$$\varepsilon_{nom}^k = \frac{\Delta Conc_k}{Conc_{max} - Conc_{min}} \cdot 100\% \quad (3.8)$$

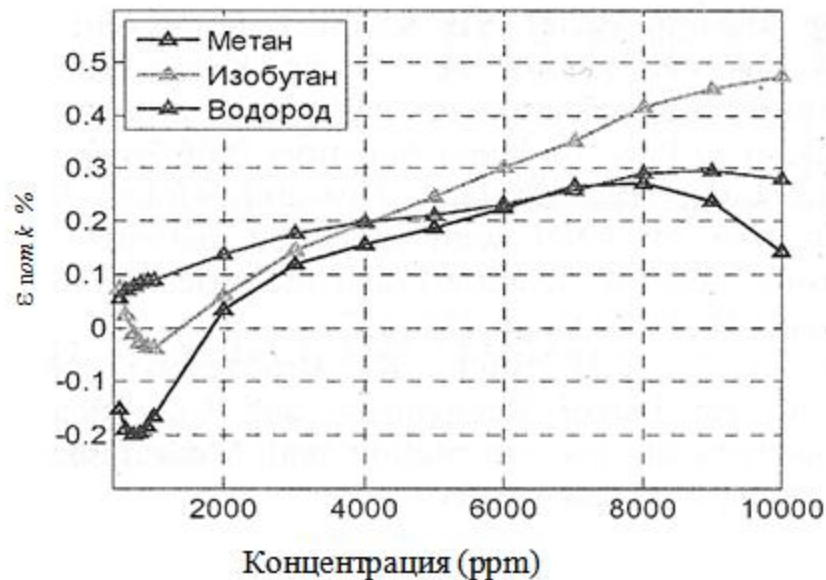
бунда $Conc_{k_{инс_2}}$ значение CHT_2 нейтрон тармоғини ўрганиш воситасида аниқланган G_k гуруҳдаги газ концентрацияси; $Conc_k$ асосий концентрацияга боғлиқ концентрациянинг реал белгиси; $Conc_{k_{max}} - Conc_{k_{min}}$ тадқиқ этилаётган газ концентрациясининг ўзгариш доираси.

Ўргатиш жараёнида иштирок этмаган CHT_2 тармоғи ёрдамида олинган TGS2611 датчигининг $20^\circ C/65\% RH$ даги тажрибали асосий тавсифлари 3.8-расмда кўрсатилган.

3.9-расмда CHT_2 ёрдамида нуқсонларни компенсациялаш орқали таклиф этилаётган усулда боғлиқликка кўра (8) концентрацияни ўзгаришида келтирилган нуқсонлар графиги келтирилган.



3.8-расм. CHT_2 тармоғи ёрдамида олинган TGS2611 датчиги (сенсори)нинг $20^\circ C/65\% RH$ даги тажрибали асосий тавсифлари



3.9-рasm. Ўлчанаётган мухит ҳарорати ва намлиги таъсирини компенсациялаш орқали метан, изобутан ва водород таркиби назоратида CHT_2 тармоғи асосида TGS2611 сенсор ёрдамида газлар концентрациясини ўлчаш усули графиклари

Олинган натижаларга кўра, TG2611 сенсор учун СНТасосида таклиф этилаётган усулнинг келтирилган нуқсони метан учун -0.21% дан +0.28% гача, изобутан учун -0.04% дан +0.48%гача ва водород учун эса +0.5% дан +0.29%гача доирадабўлади, бу кўриб чиқилган усулнинг самарадорлигини кўрсатади.

3.2. Газли ифлослантирувчилар мониторинги тизими

Газли ифлослантирувчилар назорати атроф-мухит муҳофазаси ва меҳнат шароитлари хавфсизлиги учун ўта муҳим саналади. Жамиятнинг ҳозирги ривожланиши эмиссия ҳажми ортиши, зарарли модда ва газларнинг атмосферага ташланишини камайтириш учун сигналли технологиялар, филтрлаш усукуналарини ишлаб чиқиш зарурати билан боғлиқ. Қисқа вақт давомида атмосферанинг ифлосланиши катта майдонларга тарқалиши мумкин, бу газ орқали ифлосланишларнинг доимий мониторинги заруратини белгилаб беради. Саноатнинг

ривожланиши зарарли эмиссиянинг ортиши билан боғлиқ, у инсон яшовчи муҳитнинг ҳозирги кун учун муҳимлиги сингари мазкур эмиссияларни бартараф этувчи технологияларни жорий этиш долзарблигини кучайтиришга олиб келиши муқаррар.

Бу эҳтимолий эмиссия меъёрларини излаш [28], шунингдек, жаҳон савдо квоталари чизмасида иссиқхона газларига нисбатан назоратни кучайтириш заруратини белгилаб беради. Саноатдан ташқари (эмиссиянинг асосий манбалари иссиқлик энергетикаси ва кимё саноати), қишлоқ хўжалиги ва хусусан, чорвачилик, транспорт ҳам зарарли газлар манбаи ҳисобланади. Газлар концентрациясини ўлчаш ҳамда назорат тизимини амалга ошириш учун тегишли чораларни кўриш талаб этилади.

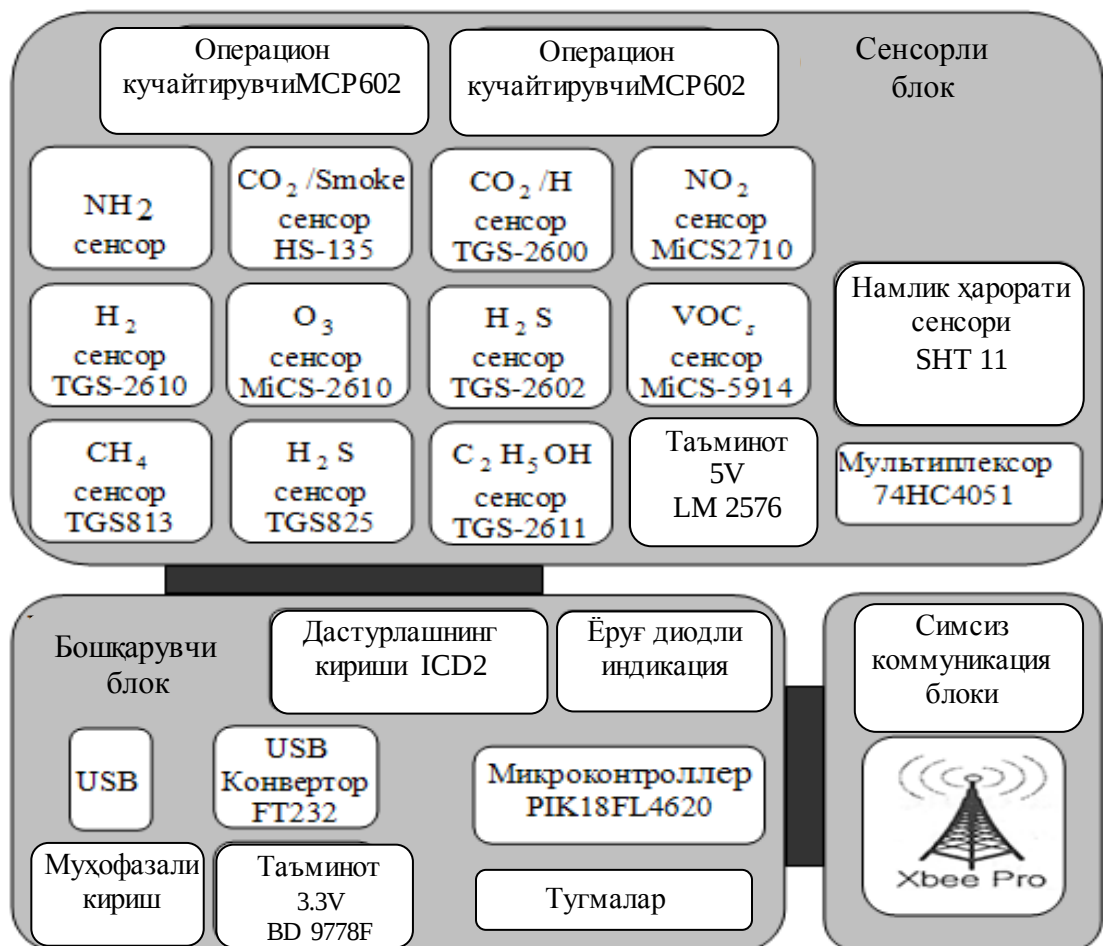
Мазкур ишда металлоксидли датчикларга эга симсиз сенсорли модулар асосида газли ифлосланишлар назорати тизими тақдим этилади. Тизим углерод диоксида (CO_2), углерод оксиди (CO), тутун, водород (H_2), аммиак (NH_3), азот диоксида (NO_2), азот (O_3), олтингугурт водороди (H_2S), метан (CH_4), этанол ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), водород этаноли (H_2) ва учувчи органик бирикмалар (VOCs) орқали ҳавонинг ифлосланиши кузатиш, шунингдек, назорат қилинаётган муҳитнинг нисбий намлиги ва ҳароратни ўлчаш имконини беради. Тизим ZigBee технологиядан фойдаланади, унинг истеъмомол интерфейси эса мавжуд вақт миқёсида ҳаво муҳитининг кўрсатилган параметрларини кузатиш ва тегишли меъёрлардан ошганда сигнализациялаш имконини беради.

Ҳаво ифлосланиши мониторинги тизимини тузиш учун модулни мувофиқлаштирувчи сенсорли модуль ва симсиз интерфейсли маршрутловчи ишлаб чиқилган. Сенсорли модуль бошқарув блоки, сенсорли блок ва симсиз коммуникация блокидан иборат.

Бошқарув блоки PIC18LF4620 микроназоратга асосланган [29], у куйидаги асосий параметрлар билан изоҳланади: ишчи частота 40MHz; дастурий хотира– 65536 байт; дастурий хотира (кўрсатма) – 32768 байт; маълумотлар базаси хотираси– 3968 байт; EEPROM маълумотлар хотираси

– 1024байт; 20 узилиш манбаи; бешта кириш-чиқиш порти; 4 та таймер; серияли коммуникацияMSSP, UART; 13 каналли10 битлирақамли ўзгарувчи аналог (PЎА). Модуль ўзгарувчи асосида FT232RLтипидаги UART-USBўзгарувчи асосида USB портга эга.

Симсиз коммуникацияли блок ZigBee модуль XBee – PRO серияси 2 RFModuleасосидаамалга оширилган [30,39]. Модулларнинг бу тури IEEE 802.15.4 стандартларига мувофиқ лойиҳалаштирилган ҳамда паст нархлар ва паст қувват бўйича симсиз сенсорли тармоқларнинг ўзига хос эҳтиёжларини қондиради. Модуллар минимал қувватни истеъмол қилади ҳамда қурилмалар орасида ишончли маълумот алмашинувини таъминлайди. Улар 2,4GHzISMқамров ҳамда ўзаро қамров билан ишлайди. “Нукта нуктага”(point-to-point) “нукта нукталарга” турини сақлаб туради.



3.10-расм. Сенсорли модулнинг блок схемаси

(point-to-multipoint) ва (peer-to-peer), (mesh) мувофиқлаштирувчи (бошқарувчи тармоқ), маршрутловчи ёки якуний қурилма сифатида

ишлаши мумкин. У ўхшаш рақамли ўзгарувчилар ва рақамли кириш/чиқишга эга. Биз билан ишлашда оддий симсиз коммуникацияларни дастлабки конфигурациялашга зарурат йўқ. Бепул тестли ва конфигурацияли софт X-CTU[29-30], параметрларни конфигурациялаш ATваAPI командатартиблари, кенгайтирилган команда тўплами орқали асосланган, кичик ҳажми билан ажралиб туради. XBee модулларбошқарувчи қурилма асинхрон серияли UARTинтерфейси билан боғлиқ. Модуллар сигналлар даражасини ўзгартирувчи орқали серияли интерфейсни қўлловчи ҳар қандай қурилма билан боғлиқ бўлиши мумкин.

Сенсорли блок SHT11 типдаги ҳарорат ва намлик сенсори, CO₂датчиги ва тутун датчиги - HS-135, CO ва водорода H₂датчиги- TGS2600 , аммиакдатчиги NH₃ - MiCS5914 , NO₂датчиги- MICS-2710, O₃датчиги- MICS-2610, H₂S датчиги-TGS2602 ва TGS825, CH₄датчиги- TGS813, H₂датчиги- TGS2610, C₂H₅OH датчиги-TGS2611 [31,38] ва учувчи органик бирикмалар датчиги (VOCs) - MICS-5521дан иборат. Бу датчиклар металлоксидли сенсорларга тааллуқли. Тегишли газ мавжудлигида сенсор қаршилиги ўзгаради.

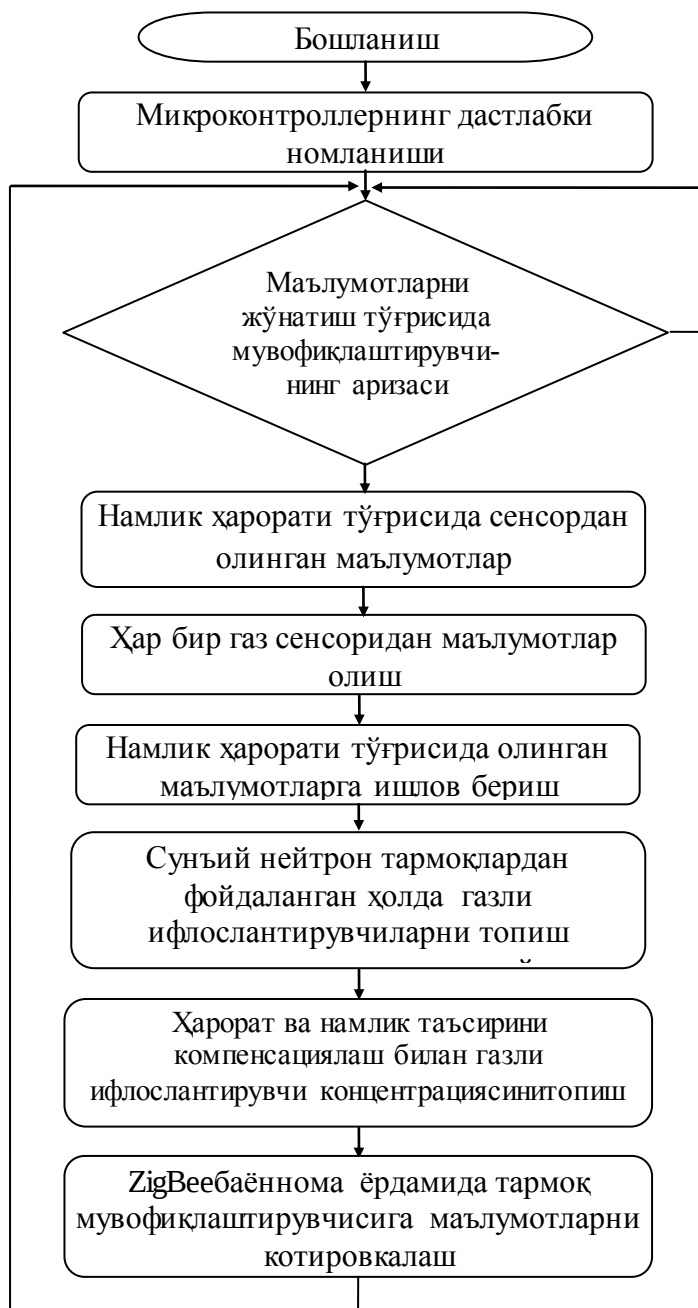
Модуль сенсорининг ишлаш алгоритми 3.11-расмда тасвирланган. Микроконтроллер РЎАдан фойдаланган ҳолда тегишли сенсорнинг кучланиши камайишини аниқлайди ҳамда унинг қаршилигини билвосита ҳисоблайди. Мафҳум омиллар таъсирини компенсациялаш учун дастлаб ҳарорат ва намлик белгилари аниқланади. Сўнгра олдиндан ўрганилган СНТ тармоғи асосида тегишли газли ифлослантирувчилар топилади.

Сенсорли модуллар тармоғини тузиш учун мувофиқлаштирувчи ҳам ишлаб чиқилган. Унинг тузилиши бошқарувчи ва симсиз коммуникация блокининг таркибий қисми сифатида сенсорли модулга ўхшаш.

Маршрутловчи сенсорли блоксиз ҳам ишлаши мумкин.

Ишлаб чиқилган модуллар асосида назорат тизими шаклланади, назорат муҳитда тарқалган ҳамда ёпиқ биноларда 100 м.гача ва очиқ муҳитда 1600 м.гача масофада кўпгина нуқталарда ҳавони

ифлослантирувчилар мониторингини амалга ошириш имконини берувчи сенсорли тармоқни намоён этади.



3.11-расм. Сенсор модулнинг амал қилиш алгоритми

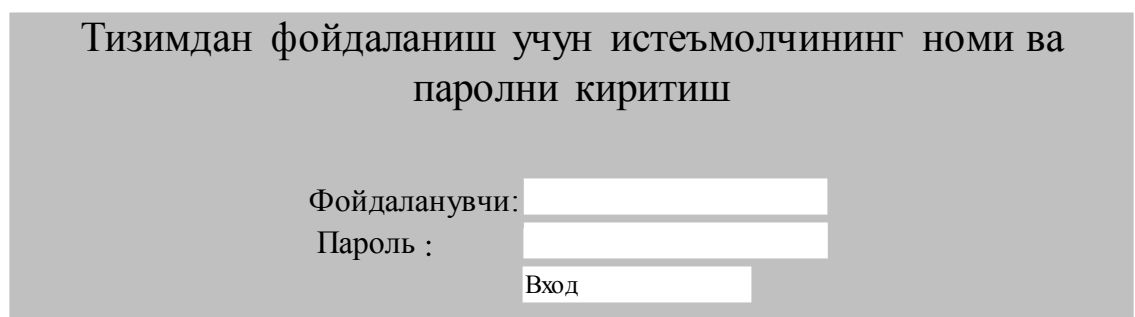
Бу турдаги тармоқнинг афзаллиги шундаки, литийли таъсир протоколи тармоқни тузиш имконияти, мавжуд сенсорлар билан уюшиш, тегишли тармоқдан чиқиш имконини беради. Айнан шунингдек

яқунланган қурилма манзилига эга тармоқнинг тегишли нукта – мувофиқлаштирувчи ёки маршрутловчи билан дискрет боғлиқ ёндош жадвалларга таяниш талаб этилмайди.

Сенсорли модуллар мувофиқлаштирувчига ўз маълумотларини ZigBee тармоғи бўйича жўнатади, сўнгра USB интерфейси воситасида ахборотни шахсий компьютернинг маълумотлар базасига ёзади. Яқуний қурилма (сенсорли модул), маршрутловчи ёки мувофиқлаштирувчининг дастлабки конфигурацияси учун X-CTU дастурий маҳсулотидан фойдаланилган.

РНРдастулаш тили асосида фойдаланувчи интерфейси ишлаб чиқилган. Тизимдан фойдаланиш учун истеъмолчининг номи ва паролни киритиш зарур (3.12-расм).

Истеъмолчи номи ва паролни муваффақиятли киритишда тизим дастурнинг асосий экранига ўтади. Акс ҳолда қуйидаги хабар чиқарилади: “Истеъмолчининг номи ёки пароли хато бўлса!”кириш тўхтатилади. Асосий экранда тармоқнинг ҳамма қурилмалари кузатилади. Яшил индикация “Online”ушбу қурилма билан бирлашувга эга эканлиги ва тегишли газли ифлослантирувчилар ҳақидаги маълумотлар жўнатилаётганини англатади.



Тизимдан фойдаланиш учун истеъмолчининг номи ва паролни киритиш

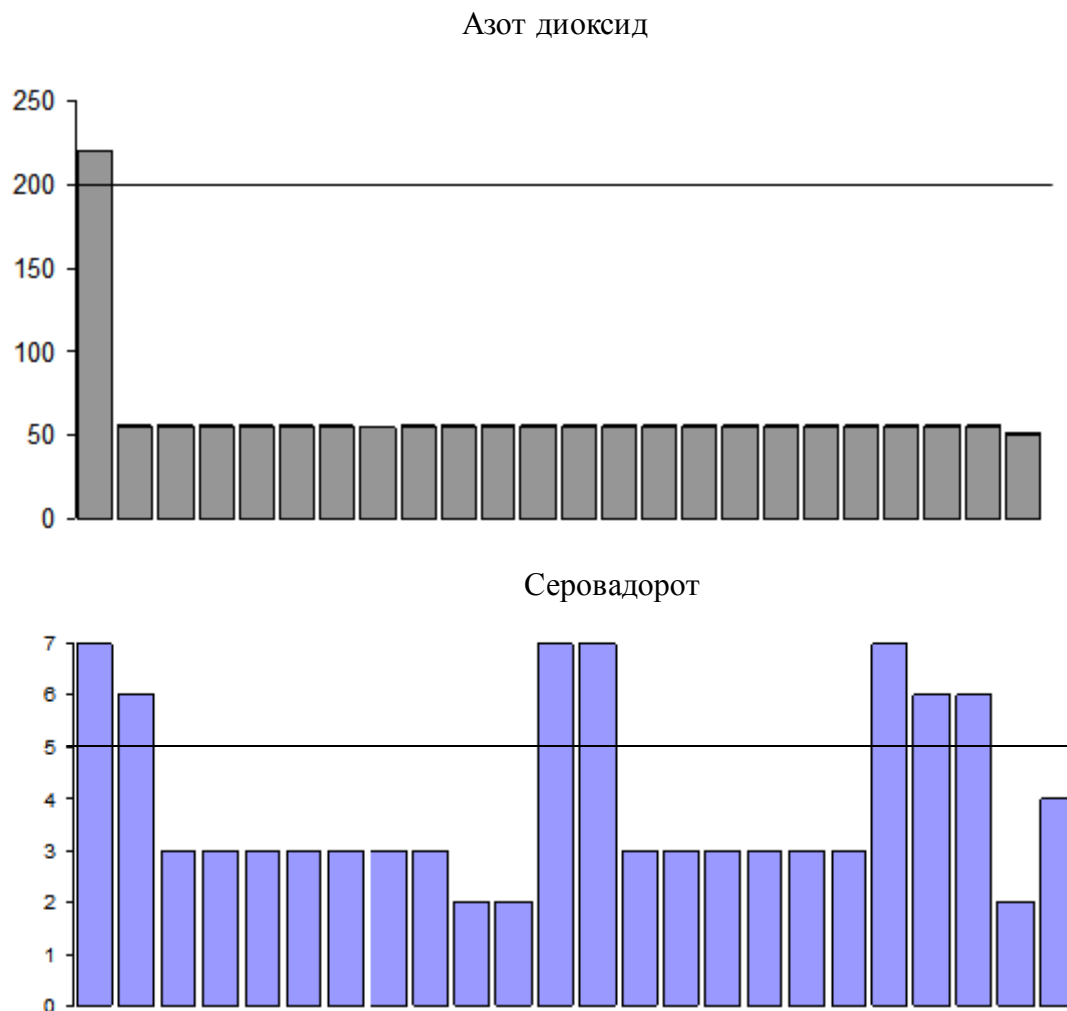
Фойдаланувчи:

Пароль :

3.12-расм. Назорат тизимининг кириш ойнаси.

Агар қизил ранг индикатори “Offline” бўлса, у ҳолда қурилмада бирор муаммо мавжудлиги ҳамда ундаги маълумотлар қурилмага келиб тушмаётганини англатади. Ҳар бир қурилмада охириги учта **алармен**

хабарлар индикацияланади, бунда қизил ранг ифлосланишнинг маълум чегараси ошганини аңлатса, яшил ранг ифлосланиш белгиланган чегарадан ошмаганлигини билдиради.



3.13-расм. Алоҳида газли ифлослантирувчиларнинг график тасвири.

Жорий ҳисобот даврининг ўзгартириш имконияти мавжуд: 5дақ, 10дақ, дақ, 20дақ, 30дақ, 40дақ, 50дақва 60дақ.[30,37,40]

Алоҳида сенсор модели ойнасига ўтиш учун “Жорий кўрсаткичлар” (Текущие показания) майдони тугмасини босиш зарур. Экранда ифлосланиш, намлик ва ҳароратнинг охирги ҳисобот белгилари пайдо бўлади. белгиланган чегарадан ўтилса, параметр белгилари қора рангни кўрсатади ҳамда алармлар варағи индикацияси юз беради. Бу ерда охирги

алармен хабарлар пайдо бўлади, шунингдек, газни алармен ҳолатига етказган концентрация белгиси кўшилади. Белгиланган чегарадан паст асосдаги концентрация параметри яшил рангда бўлади. Ифлосланиш қанча вақт юз берганини ҳам билиб олиш мумкин.

Шу билан бирга намлик, ҳарорат ва концентрация ҳақида график кўринишидаги ҳисобот қайд этилади(3.13-расм). Графиклар сенсор модули ойнасида кетма-кет тасвирланган. Ифлосланиш белгиланган чегара белгисидан юқори бўлса, қизил сигнал ёнади. Ҳар бир соатдаги маълумотларга эга 24 та ҳисобот график кўринишида берилган, графиклар бир суткадаги ифлосланиш даражасини кўрсатади.

3.3. Нам газлар намунавий генератори

Ҳаводан ажратиб олинадиган маҳсуотларни ишлаб чиқариш тизимларида газларни анализ қилувчи асбоблардан кенг фойдаланилади. Чиқаётган маҳсултнинг сифати ҳавони ажратувчи қурилманинг техник даражасига боғлиқ бўлиб [32], аналитик назорат асбоблари унинг ажралмас бўлаги ҳисобланади [33]. Булардан эса, намунавий қурилма ва газ аралашмалари генератори каби метрологик таъминотнинг техник воситаларисиз фойдаланиб бўлмайди.

Турли ишлаб чиқарувчи фирмаларнинг газларни анализ қилувчи асбоблар учун метрологик таъминот воситаларини қараб чиқамиз [34].

Газлардаги мутлақ ва нисбий намликни ўлчаш учун мўлжалланган гигрометрлар учун метрологик таъминот сифатида нам газлар намунавий генератори ишлаб чиқилган. Генератор 15÷80 °С ҳароратларда ишлаб чиқариладиган намликнинг ҳажмий улуши 10 дан 460000-1 гача, нисбий намлик эса 10 дан 98 % гача бўлган диапазонга эга.

Генераторнинг ишлаш принципи тўйинтиргичда газларни юқори босим ва мўътадил ҳароратда, ишчи камерадаги газ босимини изотермик камайтириб борган ҳолда (икки босим усули) намликка тўйинтиришга

асосланади. Ишчи камерада текширилаётган нисбий намлик ўзгарткичи жойлаштирилади ёки газлар ундан ташқарига, текширилётган гигрометрларга боради. Бу принципнинг моҳияти шундаки, тўйинтиргичдаги газларнинг ўрнатилган босими диапазонидаги тўйинтирилган сув буғларининг босими фақат ҳароратга боғлиқ бўлади. Тўйинтиргичда газларнинг танланган босим ва ҳароратдаги нисбий намлиги 100% га тенг бўлиши таъминланади, намликнинг ҳажмий улуши эса тўйинтиргичда ушлаб турилган ҳароратнинг қиймати ва ундаги газ босими билан аниқланади. Газ тўйинтиргичдан ишчи камерага ўтаётганда, унинг ҳажми босимнинг камайишига пропорционал тарзда ошади, нисбий намлик эса худди шу тарзда камаяди. Намликнинг ҳажмий улуши тўйинтиргичдан кейин газ босими камайганда ҳам ўзгармай қолади ва тўйинтиргичдаги бошланғич қийматига тенг бўлади.

Нисбий намлик (ϕ , %) қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\phi = \frac{(P_a + \Delta P)A_K}{(P_T + P_a)A_T} \cdot 100, \quad (3.9)$$

бу ерда P_a – атмосфера босими, кПа;

ΔP – ишчи камерадаги газнинг ортиқча босими, кПа;

P_T – тўйинтиргичдаги газнинг ортиқча босими, кПа;

A_K , A_T – газ босими ва ҳароратининг мос равишда ишчи камера ва тўйинтиргичдаги қийматлари учун реал газ хоссаларининг идеал газ хоссаларидан фарқланишини белгиловчи коэффициентлар.

100 – нисбий намликнинг бирлигини % да олишни белгиловчи коэффициент.

Мутлақ намлик (B , млн-1) қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$B = P_0 \frac{B_{H_t} \cdot A_0}{(P_H + P_a)A_H} \cdot 100, \quad (3.10)$$

бу ерда P_0 – нормал атмосфера босими, 101,325 кПа; B_{H_t} – тўйинтиргичда ушлаб турилган ҳарорат учун тўйинтирилган ҳолатдаги намлик ҳажмий улушининг жадвал қиймати, млн⁻¹; A_0 – нормал атмосфера босимида реал

газ хоссаларининг идеал газ хоссаларидан фарқланишини белгиловчи коэффициент.

Конструктив жиҳатдан тўйинтиргич, ўзаро газ пуркагич орқали туташувчи бирлаштирилган икки коаксиал цилиндрлар кўринишидаги, зангламас металлдан ясалган идиш бўлиб, бу цилиндрлар маълум сатҳгача сув билан тўлдирилган бўлади.

Анъанага кўра, икки босим усули бўйича ишлайдиган генераторлар сув ёки музнинг тоза сатҳида газни намликка 100% тўйинтиришдан фойдаланиб, буғ-газ аралашмаларини олиш учун қўлланилиб, сув буғини тўйинтиришнинг парциал босими ва у билан боғлиқ намлик катталиги бирлигининг ҳароратга боғланиши бўйича стандарт справка маълумотларига эгадир.

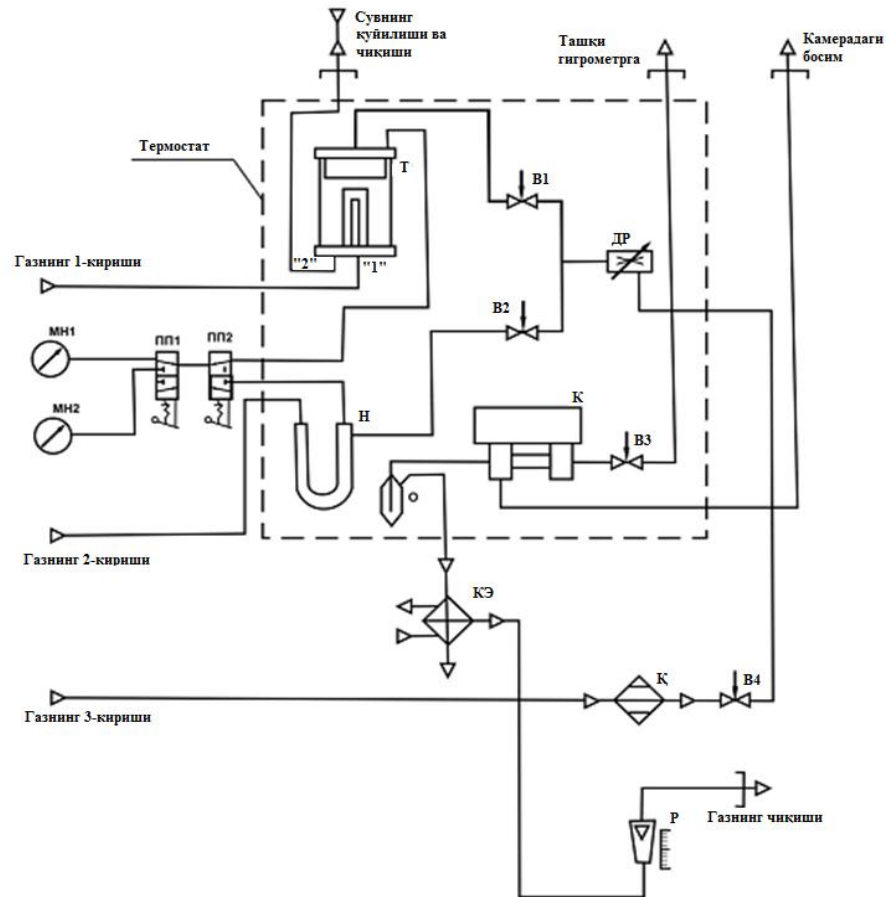
Генераторда газни 100% намликка тўйинтиришни таъминловчи тўйинтиргичдан ташқари, намликнинг ҳажмий улушини 10 дан 1700 млн⁻¹ гача ораликда олишни таъминловчи қўшимча намлагич ҳам мавжуд. Бу намлагич нам ҳолдаги ғовак адсорбентли (цеолит NaA) U-симон трубкадан иборат бўлиб, адсорбентнинг солиштирма сирти 700 м³/г атрофида бўлади.

Тадқиқотларнинг кўрсатишича, цеолитнинг намланганлик даражасига (адсорбент массасининг 5÷12 % и) боғлиқ равишда, намлагичнинг ҳарорати ва ундаги газнинг босимини ўзгартириб, генераторнинг чиқишида намликнинг ҳажмий улуши 1 дан 2000 млн⁻¹ гача бўлган газ олиш мумкин экан.

Шу сабабли (бу ҳолда ҳам икки босим усули муваффақиятли ишлайди), бу ҳолда (3.10) формулага намланиш даражасига боғлиқ бўлган сусайтирувчи коэффициент қўшилади. Бу коэффициент юқори аниқликдаги кулонометрик гигрометр ёрдамида тажриба йўли билан аниқланади.

Генераторнинг газ схемаси 1.14-расмда кўрсатилган. У газларни намлашнинг бир-бирига боғлиқ бўлмаган икки каналидан, ҳамда

намликнинг ҳажмий улуши $0,5 \text{ млн}^{-1}$ дан кичик бўлган газни олишни таъминловчи куруқ газ каналидан иборат.



3.14-расм. Генераторнинг газ схемаси

Генераторнинг 1 ёки 2 иш режимларида сиқилган газ манбаидан мос равишда генератордаги “Газнинг 1-кириши” ёки “Газнинг иккинчи кириши”даги штуцерга, ишлаб чиқарилаётган намликка боғлиқ равишда $0,005$ дан 1 МПа гача бўлган мўътадил босимда газ берилади. Газ тўйинтиргич Т ёки намлагич Н, вентиль В1 ёки В2, ўзгарувчан дроссель (намланган газ) орқали ўтиб, “Ташқи гигрометрга” штуцерига боради ёки вентиль 3 (камерани ажратувчи) орқали, намликнинг бирламчи ўзгарткичи мавжуд бўлган ишчи камера К га боради. Сўнгра, конденсат элтгич КЭ ва ротаметр Р орқали газ дренаж линиясига “Газнинг чиқиши” штуцеридан чиқариб ташланади.

Агар, генераторнинг чиқишида ёки ишчи камерада курук газни олиш керак бўлса, сиқилган газ манбаидан газ “Газнинг учинчи кириши” штуцерига бориб, қуритгич Қ, вентиль В4 ва дроссель ДР орқали ўтади.

Генераторнинг асосий метрологик тавсифлари:

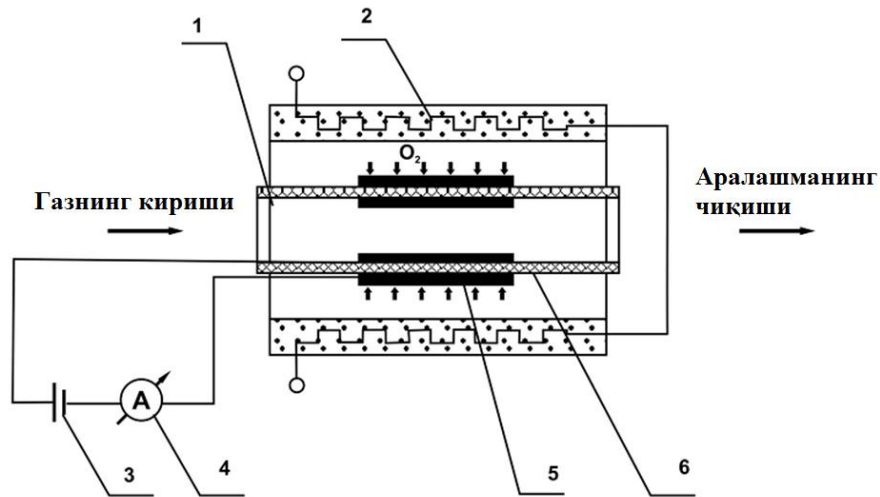
- Нисбий хатолик намликнинг ҳажмий улуши 10 дан 1700 млн⁻¹ гача бўлган оралик учун $\pm 2,5\%$ дан, 1700 дан 460000 млн⁻¹ гача бўлган оралик учун $\pm 1,5$ дан ошмайди;
- Мутлақ хатолик нисбий намлик учун $\pm 1\%$ дан ошмайди.

3.4. Кислородли газ аралашмаларини тайёрловчи қурилмаси.

Азот ва инерт газлар таркибидаги кислороднинг кичик ва микроконцентрациялари учун мўлжалланган газоанализаторлар учун метрологик таъминот сифатида кислородли газ аралашмаларини тайёрловчи автоматик қурилма ишлаб чиқилган. Қурилма 10 дан 10000 млн⁻¹ диапазонда кислородли газ аралашмаларини тайёрлаш учун мўлжалланган. Белгиланган миқдорда кислороди мавжуд газ аралашмаларини тайёрлаш атмосфера ҳавосидан кислородни бошланғич газ оқимига электролитик дозалашга ва бир пайтнинг ўзида ҳосил қилинаётган концентрацияни ўлчаб боришга асосланади [35].

Дозалаш ва ўлчаш ячейкалари 600 °С дан ошиқ ҳароратда кислород-ион ўтказувчанлигига эга бўлган қаттиқ электролитдан ясалади.

Атмосфера ҳавосидан кислородни газ оқимига дозалашда юз берадиган ҳодисаларнинг физик моҳияти қуйидаги расмда тасвирланган.



3.15-расм. Кислородни дозалашнинг принципиал схемаси.

Расмда қаттиқ электролитли дозаловчи ячейка келтирилган бўлиб, у $0,85\text{ZrO}_2 + 0,15\text{Y}_2\text{O}_3$ таркибли сополдан газ ўтказмайдиган найча 1 кўринишида бўлади. Найчанинг ташқи ва ички юзасига платина кукунидан тайёрланган газ ўтказувчан электродлар 5, 6 суртилган, сингдирилган бўлади. Найча электродлар билан биргаликда қаттиқ электролитли дозаловчи ячейкани ҳосил қилади. Ячейка цилиндрсимон электр печга 2 га жойлаштирилади. Бу печь ячейканинг электрод билан қопланган ишчи қисмини, электролитнинг кислород-ион ўтказувчанлигини таъминловчи ҳароратгача қиздиради. Ташқи электрод атмосфера ҳавоси билан, ички электрод эса бошланғич газ ташувчи билан контактда бўлади.

Ячейка электродларига доимий кучланиш манбаи 3 ва ток ўлчагич асбоб 4 кетма-кет уланган бўлади. Қурилма ишлаганда атмосфера ҳавосидаги кислород электроднинг юзасига диффузияланади ва унга сингиб, электрод электронларининг ҳисобига диссоциацияланади ва ионлашади. Электродга берилган кучланиш таъсирида кислород ионларининг электролит орқали ички электродга ўтиши содир бўлади. Бу ерда ионлар электронларини ташқи занжирга бериб, газ оқимиغا узатиловчи молекуляр кислород ҳолатигача рекомбинацияланади. Ўрнатилган режимда, бошланғич газда кислород мавжуд бўлмаса, ячейканинг чиқишида кислороднинг маълум концентрацияси (C , г/см^3)

мавжуд бўлган газ аралашмаси ҳосил бўлади. Ушбу концентрация Фарадей конунига биноан қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$C = \frac{MI}{nFQ}, \quad (3.11)$$

бу ерда M – кислороднинг молекуляр массаси кислорода, г/моль; I – кислородни кўчириш токи, А; $n=4$ – кислороднинг ионлашган молекуласидаги зарядлар сони; F – Фарадей сони, Кл/моль; Q – газнинг сарфи, см³/с.

Газ аралашмасидаги кислороднинг ҳосил қилинган концентрациясини ўлчаш, ҳамда концентрацияни ростлаш ва берилган қийматда ушлаб туриш қаттиқ электролитли ўлчаш ячейкаси ёрдамида амалга оширилади.

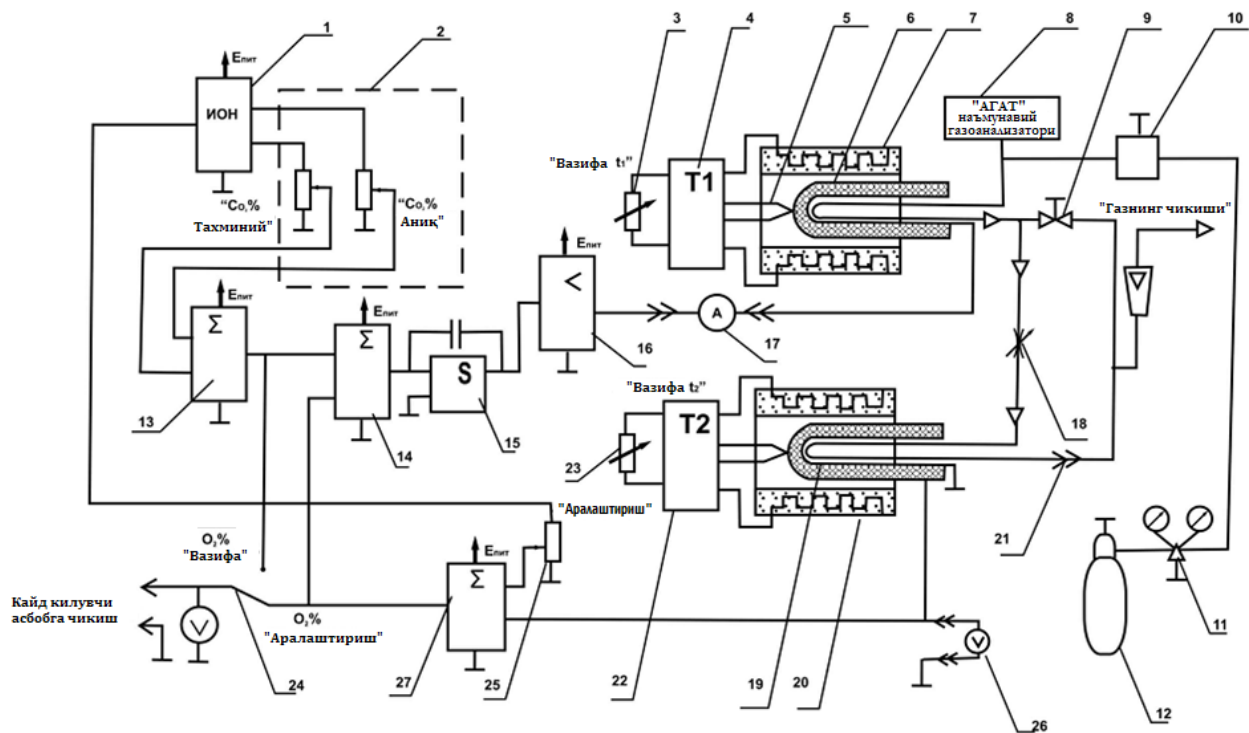
Ўлчаш ячейкаси конструктив жиҳатдан дозаловчи ячейкага ўхшаган бўлиб, фақат унда электродлар юзаси сезиларли тарзда кичикроқ бўлади.

Кислородни ўлчаш ячейкаси ёрдамида ўлчашнинг моҳияти унинг электродларидаги ЭЮК ни ўлчашга асосланади. Ушбу ЭЮК, қаттиқ электролит орқали ажратилган, таққосланувчи ва анализ қилинувчи газлардаги кислород концентрацияларининг ҳар хиллиги ҳисобига ҳосил бўлади. Таққосланувчи газ сифатида атмосфера ҳавосидан фойдаланилади. Умумий ҳолда, ЭЮК ҳамда анализ қилинаётган ва таққосланувчи газдаги кислород концентрацияси орасидаги боғланиш Нернст тенгламаси билан аниқланади:

$$E = \frac{RT}{nF} \ln \frac{C'_{O_2}}{C''_{O_2}}, \quad (3.12)$$

бу ерда E – ўлчаш ячейкасидаги ЭЮК, В; R – газ доимийси, Ж/К·моль; T – ўлчаш ячейкаси электродларининг ҳарорати, К; C'_{O_2}, C''_{O_2} – таққосланувчи ва анализ қилинувчи газлардаги кислород концентрациялари, %.

Қурилманинг функционал схемаси 3.16-расмда келтирилган.



3.16-расм. Кислородли газ аралашмаларини тайёрловчи қурилманинг функционал схемаси.

Схема найсимон иситгичлар 7 ва 20 га жойлаштирилган дозаловчи 6 ва ўлчаш 19 ячейкаларидан тузилган. Иситгичнинг иши ҳарорат ростлагичлари 4 ва 22 орқали бошқарилади, ҳарорат эса термопаралар 5 ва ҳароратни белгиловчи вазифа бергичлар 3 ва 23 ёрдамида ўрнатилади.

Дозаловчи ячейканинг ҳарорати 750°C , ўлчаш ячейкасиники эса 634°C бўлади.

Таянч кучланиш манбаси 1 ўлчаш ячейкасининг ўзгарткичи 27, кислород концентрациясини белгиловчи вазифа бергич 2, сумматор 13, тўғирлаш блоки 14, интегралловчи қурилма 15 ҳамда дозаловчи ячейка орқали токни бошқарувчи қувват кучайтиргичи 16 ни энергия билан таъминлайди. Дозаловчи ячейка орқали токни ўлчаш учун ток ўлчагич асбоб 17, ўлчаш ячейкасининг ЭЮКни ўлчаш учун эса – кириш қаршилиги катта бўлган вольтметр 26 ўрнатилган.

Ячейка 19 нинг чиқиш сигналинини ўзгартириш учун “Аралаштириш” тўғирловчи элементи 25 хизмат қилади. Қурилма махсус тозаланган аргон

солинган редукторли 11 баллон 12 билан таъминланган. Ушбу баллон чиқишда 100 кПа босимни ушлаб турувчи босим стабилизатори 10 билан боғланган.

Стабилизатор 10 дан сўнг газ дозаловчи ячейкага, сўнгга ўлчаш ячейкасига тушади. Унинг сарфи ўзгарувчан дроссел 18 орқали 100 см³/мин қилиб ўрнатилади.

Аниқ ростлаш вентили 9 газ аралашмасининг истеъмолчи талаб қилган сарфини ўрнатиб беради. Газ аралашмасининг истеъмолчига борган умумий сарфи ГСБ-400 газ ҳисоблагичи ёрдамида ўлчанади.

Қурилманинг асосий метрологик тавсифлари:

- нисбий хатолик намликнинг ҳажмий улуши 10 дан 50 млн⁻¹ гача бўлган оралик учун $\pm 2,5\%$ дан, 50 дан 10000 млн⁻¹ гача бўлган оралик учун ± 2 дан ошмайди;

- газ аралашмасида кислород ҳажмий улушининг берилган қийматини ўрнатиш вақти 15 минутдан ошмайди.

Олинаётган кислородли газ аралашмасининг сарфи 0,2 дан 1 л/мин гача, босими 200 кПа гача бўлганда метрологик тавсифлар таъминланади.

Бошланғич газ сифатида махсус тозаликдаги азот ва инерт газларидан фойдаланилади.

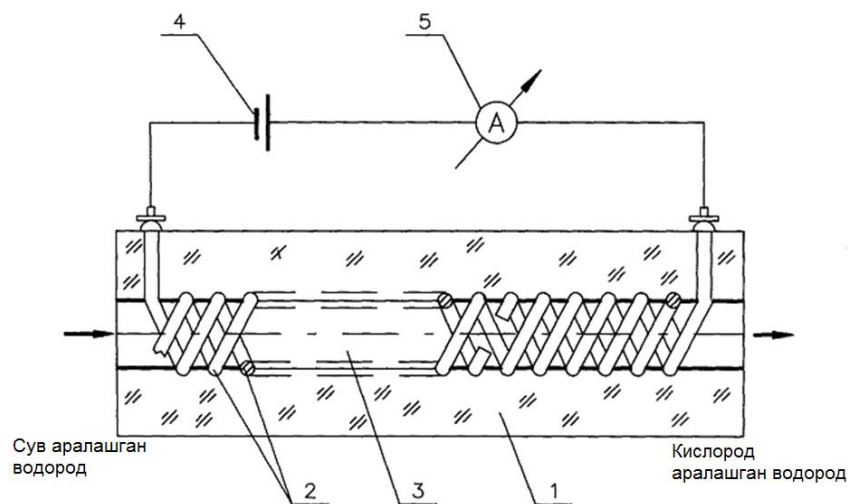
3.5. Кислород-водородли аралашмалар тайёрлаш қурилмаси

Водороддаги кислороднинг микроконцентрацияларини ўлчайдиган газоанализаторларнинг метрологик таъминоти сифатида кислород-водородли аралашмалар тайёрловчи автоматик қурилма ишлаб чиқилган. Қурилма кислороднинг ҳажмий улуши 1 дан 100 млн⁻¹ гача бўлган кислород-водородли аралашмаларни тайёрлаш учун мўлжаллангандир. Кислород-водородли аралашмани тайёрлаш, юқори ҳароратли дозаловчи ячейка ёрдамида, атмосфера ҳавосидан кислородни водород оқимида, сув ҳосил қилган ҳолда, электролитик дозалашга асосланади. Кислородни

водородга дозалаш натижасида, ҳосил бўлган сув кулонометрик ячейкада [36] электролизга учраб, кислород ва водородга ажралади, бу эса водородда кислород ҳосил бўлишига олиб келади.

Дозаловчи ячейканинг конструкцияси ва атмосфера ҳавосидан водород оқимиغا кўчириш жараёни юқорида келтирилган, кислородли газ аралашмаларини тайёрловчи қурилмадагига ўхшаш тавсифланади. Кулонометрик ячейканинг ишлаш принципи 3.17-расмда тасвирланган.

Кулонометрик ячейка конструктив жиҳатдан цилиндрик шиша корпусдан 1 иборат. Корпуснинг ички каналида родий симлардан ясалган ўзаро тегмайдиган геликоидал спирал кўринишидаги электродлар жойлаштирилган бўлади. Электродлар орасига пленка 3 (қисман гидратация қилинган фосфор беш оксиди) сурилган бўлиб, у юқори самарали сорбент ҳисобланади. Ячейка электродларига доимий кучланиш манбаи 4 ва ток ўлчагич асбоб 5 кетма-кет уланган бўлади. Кислородни дозалаш натижасида ҳосил бўлган, таркибида намликнинг ҳажмий улуши мавжуд бўлган водород кулонометрик ячейка орқали узлуксиз ўтиб туради. Водород ячейка орқали ўтаётганда фосфор кислота ҳосил бўлиб, фосфор беш оксиди ажралади. Манбадан келаётган кучланиш таъсирида намлик ажралиб чиқиши билан бир вақтда унинг электролизи ҳам содир бўлади, натижада ячейкадан чиқаётган водород таркибида кислород мавжуд бўлади.



3.17-расм. Сувни электролизлашнинг принципиал схемаси.

Водороднинг сарфи маълум бўлганда кислороднинг ҳажмий улуши (V_{O_2} , млн⁻¹) қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$V_{O_2} = K \frac{I_0 \cdot T_0}{Q \cdot P}, \quad (3.13)$$

бу ерда $K=1,29$ – физик катталиқнинг бирлигини танлаш билан белгиланган коэффициент $\frac{\text{млн}^{-1} \cdot \text{см}^3 \cdot \text{кПа}}{\text{мкА} \cdot \text{мин} \cdot K}$; I_0 – сувнинг электролиз токи, мкА; T_0 – атмосфера ҳавосининг ҳарорати, К; Q – кулонометрик ячейка орқали ўтаётган водород сарфи, см³/мин; P – атмосфера босими, кПа.

Қурилманинг асосий метрологик хоссалари:

- асосий нисбий хатолик $\pm 4\%$ дан ошмайди;
- водороддаги кислород ҳажмий улушининг берилган қийматини ўрнатиш вақти 15 минутдан ошмайди;

Олинаётган водороднинг сарфи 0,5 гача, босими 200 кПа гача бўлганда метрологик тавсифлар таъминланади.

3-Боб бўйича хулоса

1. Метан, изобутан ва водород ИНС₁ ёрдамида топиш юқори даражадаги тўғрилиқда бажарилади.

2. Газ датчик (сенсор)ларининг ИНС₂ нейрон тармоғи орқали ўргатилган уч ўлчамли аппроксимация тавсифлари ёрдамида топилаётган газ концентрациясини аниқлаш метан учун 0.21% дан +0.28%гача, изобутан учун -0.04% дан +0.48%гача ва водород учун +0.5% дан +0.29% гача доирада TGS2611 сенсор кўрсаткичларига ҳарорат ва намлик таъсирини компенсациялаш имконини беради.

3. Ҳарорат ва намликнинг атроф-муҳитга таъсирини компенсациялашда газларни топиш ва уларнинг концентрациясини ўлчаш

учун таклиф этилаётган СНТ усулидан бошқа газлар ва намунавий газ сенсорларида ҳам фойдаланиш мумкин.

4.Ҳаво муҳити параметрларини ўлчаш атроф-муҳит ва инсон саломатлигини муҳофаза қилиш билан боғлиқ ўта муҳим вазифа ҳисобланади. Қисқа вақтда атмосферанинг ифлосланиши катта майдонга тарқалиши мумкин, бу газ орқали ифлосланишларнинг доимий мониторинги заруратини белгилайди. Ишда тадқиқ этилаётган муҳит ҳарорати ва намлигининг газ аралашмаларини ўлчаш натижаларига таъсири компенсациясини газларни топиш ва уларнинг концентрациясини топиш вазифасига татбиқ этиш таклиф этилади.

5.Азот, кислород, водород, аргон ва бошқа газларни ишлаб чиқаришда ҳаво тақсимловчи қурилмаларда ишлаб чиқарилаётган маҳсулот сифатига талаблар ортади. Бу мақсадда қўлланилувчи таҳлилий назорат асбоблари юқори техник ва метрологик тавсифларга эга бўлиши керак. Газ таҳлили асбобларини текшириш учун кўриб чиқиладиган кўрсатмалардан фойдаланилади. Улар, хусусан, берилган намлик ва кислород миқдорига эга газли аралашмани тайёрлашга мўлжалланган.

6.Муҳитда кўпгина турли нуқталар, ҳарорат ва намлик, 12 турдаги газли ифлослантирувчилар мониторингини амалга ошириш имконини берувчи газ ифлослантирувчилари назорати тизими ишлаб чиқилиб, улар ёпиқ биноларда 100 м.гача ва очик биноларда 1600 м.гача берилиши мумкин. Қулай фойдаланувчи интерфейси ёрдамида ҳаво муҳитининг кўрсатилган даражасини кузатиш мумкин. Маълумотлар шахсий компьютернинг маълумотлар базасига қўшилади ҳамда рақамли ҳамда график кўринишида ифодаланади. Ушбу ифлослантирувчи концентрацияси ошганда ҳаво муҳитининг баъзи нуқталарида алармен хабар пайдо бўлади. Ишлаб чиқилган сенсорли модуллардан “электрон бурун” туридаги газли **астмада** фойдаланиш мумкин.

ХУЛОСА

Ишнинг асосий натижалари қуйдагича хулосаланади:

1. Диссертация ишини бажариш давомида табиий муҳит, материалларни, модда ва маҳсулотларни назорат қилиш услуги; газ анализнинг автоматик ва технологик ўлчов услублари; ўлчаш ўзгарткичларларини электрокимёвий услублари қўлланилган.
2. Саноат маҳсулотларини ишлаб чиқариш тизимида ҳавони ажратувчи, ўлчов воситаларини текширишни амалга оширишни таъминловчи намунавий метрологик воситалар қўрилган.
3. Технологик газ муҳитларда углерода оксиди концентрациясини ўлчаш учун мўлжалланган титрометрик, фотометрик, чизиқли-колорометрик, хроматографик, оптико-акустик ва электрокимёвий услубларнинг характеристикалари ва имкониятлари ўрганилган.
4. Метрологик таъминотнинг юқорида келтирилган наъмунавий воситалари ҳавони ажратишда олинадиган маҳсулотларни ишлаб чиқариш тизимларида фойдаланиладиган ўлчаш воситаларини текшириш имконини беради.
5. Потенциостатик амперометрия услубига асосланган буғ-газ аралашмалари таркибидаги углерод оксиди концентрациясини аниқлаш усули таклиф этилган бўлиб, қайсики у абсолют ўлчаш услубига киради ва газтаҳлиллагични берилган метрологик характеристикаларини таъминлаб бера олади.
6. Газодиффузион гидрофобизирланган электродларнинг оптимал иш режими тадқиқ қилинган ва уларнинг рационал конструкцияси танланган.
7. Сезгир электрод электрокимёвий ячейка учун экспериментал усул орқали катализаторнинг сифат миқдорли таркиби аниқланган бўлиб, у қайсики ўлчаш селективлигини таъминлаб беради.

8. Газодиффузион гидрофобизирланган электрод асосидаги электрохимий ячейканинг метрологик характеристикалари тадқиқ қилинган ва уларнинг оптимал конструкция вариантлари имкониятлари келтирилган.
9. Газ анализаторлардаги оқимли электрохимий ячейкаларни ишини математик моделлаш, таҳлил қилиш учун тақдим қилинган қурилма (киритик нукта атрофида электрод функцияси деб номланувчи), яъни тортиш нуктасини атрофида айланувчи қисмини индикаторли электрод бажаради. Таҳлил қилинаётган аралашма ламинар оқимини электродли ўлчаш қурилмаси учун “ток - потенциал” кўчмайдиган эгри чизиғи ва электрод юзасида модданинг таъсирлашиш концентрацияси учун ифодалар олинган.

АДАБИЁТЛАР

1. Павленко В.А. «Газоанализаторы», -М.: -Л., 1965.
2. Бражников В.В. Дифференциальные детекторы для газовой хроматографии. -М., 2004.
3. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств. -М., 1983.
4. Коллеров Д.К., Метрологические основы газоаналитических измерений, М., 1967;
5. А.С 1807380 (СССР). Г.А.Баклыкова, Ю.А.Банденок, В.И Ковалев. "Способ определения концентрации меркаптанов в вой смеси", 1992,
6. "Электрохимический газоанализатор непрерывного действия для контроля парогазовых смесей в различных технологических средах и стадиях фоизводственных процессов". Всес. конф.,1987. Тез. докл.- Новомосковск, 1987.
7. "Метрологическое обеспечение газоанализаторов ЧИМГАН". УШ Зсес. конф. Тез. докл.- Ташкент, 1987, ч.І
8. "Газоанализатор для измерения парогазовых смесей горючих веществ для информационно-измерительных систем". УШ Всес.конф, Тез. докл.- Ташкент, 1987, ч.ІІ.
9. "Первичный измерительный преобразователь для определения сонцентрации горючих газов с применением вибрирующих электродов". 1У Вес научно-техн. конф. Тез. докл.- Ташкент, 1988.
- 10.Р.М. Гумиргалиев, В.В.Зайкин, Д.М.Цинзерлинг. Газоаналитические приборы ООО “ЭТЭК”
- 11.Систер В.Г., Котов СВ., Попов А.А.,Рыжнев В.Ю., С.К.Сергеев С.К., ЦветковГ.М. Экоаналитические технологии.Иридиум Медиа групп, М.2004.,с.118-182
- 12."Электрохимический газоанализатор на меркаптаны". Всес. конф. Тез. докл.- Смоленск, 1991,- с.230-231.

13. Баклыкова Г.А., Банденок Ю.А., Гулямов Ш.М., Святная Л В
Трименение полимерных трубок в качестве диффузионного барьера в
динамическом дозаторе.- В сб.: Автом. хим. произв. М:ВНИИТЭХИМ,
вып.4, 1988.
14. Гулямов Ш.М., Ешматова Б.И., Мамаджанов Х.А., Мухамедханов У.Т.,
Банденок Е.Ю. Установка для систем метрологического обеспечения
газового анализа // Международный научный журнал «Управляющие
системы и машины». – Киев, 2000.- №3. - С.70-72.
- 15."Газодиффузионный генератор для приготовления поверочных газовых
смесей этилмеркаптана". Всес. конф. Тез, докл,-Смоленск, 1991,-с.202-
203.
- 16."Электрохимический газоанализатор на меркаптаны". Всес. конф. Тез.
докл.- Смоленск, 1991,- с.230-231.
17. Баклыкова Г.А., Банденок Ю.А., Гулямов Ш.М. Промышленные
газоанализаторы для контроля меркаптанов в природном газе.- В Об'.:
Автом. хим.- произв. М: НИИТЭХИМ, вып.5, 1991, с.35-38.
- 18."Разработка системы метрологического обеспечения МЕРАН". III
Междун, научно-практ. конф. Тез. докл.- Ташкент, Узбекистан, 1993
- 19.Баклыкова Г.А., Банденок Ю.А. Генератор получения парогазовых
смесей этилмеркаптана".- В сб.: Автсм. хим. произв. М: ВНИИТЭХИМ,
вып.4, 1991," с.33-35
- 20.Гулямов Ш.М., Мухамедханов У.Т., Банденок Е.Ю., Ешматова Б.И.
Разработка газоаналитической установки в составе системы
метрологического обеспечения газового анализа // Инновация-2003:
Материалы междунар. науч.-практ. конф. -Ташкент. -С.217-219.
- 21.Юсупбеков Н.Р, Мухамедханов У. Т, Ешматова Б.И, Матякубова П.М..
Взаимодействие средств интеллектуальной поддержки в системах
автоматизированного контроля и управления. «Математические методы
в технике и технологиях» ММТТ-2000 Сборник трудов 13

- международной научной конференции Том-6 Санкт-Петербург- 2000 с.189-191.
22. "Реализация способов кулонометрического титрования в автоматических газоанализаторах санитарных норм горючих веществ". II городская научно-теор. и техн. конф. Тез. докл., -Чирчик, 1989.
23. "Реализация кулонометрического метода в автоматических газоанализаторах при помощи электрохимических ячеек различных конструкций". II городская научно-теор. и техн. конф. Тез. докл. - , - Чирчик, .1989.
24. "Объемный метод определения микроконцентраций горючих веществ в атмосфере с биамперометрической индикацией". Всес. научно-техн. конф. Тез. докл. - Ужгород, 1990,
25. "Автоматизация средств метрологического обеспечения газового анализа". Вторая Всес конф. Тез. докл. - Ленинград, 1990.
26. "Опыт разработки приборов для народно-хозяйственных комплексов". Конф, ученых и специалистов. Тез..докл. - Ташкент, 1991.-с.1 16-1 17.
27. "Разработка поверочных установок с использованием динамического метода дозирования высокотоксичных веществ". Тез. докл. - Санкт-Петербург, 2002.
28. "Обеспечение надежности газоаналитических приборов путем автоматизации процесса аттестации ПГС". I Меж госуд. конф. Тез. докл. - Санкт-Петербург, 2002.
29. "Применение газоанализатора в системе контроля токсичных газов". II Междун. научно-практ. конф. Тез. докл. - Ташкент, Узбекистан, 1992.
30. "Химические сенсоры для анализа и контроля состава газообразных сред". II Междун. научно-практ. конф. Тез. докл. -Ташкент, Узбекистан, 1992.
31. "Применение метода прямой кулонометрии для определения меркаптанов в природном газе". II Междун, научно-практ. конф Тез. докл., -Ташкент, Узбекистан, 1993, с. 193.

32. Лавренченко Г.К. Презентация новой ВРУ и демонстрация достижений криогенного машиностроения // Технические газы, – 2006.- № 3. – с. 2-8.
33. Семчевский А.К., Габа А.М., Пирог В.П., Сербин В.Ф. Аналитические приборы для контроля состава компонентов газов в системе производств продуктов разделения воздуха // Технические газы, – 2006. - №3. – 59-63 б.
34. Кашенков А.И., Колесников Р.А., Лебедев В.В. и др. Современные газоанализаторы для измерения взрывоопасных и других примесей в технологических потоках воздуходелительных установок // Технические газы, – 2005. - № 1. – 54-59 б.
35. Семчевский А.К., Пинхусович Р.Л., Кузнецов Б.Ф. Генератор кислородосодержащих поверочных смесей. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика, – 2005. - № 5. – 41-45 б.
36. Патент РФ 2228520. Кулонометрическая ячейка // Бюллетень патентов, - 2004. - №13.
37. Г. Ф. Пени, Л. М. Кована и А. Афонда: Газовые сенсоры в проверке окружающей среды, Сенсоры 2010, 10, pp.5469-5502.
38. Флешер, М. Ленманн, Марко : Газовые сенсоры твердого состояния промышленное приложение, Берлин, 2012, 269 р.
39. K. Arshak, E. Moore, Г.М. Лион, J. Harris и S. Clifford: Обзор газовых сенсоров применялся в электронных носовых приложениях, Сенсоре Обзора, 2004, с.181-198.
40. Закон за чистотата на атмосферная воздух. Оби. ДВ. бр.45 от 28 Май 1996 г., изм. ДВ. бр.6 от 23 Январь 2009 г
41. Рашидов, А., База от данных в индустриальные системе, Габрово, 2007.
42. Мониторинг и методы контроля окружающей среды/Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин, В.В. Меньшиков и др. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2001 –с. 337.
43. Гулямов Ш.М., Мухамедханов У.Т., Банденок Е.Ю. Исследование кулонометрического метода газового анализа для аналитического

контроля концентрации меркаптанов в природном газе. Научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление», Ташкент, № 1, 2005 г. -с. 22

- 44.Зикриллаев Б.Х., Курдашев С.С., Ражабов А.Т., Гапаров Ф.Р. Анализ фотометрического метода измерения дымности газовой среды
Материалы XIII Республиканской научной конференции молодых ученых Каракалпакстана /- Нукус: «Илим», 2013. - 14 с.
- 45.Зикриллаев Б.Х., Курдашев С.С., Гапаров Ф.Р., Ражабов А.Т. Исследование влияния температуры на коэффициент ослабления излучения при фотометрировании газовых сред. Республиканской научно-практической конференции .Карши-2013