

## ОГЛЯД І ПОРІВНЯННЯ ПРИЛАДІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА

*Сорочинський Д. Д., студент (гр. ПБ-51, ПБФ КПП ім. Ігоря Сікорського)*

У виробничих приміщеннях в процесі роботи необхідно періодично контролювати параметри повітряного середовища. Здійснюють це за допомогою контрольно-вимірювальних приладів.

Концентрація парів і газів визначається методами:

- експресним (індикаційний);
- автоматичним;
- лабораторним.

Експрес-методи застосовуються для швидкого визначення вмісту в повітрі парів або газів безпосередньо на місці. У більшості випадків для цих цілей використовуються швидкопротікаючі кольорові реакції. Автоматичні методи забезпечують швидкість і точність аналізу повітря. Виконуються вони автоматичними газоаналізаторами. Лабораторні методи дозволяють шляхом відбору проб повітря в виробничих приміщеннях і їх аналізу в лабораторії забезпечити високоякісні результати, але для їх отримання необхідно лабораторне обладнання, кваліфіковані фахівці-хіміки і значний час. Газоаналізатори - прилади, що вимірюють вміст (концентрацію) одного або декількох компонентів в газових сумішах. Кожен газоаналізатор призначений для вимірювання концентрації тільки певних компонентів на тлі конкретної газової суміші в нормованих умовах. Поряд з використанням окремих газоаналізаторів створюються системи газового контролю, які об'єднують десятки таких приладів.

Газоаналізатори класифікують за типом на пневматичні, магнітні, електрохімічні, напівпровідникові та ін.

Термокондуктометричні газоаналізатори - їх дія заснована на залежності теплопровідності газової суміші від її складу, не володіють високою вибірковістю і використовуються, якщо контрольований компонент по теплопровідності істотно відрізняється від інших, напр. для визначення концентрацій  $H_2$ ,  $He$ ,  $Ar$ ,  $CO_2$  в газових сумішах, що містять  $N_2$ ,  $O_2$  та ін. Діапазон вимірювання - від одиниць до десятків відсотків за обсягом.

Термохімічні газоаналізатори - цих приладах вимірюють тепловий ефект хімічної реакції, в якій бере участь визначається компонент. У більшості випадків використовується окислення компонента киснем повітря; каталізатори - марганцевомідний (гопкаліт) або мілко дисперсне платинове покриття, нанесене на поверхню пористого носія. Зміна температури  $\Delta t$  при окисленні вимірюють за допомогою металевого або напівпровідникового терморезистора. У ряді випадків поверхню платинового терморезистора використовують як каталізатор. Величина  $\Delta t$  пов'язана з числом молей  $M$  окиснюваного компонента і тепловим ефектом  $q$  відношенням:  $\Delta t = kMq$ , де  $k$ -коэф., що враховує втрати тепла, що залежать від конструкції приладу.

Магнітні газоаналізатори - цей тип застосовують для визначення  $O_2$ . Їх дія заснована на залежності магнітної сприйнятливості газової суміші від концентрації  $O_2$ , об'ємна магнітна сприйнятливість якого на два порядки більше, ніж у більшості інших газів. Такі газоаналізатори дозволяють вибірково визначати  $O_2$  в складних газових сумішах. Діапазон вимірюваних концентрацій  $10^{-2}$ -100%. Найбільш поширені магнітомеханічні і термомагнітні газоаналізатори. У магнітомеханічних газоаналізаторах вимірюють сили, що діють в неоднорідному магнітному полі на вміщене в аналізовану суміш тіло (зазвичай ротор). Більш точні газоаналізатори, виконані по компенсаційній схемі.

Пневматичні газоаналізатори - дія заснована на залежності щільності  $\rho$  і в'язкості  $\eta$  газової суміші від її складу. Зміни щільності і в'язкості визначають вимірюючи гідромеханічні параметри потоку. Поширені пневматичні газоаналізатори трьох типів.

Газоаналізатори з дросельними перетворювачами вимірюють гідравлічний опір дроселя (капіляра) при пропущенні через нього аналізованого газу. При постійній витраті газу перепад тиску на дроселі - фільтрація щільності (турбулентний дросель), в'язкості (ламінальний дросель) або того й іншого параметра одночасно.

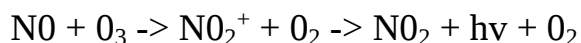
Струменеві газоаналізатори вимірюють динамічний натиск струменя газу, що впливає з сопла. Їх використовують, наприклад, в азотній промисловості для вимірювання вмісту  $N_2$  в азоті (діапазон вимірювання 0-50%), в хлорній промисловості - для визначення  $Cl_2$  (0-50 і 50-100%). Час встановлення показань цих газоаналізаторів не перевищує кілька секунд, тому їх застосовують також в газосигналізаторах довибухових концентрацій газів і парів деяких в-в (наприклад, дихлоретан, вінілхлориду) в повітрі пром. приміщень.

Інфрачервоні газоаналізатори - їх дія заснована на вибраному поглинанні молекулами газів і парів ІЧ-випромінювання в діапазоні 1-15 мкм. Це випромінювання поглинають все газу, молекули яких брало складаються не менше ніж з двох різних атомів. Висока специфічність молекулярних спектрів поглинання різних газів обумовлює високу вибірковість таких газоаналізаторів та їх широке застосування в лабораторіях і промисловості. Діапазон вимірюваних концентрацій  $10^{-3}$ -100%. В дисперсійних газоаналізаторах використовують випромінювання однієї довжини хвилі, отримане за допомогою монохроматорів (призми, дифракції. Решітки). У недисперсних газоаналізаторах, завдяки особливостям оптичної схеми приладу (застосування світлофільтрів, спец. приймачів випромінювання і т.д.), використовують немонохроматичного випромінювання.

Ультрафіолетові газоаналізатори - принцип їх дії заснований на виборчому поглинанні молекулами газів парів випромінювання в діапазоні 200-450 нм. Вибірковість визначення одноатомних газів вельми велика. Двох - і багатоатомні газу мають в УФ-області суцільний спектр поглинання, що знижує вибірковість їх визначення. Однак відсутність УФ-спектра поглинання

у  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  і парів води дозволяє у багатьох практично важливих випадках проводити досить селективні вимірювання у присутності цих компонентів. Діапазон шуканих концентрацій зазвичай  $10^{-2}$ -100% (для пари Hg нижня межа діапазону  $2,5 \cdot 10^{-6}\%$ ). Застосовують головним чином для автоматичного контролю вмісту  $Cl_2$ ,  $O_3$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $H_2S$ ,  $CO_2$ , дихлоретан, зокрема в викидах промислових підприємств, а також для виявлення парів Hg, рідше Ni (CO) 4, в повітрі приміщень.

Люмінесцентні газоаналізатори - у хемілюмінесцентних газоаналізаторах вимірюють інтенсивність люмінесценції, збудженої завдяки хімічній реакції контрольованого компонента з реагентом у твердій, рідкій або газоподібній фазі. Приклад - взаємодія NO з  $O_3$ , що використовується для визначення оксидів азоту:



Фотоколориметричні газоаналізатори - ці прилади вимірюють інтенсивність забарвлення продуктів вибраної реакції між визначеним компонентом і спеціально підібраним реагентом. Реакцію здійснюють, як правило, в розчині (рідинні газоаналізатори) або на твердому носії у вигляді стрічки, таблетки, порошку (стрічкові, таблеткові, порошкові газоаналізатори). Фотоколориметричні газоаналізатори застосовують для вимірювання концентрацій токсичних домішок (напр., оксидів азоту,  $O_2$ ,  $Cl_2$ ,  $CS_2$ ,  $O_3$ ,  $H_2S$ ,  $NH_3$ , HF, фосгену, ряду орг. сполук) в атмосфері пром. зон і в повітрі пром. приміщень.

Електрохімічні газоаналізатори - дія заснована на залежності між параметром електрохімічної системи і складом аналізованої суміші, що надходить в цю систему.

У кондуктометричних газоаналізаторах вимірюється електропровідність розчину при селективному поглинанні їм визначається компонента. Недоліки цих газоаналізаторів - низька вибірковість і тривалість встановлення показань при вимірюванні малих концентрацій. Кондуктометричні газоаналізатори широко застосовують для визначення  $O_2$ , CO,  $SO_2$ ,  $H_2S$ ,  $NH_3$  та ін.

Іонізаційні газоаналізатори - дія заснована на залежності електричної провідності газів від їх складу. Поява в газі домішок чинить додатковий вплив на процес утворення іонів або на їх рухливість і, отже, рекомбінацію. Що виникає при цьому зміна провідності пропорційно вмісту домішок.

Всі іонізаційні газоаналізатори містять проточну іонізаційну камеру, на електроди якої накладають певну різницю потенціалів. Ці прилади широко застосовують для контролю мікродомішок в повітрі, а також в якості детекторів в газових хроматографах.

На сьогоднішній день найбільшого поширення отримали:

- оптичні газоаналізатори;
- електрохімічні газоаналізатори.

Портативні оптичні газоаналізатори мають цінові межі приблизно 17000 (наприклад ОКСИ-5М-1Н ( $O_2$ ) до 43000 грн (ОКСИ-5М-5Н).

Стаціонарні оптичні газоаналізатори від 12000 грн (СИГМА-03.ИПК-4.4) до 130000 грн (АНКАТ-410).

Електрохімічні портативні мають ціновий діапазон від 1500 (Benetech GM8805) грн до 35000 грн. (Testo 310). Стаціонарні від 700 (Детектор газу LS - 914) до 20000 грн (Greisinger OXY 3690 MP).

Важливий чинник, від якого залежить ціна газоаналізатора, це ширина діапазону виявлення шкідливих газів. Портативні більш зручні, але мають менший діапазон вимірювань. Стаціонарні володіють більшою кількістю функцій, коштують дорожче, ніж портативні. Таким чином при виборі газоаналізатора за прийнятною ціною необхідно враховувати вимоги до кількості забруднюючих речовин, які необхідно виявляти в повітрі, що відповідає певному набору функцій і можливостей газоаналізатора.

Нижче виконана приведена порівняльна таблиця найпоширеніших типів газоаналізаторів для контролю повітряного середовища на виробництві.

*Таблиця.1*

**Порівняння газоаналізаторів**

| Назва          | Переваги                                                                                                                                                                            | Недоліки                                                                                                                                            |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Електрохімічні | Дозволяє виявляти навіть найдрібніші частинки шкідливих газів; широкий діапазон визначення забруднюючих органічних і неорганічних речовин; низьке енергоспоживання; прийнятна ціна  | Обмежена швидкодія; низька селективність; великі габарити; необхідно додатково за собою носити величезна кількість реагентів і різноманітних блоків |
| Оптичні        | Висока чутливість; відсутні шкідливі реагенти, необхідні для аналізу суміші газів; високу швидкодію селективність і чутливість; дозволяють визначати практично всі забруднюючі гази | Висока вартість                                                                                                                                     |

*Наукові керівники: Полукаров О. І., к.т.н., доц., Несин М. Г, зав. лаб. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

## Література

1. Прилади і методи контролю повітряного середовища. [Електронний ресурс] - Режим доступу: [https://studopedia.su/15\\_59879\\_pribori-i-metodi-kontrolya-vozdushnoy-sredi.html](https://studopedia.su/15_59879_pribori-i-metodi-kontrolya-vozdushnoy-sredi.html).
2. Типи газоаналізаторів. [Електронний ресурс] – [http://eurolabgas.ru/tipy\\_gazoanalizatorov](http://eurolabgas.ru/tipy_gazoanalizatorov).
3. Принципи роботи газоаналізаторів. [Електронний ресурс] - <http://gas-analyzer.ru/>.
4. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://prom.ua/Gazoanalizator.html>
5. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.electronpribor.ru/catalog/gazoanalizatory/>.
6. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.gazoanalizators.ru/>.