

Список літератури

1. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле / Пер. с англ. Под ред. Э.И. Григолюка. – М.: Машиностроение, 1985. – 472 с.
2. Шендеров Е.Л. Волновые задачи гидроакустики. – Л.: Судостроение, 1972. – 352 с.

Стаття надійшла до редакції 19.03.01.

УДК 521.508.7

ББК 618 - 9231121 с 2

С.Н.Занько

ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЮ ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН

Розглянуто найбільш широко використовувані під час контролю забруднення навколишнього середовища технічні засоби, призначені для формування середніх проб речовини, виміри витрат і запиленості газоповітряного середовища.

Відбір і формування середніх проб речовини – допоміжна операція на першій стадії контролю забруднення навколишнього середовища, проте, від того, як організована ця операція, як виконано її основний технічний засіб – формування середніх проб речовини – наскільки він технологічний і зручний в експлуатації, залежить зацікавленість у його масовому впровадженні і подальшому розвитку спеціалізованих центрів охорони навколишнього середовища.

Середня проба – об'ємна (масова) частина речовини (газоподібної, рідкої, сипучої), фізико-хімічні властивості якої (проби) характерні для осереднених значень властивостей всієї маси речовини. Якщо речовина знаходиться в статичному стані (наприклад, повітря промплощадок, рідина в басейнах і резервуарах) проби в осереднюючу нагромаджувальну ємність відбирають з різних місць просторового розподілу речовини. Проби у місцях відбору повинні бути пропорційні тиску (для газоподібних), щільності (для сипучих) та густині (для рідких). У разі відбору проб із потоку речовини (з газопроводу) обсяги проб повинні бути пропорційні її витратам в місцях відбору.

Достовірність середньої проби, сформованої за контрольований період T_k , тим вища, чим частіше здійснюється відбір. Відбір проби може бути разовим, періодичним або безперервним. При разових і періодичних відборах отримана інформація про середні параметри шкідливих викидів може бути недостатньо об'єктивною, перекошеною, тому що інтенсивність забруднення навколишнього середовища, як правило, нерівномірна в часі (залпові викиди). Безперервний відбір проби при виконанні інших умов (достатня кількість місць відбору, відповідне розташування, обсяг проб, що відбираються) дозволяють сформувати середню пробу з максимально ймовірним високим ступенем достовірності. При безперервному, тривалому відборі проб необхідно вирішити технічну задачу, обумовлену тим, що об'єм контейнера з результуючою контрольною пробкою обмежений 1...5 л, а, приміром, для відбору проби із середньою витратою 0,5 л/хв (30 л/год) протягом доби необхідний нагромаджувальний контейнер об'ємом $30 \text{ л/год} \cdot 24 \text{ год} = 720 \text{ л}$.

Спосіб формування середньої проби речовини полягає в безперервному відборі проби з витратою $q = F(Q, P)$, пропорційною витраті Q або тиску P речовини в місці відбору з подальшим періодичним заповненням і спороженням контейнерів $V_1, \dots, V_i, \dots, V_n$ проміжних об'ємів n послідовно задіяних модулів формувачів $\Phi_1, \dots, \Phi_i, \dots, \Phi_n$, причому, контейнер V_1 об'єму модуля Φ_1 першого щабля формування заповнюється безпосередньо з місця відбору витратою q , а кожний з контейнерів $V_2, \dots, V_i, \dots, V_n$ формувачів $\Phi_2, \dots, \Phi_i, \dots, \Phi_n$ наступних щаблів заповнюється дозою $\mathcal{D}_{(i-1)}$, сформованою дозатором при спороженні контейнера $V_{(i-1)}$ попереднього формувача $\Phi_{(i-1)}$ (рис.1).

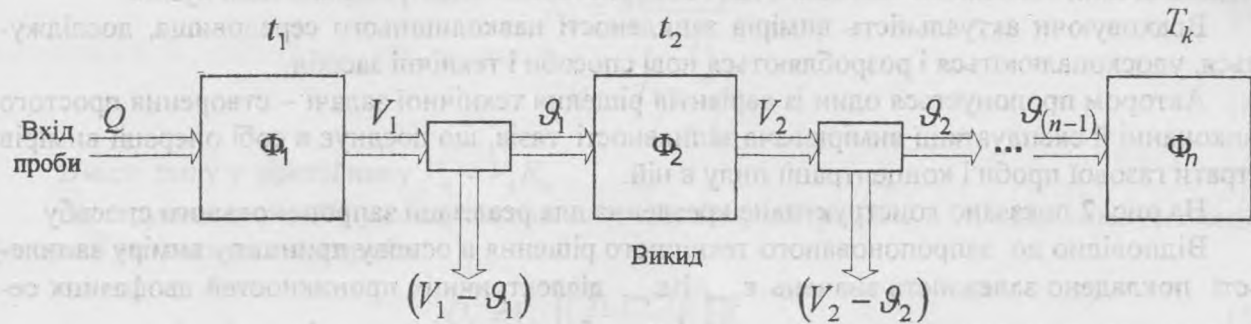


Рис. 1. Схема формування середньої проби речовини

Часові інтервали t_1, \dots, t_n заповнення контейнерів V_1, \dots, V_n формувачів Φ_1, \dots, Φ_n визначаються за формулами:

$$t_1 = \frac{V_1}{q}; t_2 = t_1 \frac{V_2}{G_1}; \dots t_n = t_{(n-1)} \frac{V_n}{G_{(n-1)}}.$$

При рівності об'ємів $V_1 = \dots = V_n$ накопичуваних контейнерів формувачів Φ_1, \dots, Φ_n і об'ємів $G_1 = \dots = G_{(n-1)}$ доз максимальна тривалість контрольованого періоду T_k складе:

$$T_k = \frac{V^n}{q G^{(n-1)}},$$

наприклад, при $V = 3,0$ л, $q \approx 1,0$ л/хв, $G = 0,3$ л, $n = 3$

$$T_k = \frac{3,0^3}{1,0 \cdot 0,03^2} = 3 \cdot 10^4 \approx 20 \text{ діб.}$$

Вимір запиленості газоповітряного середовища – одна з найбільш поширених операцій визначення концентрації одного з розповсюджених компонентів, що забруднюють навколишнє середовище.

Гравіметричний спосіб виміру запиленості газів передбачає виконання таких операцій:

- відбір і вимір об'єму газової проби з використанням відповідного устаткування;
- підготовка фільтруючих елементів до вимірів, їх збереження з дотриманням спеціальних умов, початкове зважування й установка в прилад;
- фільтрація газової проби з постійною витратою упродовж фіксованого часового інтервалу (10 – 30 хв);
- висушування фільтруючого елемента в сушильних камерах при температурі 100°C і вище упродовж декількох годин;
- зважування фільтруючого елемента після сушіння;
- опрацювання результатів вимірів.

З переліку наведених операцій впливають характерні недоліки гравіметричного методу: значна тривалість вимірів, трудомісткість, наявність необхідного устаткування й значні енерговитрати.

Інший відомий вимір концентрації пилу в повітрі здійснюють за допомогою відбору проби запиленого повітря і пропускання її через контейнер, заповнений піною, з візуальним виміром рівня якої визначають кількісне утримання пилюки в повітрі. Пристрій, що реалізує цей спосіб, виконано у вигляді циліндричного корпусу з роздільним штахетом і крильчаткою з електродвигуном, які утворюють піногенератор, корпус має оглядову ціль і заливний отвір. Недоліками способу і реалізуючого його пристрою є низька точність і складність конструк-

ції, що обумовлені як принципом виміру, заснованим на візуальному визначенні ступеня осадження піни завислими частками, так і використанням електромеханічних вузлів.

Враховуючи актуальність вимірів запиленості навколишнього середовища, досліджуються, удосконалюються і розробляються нові способи і технічні засоби.

Автором пропонується один із варіантів рішення технічної задачі – створення простого у виконанні й експлуатації вимірювача запиленості газів, що поєднує в собі операції вимірів витрати газової проби і концентрації пилу в ній.

На рис. 2 показано конструктивне креслення для реалізації запропонованого способу.

Відповідно до запропонованого технічного рішення в основу принципу виміру запиленості покладено залежність значень ϵ_{p+n} і ϵ_{p+r} діелектричних проникностей двофазних середовищ, що включають рідинну і пилову фази, або рідинну і газову фази від діелектричних проникностей ϵ_p , ϵ_n , ϵ_r кожної з фаз та їхніх об'ємних співвідношень, тобто

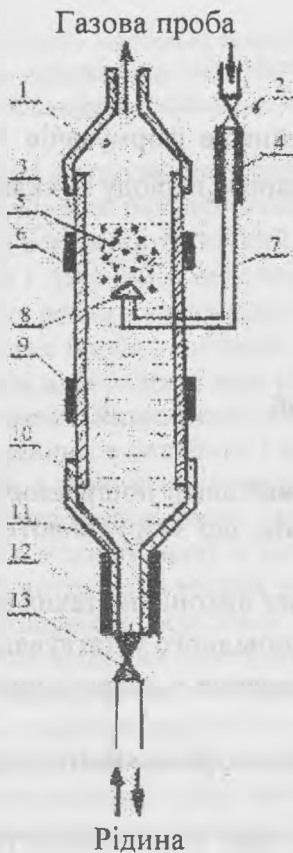


Рис. 2. Пристрій для виміру запиленості:
1 – кришка з газовідводом профільтрованої газової проби; 2 – вентиль напуску газової проби; 3 – ізоляційний циліндр; 4 – перша пара півциліндричних електродів; 5 – фільтруюча рідина (вода); 6 – друга пара півциліндричних електродів; 7 – вхідний газовий патрубок; 8 – розсікач; 9 – третя пара півциліндричних електродів; 10 – лійка; 11 – відстійник; 12 – четверта пара півциліндричних електродів; 13 – вентиль зливу-напуску рідини

$$\epsilon_{B+n} = \frac{\epsilon_B V_B + \epsilon_n V_n^{(12)}}{V_B + V_n};$$

$$\epsilon_{B+r} = \frac{\epsilon_B V_B + \epsilon_r V_r}{V_B + V_r},$$

де V_B , V_n , V_r – об'єми міжелектродних середовищ і їхніх компонентів (води, газу, пилу).

З урахуванням сталості об'ємів міжелектродних середовищ

$$V_k = V_B^{12} + V_n^{(12)} = V_B^{(6)} + V_r = \text{const};$$

$$K_n = \frac{V_n}{V_k}; \quad K_r = \frac{V_r}{V_k};$$

$$\epsilon_{B+n} = \frac{\epsilon_B (V_k - V_n) + \epsilon_n V_n}{V_k} = \epsilon_B (1 - K_n) + \epsilon_n K_n; \quad (1)$$

аналогічно:

$$K_r = \frac{\epsilon_{B+r} - \epsilon_B}{\epsilon_r - \epsilon_B}, \quad (2)$$

де K_n , K_r – поточні значення відносного об'ємного вмісту пилу і газової проби в пилорідинному і газорідинному середовищах.

У разі рівності (установлених налаштуванням контурів генераторів) значень еквівалентів конструктивних параметрів генераторів можна подати значення діелектричних проникностей ϵ_{B+n} , ϵ_B , ϵ_{B+r} , ϵ_r , ϵ_n пропорційними значеннями вихідних частотних сигналів генераторів

$$f_{B+n} = \frac{K}{\epsilon_{B+n}}; \quad f_B = \frac{K}{\epsilon_B}; \quad f_{B+r} = \frac{K}{\epsilon_{B+r}}; \quad f_r = \frac{K}{\epsilon_r}; \quad f_n = \frac{K}{\epsilon_n},$$

f_{B+n} , f_B , f_{B+r} , f_r , f_n – еквівалентні частотні сигнали з виходів генераторів відповідні ϵ_{B+n} , ϵ_B , ϵ_{B+r} , ϵ_r , ϵ_n .

Звідси вирази (1) і (2) будуть мати вигляд:

$$K_n = \frac{f_{B+n} - f_B}{f_n - f_B}; \quad (3)$$

$$K_r = \frac{f_{B+r} - f_B}{f_r - f_B}. \quad (4)$$

Вміст пилу у відстійнику $V_n = V_k K_n$.

Інтегруючи вираз (3) у контрольованому часовому інтервалі $0 \dots t$, одержимо значення сумарної витрати газової проби

$$Q_\Sigma = V_k \int_0^t \left(\frac{f_{B+r} - f_B}{f_r - f_B} \right) dt. \quad (5)$$

Якщо взяти відношення виразів (4) і (5), одержимо розрахунковий вираз для величини об'ємної концентрації пилу в газовій пробі:

$$C_n = \frac{V_n}{Q_\Sigma} = \frac{\frac{f_{B+n} - f_B}{f_n - f_B}}{\int_0^t \left(\frac{f_{B+r} - f_B}{f_r - f_B} \right) dt} 100.$$

Конструктивно (рис. 2) пристрій являє собою вертикально встановлений ізоляційний циліндр 3, верхня частина якого закінчується кришкою 1 з газовідводом профільтованої проби, а нижня частина зістикована різьбовим з'єднанням через ліжку 10 з відстійником 11 і вентилям злива-напуска рідини 13. В середній частині циліндра 3 установлений вхідний газовий патрубок 7 з розсікачем 8 і вентилям напуску газової проби 2. Перша 4, друга 6, третя 9 і четверта 12 півциліндричні пари електродів установлені відповідно на зовнішній бічній поверхні циліндра 3 нижче вводу вхідного газового патрубку 7, на зовнішній бічній поверхні циліндра 3 вище вводу вхідного газового патрубку 7, але нижче рівня рідини, і на зовнішній бічній поверхні вертикальної частини патрубку 7 вище максимального рівня рідини, що заливається. Як фільтруюча рідина використовується вода 5.

Стаття надійшла до редакції 19.03.01.