

## ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ МАСОВОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

*Зеленько Б.М., Клочко Н.Б., Довгий Б. І.*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019*

Контроль і моніторинг стану атмосферного повітря здійснюють на основі результатів вимірювань масової концентрації забруднюючих речовин. Відповідно до [1] відносна невизначеність не повинна перевищувати  $\pm 35\%$  в діапазоні від 0,8 до 10 ГДК (гранично допустимій концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі). Варто зауважити, що згідно з [1] масова концентрація компонента, виступає в якості «разової концентрації забруднюючої речовини».

Вимірювання масової концентрації забруднюючих речовин пропонується здійснювати за допомогою газоаналізатора «АВТОТЕСТ-02.-02П». При цьому повне рівняння вимірювання враховує коефіцієнти, що відображають вплив різних факторів:

$$C_u = C_n \times f_d \times f_{\text{вар}} \times f_t \times f_{Pa} \times f_{Pp} \times f_{H_2O} \times f_{\text{н.к.}} \times f_{\text{вум}}, \quad (1)$$

де  $f_d$  - коефіцієнт, що відображає можливу нестабільність газоаналізатора в період між коригуваннями;  $f_{\text{вар}}$  - коефіцієнт, що відображає варіацію показань газоаналізатора;  $f_t$  - коефіцієнт, що відображає вплив температури навколишнього середовища (при її зміні в допустимих межах);  $f_{Pa}$  - коефіцієнт, що відображає вплив атмосферного тиску (при його зміні в допустимих межах);  $f_{Pp}$  - коефіцієнт, що відображає вплив тиску аналізованого повітря (при його зміні в допустимих межах);  $f_{H_2O}$  - коефіцієнт, що відображає вплив вологості аналізованого повітря (при його вимірюванні в допустимих межах);  $f_{\text{н.к.}}$  - коефіцієнт, що відображає вплив супутніх невизначених компонентів (при зміні їх змісту в допустимих межах);  $f_{\text{вум}}$  - коефіцієнт, що відображає зміну витрати аналізованого повітря через газоаналізатор.

При виборі факторів, які враховувались при метрологічному аналізі, був прийнятий до уваги стандартизований комплекс нормуючих метрологічних характеристик автоматичних газоаналізаторів, що застосовуються при контролі забруднення атмосферного повітря.

При описі вимірювання виразом (1) відносна сумарна невизначеність вимірювання масової концентрації компонента, що обчислюється, вираховується як корінь з суми квадратів відносних невизначеностей вхідних величин [2]:

$$u^0 = \sqrt{\frac{(u_n^0)^2 + (u_d^0)^2 + (u_{var}^0)^2 + (u_t^0)^2 + (u_{Pa}^0)^2}{(u_{pp}^0)^2 + (u_{H2O}^0)^2 + (u_{нк}^0)^2 + (u_{sum}^0)^2}}, \quad (2)$$

де  $u^0$  – відносна сумарна стандартна невизначеність вимірювання;  $u_n^0$  – відносна стандартна невизначеність, пов'язана з основною похибкою газоаналізатора;  $u_d^0$  – відносна стандартна невизначеність, пов'язана з можливою нестабільністю показів газоаналізатора в період між коригуваннями;  $u_{var}^0$  – відносна стандартна невизначеність, пов'язана з варіацією показів газоаналізатора,%;  $u_t^0$  – відносна стандартна невизначеність, пов'язана з впливом температури навколишнього середовища,%;  $u_{Pa}^0$  – відносна стандартна невизначеність, пов'язана з впливом атмосферного тиску,%;  $u_{pp}^0$  – відносна стандартна невизначеність, пов'язана з впливом тиску аналізованого газу,%;  $u_{H2O}^0$  – відносна стандартна невизначеність, пов'язана з впливом вологості аналізованого газу,%;  $u_{нк}^0$  – відносна стандартна невизначеність, пов'язана з впливом супутніх невизначених компонентів,%;  $u_{sum}^0$  – відносна стандартна невизначеність вимірювань, пов'язана з витратою атмосферного повітря, необхідного для проведення аналізу,%.

У даному випадку коефіцієнти чутливості при вхідних величинах рівні одиниці. Усі вхідні величини розглядаються як незалежні. При заданому рівні довіри 95%, коефіцієнт охоплення для даного випадку (композиція рівномірних розподілів) був прийнятий рівним 2. Результати розрахунку подані в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати обчислення розширеної невизначеності вимірювань масової концентрації СО та СО<sub>2</sub> у відпрацьованих газах газоаналізатором АВТОТЕСТ-02.02П.

Вихідна величина	Оцінка вихідної величини	Сумарна стандартна невизначеність	Ефективне число степені свободи	Рівень довіри	Коефіцієнт охоплення	Розширена невизначеність
C <sub>со</sub>	Від 3,0 до 125 мг/м <sup>3</sup>	12%	∞	P=0,95	2	24%
C <sub>со2</sub>	Від 0,06 до 6,0 мг/ м <sup>3</sup>	16,7%	∞	P=0,95	2	33%

Розширена невизначеність вимірювань масової концентрації СО та СО<sub>2</sub> у відпрацьованих газах газоаналізатором АВТОТЕСТ-02.02П становить 26% і 33% відповідно, що дозволяє використовувати його при визначенні концентрації складу відпрацьованих газів.

*1.ГН2.1.6.1338-0.Гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. 2. Захаров И. П., Кукуш В.Д.. Теория неопределенности в измерениях. Харьков.: Консум, 2002.- 247с.*