

**ГАЗОСИГНАЛІЗАТОР МЕТАНУ ДЛЯ ПОБУТОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ****Бутурлакін О.П., к.ф.-м.н, доцент, Чичура І.І., асп.,****Федак В.В., к.ф.-м.н, доцент.****ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна**

Напівпровідниковий сенсор АЧЕ-02 призначений для перетворення фізичної величини - вмісту метану у повітрі в пропорційну зміну опору напівпровідникового шару. Він може використовуватися як елемент первинного вимірювального перетворювача (ПВП) в портативних і стаціонарних індикаторах, газосигналізаторах та течешукачах витоку метану. Конструктивно сенсор виконаний у циліндричному корпусі з шістьма виводами, розташування яких дозволяє використання панельки ППл-7-3пВ АГО.481.023ТУ у якості комутуючого елемента.

Основні характеристики його суттєво залежать від робочої температури напівпровідникового шару. Для визначення наявності у повітрі (середовищі) метану його ефективна робоча температура  $T_p \approx 450^\circ\text{C}$ . Тому, будучи сенсором непрямого підігріву, накладаються обмеження у першу чергу до живлення підігрівача - ніхромової спіралі ( $R_{\text{кім}} \approx 30\text{Ом}$ ) в досить жорстких межах -  $(5 \pm 0,1)\text{В}$ . Використання ніхромової дротини з малим температурним коефіцієнтом опору дозволяє для живлення нагрівача використання як стабілізатора напруги, так і генератора струму.

Основними технічними характеристиками сенсора є зміна його опору від концентрації метану у повітрі, вплив умов експлуатації на електричний режим роботи.

Сенсор АЧЕ-02 повинен працювати у таких умовах:

- температура навколишнього середовища від  $-10$  до  $+40^\circ\text{C}$ ;
- відносна вологість до  $80\%$  при  $+25^\circ\text{C}$ ;
- атмосферний тиск від  $86,7$  до  $106,7\text{кПа}$ ;
- робоче середовище - повітря робочої зони з підвищеним вмістом метану (за ГОСТ 12.1.005-76).

**Основні технічні характеристики АЧЕ-02 [1]:**

- опір чутливого шару сенсора при об'ємній долі метану у повітрі  $0,33\%(R_{0,33})$ , кОм:  $3 \pm 15$ ;
- номінальна статична характеристика перетворення, яка визначається відношенням опору сенсора при об'ємній долі метану у повітрі рівній  $0,70\%$  до його опору при об'ємній долі метану у повітрі  $0,33\%$  ( $K = R_{0,70}/R_{0,33}$ ):  $0,65 \pm 0,5$ ;
- час встановлення значення опору сенсора (на рівні  $0,9$ ) при об'ємній долі метану у повітрі  $0,5\%$ , с:  $3 \pm 5$ ;
- опір нагрівача при кімнатній температурі, Ом:  $30 \pm 3$ ;
- напруга живлення нагрівача, В:  $5 \pm 0,1$ ;
- максимальна потужність розсіювання на опорі сенсора, мВт:  $15$ ;
- час прогріву, хв.:  $30$ ;
- границі допустимої зміни  $R_{0,5}$  за 6 місяців неперервної роботи сенсора, %:  $\pm 25$ ;

- після тривалої перерви у роботі (більше 3-х місяців) необхідно провести технологічний прогін протягом часу, год.: 48;
- середнє напрацьовування на відмову, год.: 50000;
- габаритні розміри, мм: 17,5x17;
- маса, не більша за, г: 3.

На нормовані метрологічні параметри сенсора суттєво впливає температура. При стабільній робочій температурі сенсора опір його чутливого шару у загальному випадку залежить від концентрації як :

$$\frac{1}{R(C)} = A \cdot C^{\frac{1}{n}} \quad (1)$$

де  $R(C)$  - опір сенсора при концентрації метану рівній  $C$ ;

$A$  - постійна адсорбції;

$1/n$  - показник степені, який є незмінним для сталої робочої температури сенсора.

Вилучити значення  $A$  можливо знаючи опори сенсора для двох значень концентрацій:

$$\frac{R(C1)}{R(C2)} = \left(\frac{C2}{C1}\right)^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

Тому знаючи  $K$  і враховуючи (2), визначають значення  $1/n$ :

$$K = \frac{R_{0,70}}{R_{0,33}} = \left(\frac{0,33}{0,70}\right)^{\frac{1}{n}} \quad (3)$$

Для крайніх значень  $K=0,65$  та  $K=0,75$  значення  $1/n$  відповідно рівні:

$$\frac{1}{n} = 0,573; \quad \text{і} \quad \frac{1}{n} = 0,383.$$

Розрахункові значення за формулою (2) зміни опору сенсора від концентрації метану у повітрі,  $1/n$  та  $R_{0,33}$  для діапазону зміни концентрації метану, що перевищує на  $\pm 5\%$  основну допустиму похибку спрацьовування газосигналізатора, приведені на рис. 1. Заштрихована область задовольняє всім можливим значенням цих параметрів сенсора.

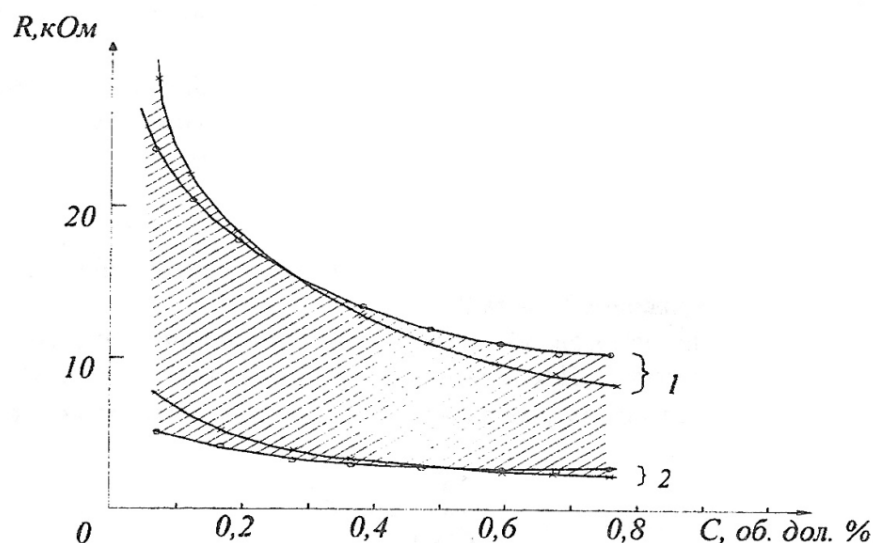


Рис. 1. Концентраційні залежності опору сенсорів АЧЕ-02 в залежності від допустимих значень  $K$  та  $R_{0,33}$  (криві 1 відповідають значенням  $R_{0,33} = 15$  кОм; криві 2 -  $R_{0,33} = 3$  кОм; х - при  $K = 0,75$ , о -  $K = 0,65$ ).

Розкид значення  $K$ , тобто можливий діапазон значень опору сенсора при концентрації метану повітрі рівній 0,33% об.долі у повітрі в межах від 3 до 15кОм, є наслідком недосконалості технології виготовлення, а висока робоча температура - причиною старіння сенсора.

Концентраційний діапазон для номінальної статичної функції перетворення визначається, згідно ДСТУ3377-95[2], виходячи з основної допустимої похибки -  $A$  газосигналізатора. Для значення порогової концентрації  $C_{пор}=0,53$  % об'ємної долі метану в повітрі (10% НКГР) основна допустима похибка не повинна перевищувати 5%LEL. На рис. 2 приведені номінальні статичні функції перетворення для вказаного діапазону концентрацій та гранично допустимі межі вихідних напруг на ПВП, які задовольняють вимогам перевірки. Згідно ТВ значення концентрації метану у повітрі, при якому відбувається відключення вентиляції[3], відповідає саме максимальному нижньому значенню основної допустимої похибки (0,265% об. долі метану у повітрі).

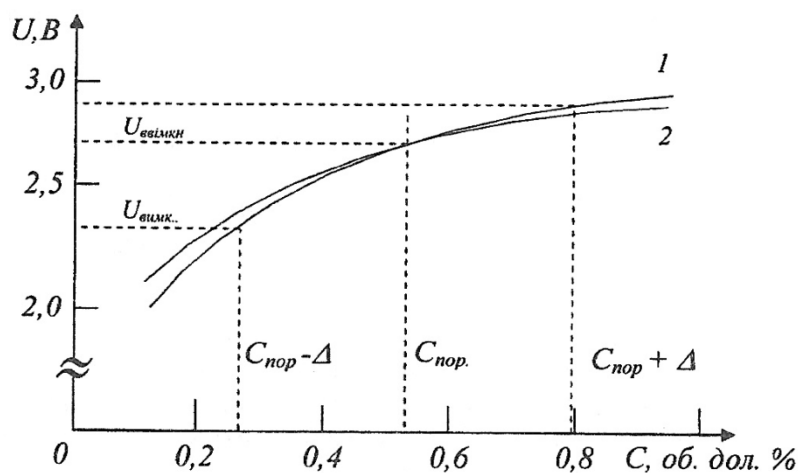


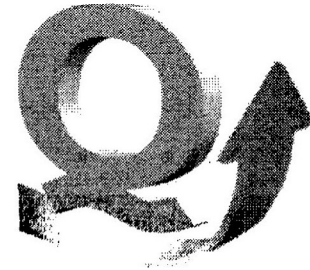
Рис.4.3 Номінальні статичні функції перетворення первинного вимірювального перетворювача на основі сенсора АЧЕ-02 при  $K=0,65$  (крива 1 відповідає  $R_0=15$  кОм; крива 2 -  $R_0=3$  кОм).

Видно, що при цьому крайні значення вихідної напруги на ПВП знаходяться в межах від 2,4 до 2,7 В. Слід відмітити, що можлива зміна параметрів сенсора в межах дозволеного значення  $\pm 25\%$  не впливає на форму ПВП, але обмежує тривалість міжповірного інтервалу.

#### Література:

1. Элемент адсорбционный чувствительный АЧЕ-02. ТУ 25-7459-88.
2. ДСТУ 3377-95. Сигналізатори горючих газів і парів термохімічні і загальні вимоги. К. - Держстандарт України - 1997.
3. Балабанов А.С., Маркелов К.С. Организация и оснащённость рабочих мест на предприятиях. - Л. - Машиностроение - 1986. 123с.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ТЕХНІЧНОГО**  
**РЕГУЛЮВАННЯ ТА ЯКОСТІ**



*Шоста Всеукраїнська науково-практична  
конференція молодих учених і студентів*

**«СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ  
РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО  
РЕГУЛЮВАННЯ, МЕТРОЛОГІЇ ТА ЯКОСТІ»**

21-22 травня 2015 р.

Одеса 2015