

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПЕРВИННИХ ДЖЕРЕЛ ОТРИМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ РІЗНИХ ВИРОБНИКІВ В СИСТЕМАХ ГАЗОВОГО КОНТРОЛЮ

Петрень О.Ю., студент; Рак О.М., к.т.н., доц., Саулін В.К., ст. викл.
(Донецький національний технічний університет, м. Донецьк, Україна)

Однією з основних проблем вугільних шахт в останнє 10-ліття залишається проблема забезпечення контролю і управління безпекою проведення гірничих робіт. Більшість із систем газового контролю і захисту, телевимірювання, телесигналізації, які використовуються в наш час, були розроблені і запроваджені більше 20 років тому ("Метан", "Ветер1М", "АПТВ" та ін.).

Внаслідок того, що існуючі вибухові матеріали і технічні засоби не відповідають сучасним вимогам, 35% всіх аварій за даними МакНДІ, пов'язано з вибухами газу і пилу під час проведення буро-вибухових і робіт, пов'язаних із видобуванням вугілля і підготовчих роботах.

Тому запровадження новітніх технологій буде сприяти підвищенню безпеки видобування вугілля і збереження людських життів.

Вагоме місце в контролі за вмістом метану в рудниковій атмосфері займають однодіапазонні метанометри, які контролюють кількість метану в обмеженому діапазоні від 0 до 5%. В таких метанометрах використовується термокatalітичний метод - метод контролю в рудниковій атмосфері – безполум'яне спалювання метану на поверхні кatalітично активного елемента і вимірювання кількості тепла, яке при цьому виділяється і за умови підтримання постійності умов тепломасообміну пропорційне концентрації метану в повітрі, яке аналізується.

На відміну від однодіапазонного датчика, який контролює кількість метану від 0 до 5%, дводіапазонні датчики метану дозволяють контролювати вміст метану в рудниковій атмосфері від 0 до 100%.

У дводіапазонному датчику концентрація від 0 до 5% здійснюється термокatalітичним методом, вище 5% - кондуктометричним.

Принцип контролю заснований на залежності теплопровідності газової суміші (в нашому випадку метано-повітряної) від концентрації компонента, що визначається (метану). Через те, що теплопровідність суміші має адитивні властивості і однозначно залежить від концентрації газових компонентів, то їх дія ґрунтується на залежності теплопровідності газової суміші від її складу.

В наш час виготовляються метанометри "Супутник" і "Сигнал.5" (Конотопське НВО "Червоний металіст") і СММ-1, СМС-2 (Омське ВО "Електроточприбор"). Прилади відрізняються за абсолютною похибкою при вимірюванні метану.

Метанометр "Супутник" має меншу похибку вимірювання. В аналізаторі метану "Сигнал.5" окрім можливості запам'ятовувати екстремальні значення концентрації метану за час його безперервної роботи, вбудована функція "чорна скринька".

Метанометр "Супутник" комплектується пультом програмування, який виконує зчитування інформації про результати вимірювання і про технологічні параметри метанометра, що також використовується при його налаштуванні.

Сигналізатори метану мають недостатню для визначення концентрації в місцях з підвищеним його вмістом і головним чином у важкодоступних місцях верхню межу діапазону вимірювання, низьку стабільність показань, досить чутливі до впливу газових перевантажень, мають двозначність показів при високих концентраціях.

Тому в цій роботі проведемо дослідження датчиків різних заводів-виробників з метою порівняння їх вихідних характеристик в залежності від температури, вологості, концентрації.

На рис.1 подана вимірювально-живильна схема датчика.

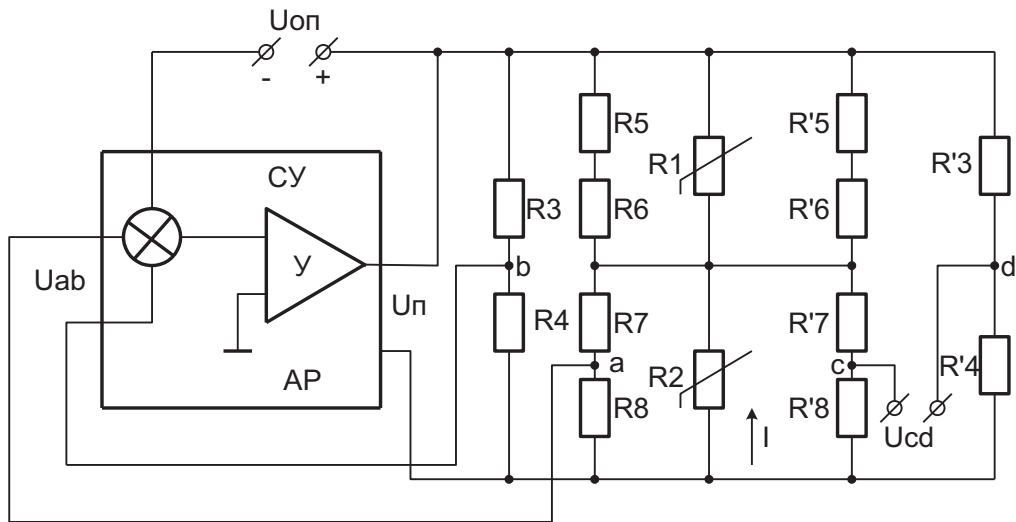


Рисунок 1 - Вимірювально-живильна схема

Основні режими роботи і параметри схеми визначаються рівняннями (1-11):

$$\frac{dn_{1M}}{dt} = \frac{D_M \cdot S_1}{l_1 \cdot V_1} \cdot (n_{mo} - n_{1M}) - \frac{A_1}{V_1} \cdot n_{1M}, \quad (1)$$

$$C_1 \cdot \frac{d\theta_1}{dt} = I^2 R_1 + q_1 \cdot n_{1M} - \varepsilon_1 (\theta_1 - \theta_{1cp}), \quad (2)$$

де $R_1 = R_{10} \cdot (1 + \alpha_1 \cdot \theta_1)$; n_1, n_{mo} – відповідно вміст метану в реакційній камері першого ЧЕ і довкіллі; S_1, l_1, V_1 – відповідно перетин, довжина і об'єм камери першого ЧЕ; A_1 – кількість метаноповітряної суміші, яка окислюється в одиницю часу першим ЧЕ (окислювальна здатність або продуктивність каталізатора); D_M – коефіцієнт дифузії метану в повітрі; C_1, θ_1 – відповідно теплоємність і температура першого ЧЕ; R_1, R_{10} – опори першого ЧЕ відповідно при θ_1 і $\theta_{1,0} = 0^\circ\text{C}$; q_1, ε_1 – питома тепловиділення від окислювання метану на першому ЧЕ і тепловіддача цього ЧЕ; α_1 – температурний коефіцієнт опору першого ЧЕ; θ_{1cp} – температура середовища зсередини камери першого ЧЕ; I – струм, що протікає через ЧЕ; t – час.

$$U_n = K_y (U_{оп} - U_{ab}), \quad (3)$$

$$U_{ab} = U_{R_1} \cdot K_2 + U_{R_2} \cdot K_3 - U_{II} \cdot K_1, \quad (4)$$

$$U_{cd} = U_{R_1} \cdot K'_2 + U_{R_2} \cdot K'_3 - U_{II} \cdot K'_1, \quad (5)$$

$$U_{вих} = U_{cd} - U_{cd.H}, \quad (6)$$

$$\text{де } K_1 = \frac{R_3}{R_3 + R_4}, (7) K_2 = \frac{R_5}{R_5 + R_6}, (8) K_3 = \frac{R_7}{R_7 + R_8}, \quad (9)$$

$$K'_1 = \frac{R'_3}{R'_3 + R'_4}, (10) K'_2 = \frac{R'_5}{R'_5 + R'_6}, \quad (11)$$

U_{II} – напруга живлення датчика на виході підсилювача У; $U_{оп}$ – опорна напруга; K_y – коефіцієнт передачі (коефіцієнт підсилення підсилювача); U_{ab} – стабілізуюча напруга живильної частини вимірювально-живильної схеми, яка при достатньо великому K_y , тобто при $\frac{U_{II}}{K_y} \rightarrow 0$ дорівнює опорній напрузі; U_{R_1}, U_{R_2} – відповідно напруги на першому і др. ЧЕ; $U_{вих}$ – вихідний сигнал датчика; $U_{cd}, U_{cd.H}$ – відповідно поточне і початкове (при $n_{1M}, n_{2M}=0$) значення напруги на виході вимірювальної частини вимірювально-живильної схеми.

За допомогою рівнянь (1-11) отримані залежності:

- залежність вихідних сигналів датчиків від напруги на порівнювальних чутливих елементах (ЧЕ) при впливі CO_2 (рис.2);
- залежність вихідних сигналів датчиків від температурної завади напруги на порівнювальних чутливих елементах (ЧЕ) при зміні температури довкілля на $\pm 20^\circ\text{C}$ (рис.3);
- залежність вихідних сигналів датчиків від температурної завади напруги на порівнювальних чутливих елементах (ЧЕ) при зміні відносної вологості з 70 до 100% при температурі 40°C (рис.4).

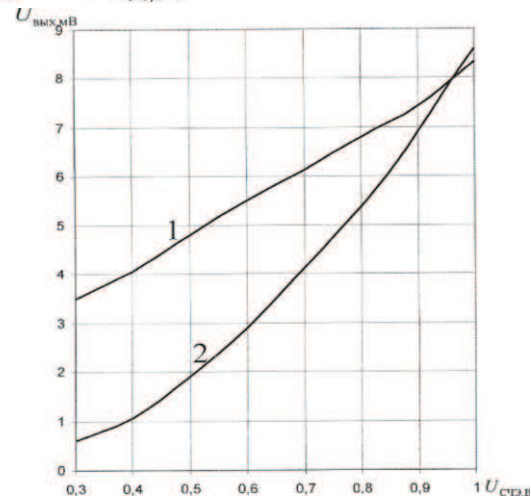
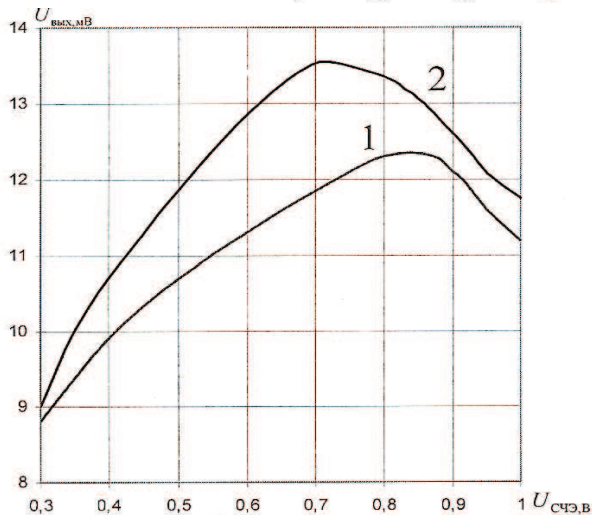
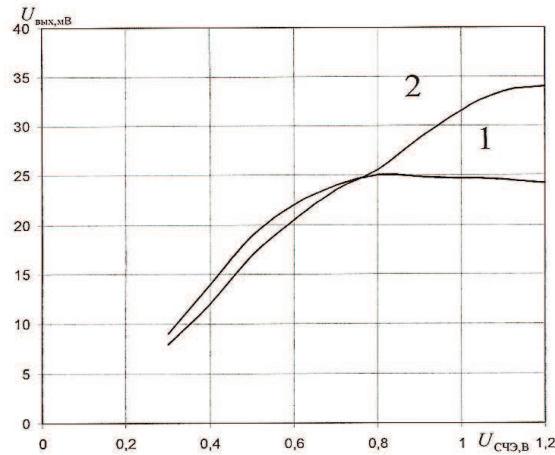


Рисунок 3 - Залежність $U_{\text{ВНХ}}=f(U_{\text{ВХ}})$
 1 - датчик Конотопського заводу;
 2- датчик Омського заводу

Рисунок 4 - Залежність $U_{\text{ВНХ}}=f(U_{\text{ВХ}})$
 1 - датчик Конотопського заводу;
 2- датчик Омського заводу

Аналіз отриманих даних показує, що всі досліджувані датчики мають практично однакові при рівних напругах на ЧЕ чутливості до метану і до впливових факторів. Однак у зв'язку з тим, що у датчиків Конотопського заводу напруга початку окислення метану (граничне значення) на неінгібованих порівнювальних ЧЕ значно менше, ніж в аналогічних Омського заводу а, таким чином при набагато меншій чутливості до метану, перевагу слід віддавати датчикам Омського заводу, і особливо, з інгібованими порівнювальними елементами з причини відсутності окислів метану на останніх. Порівнюючи величини вихідних сигналів датчиків при зміні концентрації метану, температури і вологості довкілля, що аналізується, можна вважати можливим використання такого режиму детектування для усунення двозначності показів термокatalітичних датчиків.

Так, при роботі неінгібованого порівнювального ЧЕ в цьому режимі при граничній напрузі відповідно 0.6 і 0.8В для Конотопського і Омського датчиків корисний сигнал складає (рис.2.) 48 і 85мВ. В цьому режимі сигнал завади від зміни температури на $\pm 20^\circ\text{C}$ (рис.3) близько

± 11 і ± 13 мВ. Той же сигнал завади при зміні відносної вологості ввід нормальної 70% до підвищеної 100% при температурі $+40^{\circ}\text{C}$ з урахуванням (і без) дії сигналу від підвищеної температури відповідно складе (рис.4) близько мінус 6 (+6) і мінус 8(+5) мВ. При цьому абсолютні похибки за температурою для цих датчиків відповідно складуть близько ± 24 і $\pm 16\%$ CH_4 , з вологості з урахуванням (і без урахування) дії температури мінус 12 (± 12) і мінус 10 (∓ 6) % CH_4 , що є припустимим для стійкого перемикавання режимів детектування датчиків для усунення двозначності навіть без використання компенсаційного елемента. Якщо врахувати і можливість температурної компенсації, ці похибки можна зменшити.

УДК 621.31-213.34

СТАБИЛИЗАЦІЯ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕННЯ НА НАГРУЗКЕ, ВКЛЮЧЕНОЇ ПОСЛЕ КАБЕЛЯ

Лобос С., студент; Новиков Е.Н., доцент, к.т.н.

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Все существующие средства аппаратуры газовой защиты (АГЗ) оснащены датчиками, которые определяют концентрацию метана только в месте их установки. Поэтому существенную роль в обеспечении эффективности АГЗ играет место расположение датчиков. При возникновении аварийных ситуаций требуется непрерывный контроль за содержанием метана в исходящих струях участков [1]. Однако для обеспечения безопасности производится отключение электроэнергии на защищаемом участке. Поэтому необходимо питающее напряжение для этих датчиков подавать с поверхности шахты. На рис.1 приведена эквивалентная схема питания датчика.

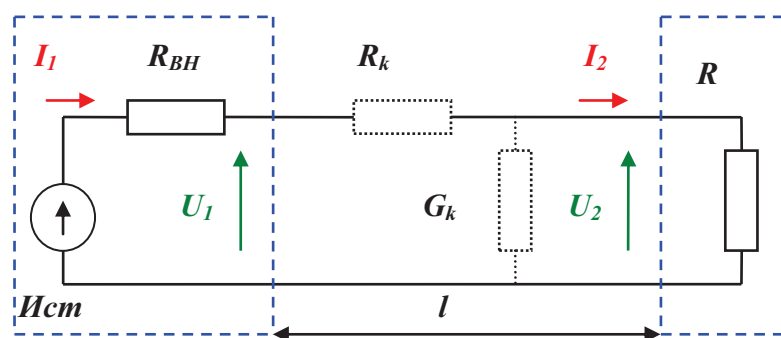


Рисунок 1 - Эквивалентная схема питания датчика

Проанализируем зависимость напряжение на датчике (U_2) при изменении длины (l) питающего кабеля. Для этого запишем следующие выражения

$$E = U_1 + I_1 R_B, \quad (1)$$

$$U_1 = U_2 [\text{ch } \beta l + (Z/R)\text{sh } \beta l], \quad (2)$$

$$I_1 = I_2 [\text{ch } \beta l + (R/Z)\text{sh } \beta l], \quad (3)$$

где: E - ЭДС блока питания; R_B — внутреннее сопротивление источника питания; R - эквивалентное сопротивление блока датчика метана; l - длина линии; $\beta = (R_k G_k)^{-1/2}$ - коэффициент распространения волны; $Z = (R_k/G_k)^{-1/2}$ - погонное сопротивление линии; R_k (Ом/км) - километровое сопротивление линии; G_k (I/Ом км) - километровая проводимость линии. Решая уравнения (1) - (3) получим

$$U_2(l) = U_1 \left(\text{ch}(\beta \cdot l) - \frac{Z}{R} \text{sh}(\beta \cdot l) \right) \quad (4)$$