

УДК 543.272.082.5(088.8)

МОДЕЛІ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЗОАНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМ

© Приміський В. П., 2005

Український НДІ аналітичного приладобудування, м. Київ

© Прокопенко В.Ф., 2005

Укрметрестандарт, м. Київ

Розглянуто методологію діагностування багатоканальних газоаналітичних систем і визначена ефективність їх роботи. Проаналізовані причини втрат вимірювальної інформації. Описана методологія визначення часу відновлення роботи газоаналітичної системи. Наведені залежності дії тестового сигналу на вихідний сигнал газоаналізатора. Проведено порівняння тестового і функціонального діагностування, визначено середні часові характеристики роботи і відновлення систем

Підвищення екологічних вимог до промислових і енергетичних підприємств, що викидають в атмосферу значні обсяги димових газів, вимагає застосування відповідних інструментальних засобів контролю складу і концентрацій газів – автоматизованих багатоканальних газоаналітичних систем (ГАС). Для обґрунтування застосування ГАС в конкретному технологічному процесі необхідно попередньо визначити її ефективність і надійність.

Ефективність ГАС як інформаційно-вимірювальної системи (ІВС) залежить від втрат вимірювальної інформації, обумовлених її обмеженою точністю, надійністю, швидкістю. Показники ефективності, які враховують згадані фактори, є інтегральною мірою якості $-W(t)$ ГАС [1]. Для лінійної стаціонарної невідновлюваної ГАС при нормальному розподілі вхідного сигналу x в білому Гаусовому шумі при $\sigma_x^2 \gg \sigma_\varepsilon^2$ цей показник розраховується так:

$$W(t) = \frac{J_x(t) - \Delta J(t)}{J_x(t)} = \frac{FW_H(t)}{2\Omega} \left(1 - \frac{\ln \sigma_\varepsilon \sqrt{2\pi l}}{\ln \sigma_x \sqrt{2\pi l}} \right), \quad (1)$$

де $J_x(t)$ – кількість інформації на вході ГАС за час роботи t ; $J_y(t)$ – кількість інформації на виході ГАС за час роботи t ; $\Delta J = J_x(t) - J_y(t)$ – сумарні втрати інформації ГАС за час t із-за обмеженої точності і надійності ГАС; F – полоса пропускання ГАС; Ω – максимальна частота спектра змін параметрів джерела вхідної інформації; σ_x^2 – дисперсія шуму; σ_ε^2 – дисперсія вхідного сигналу; $W_H(t) = t_1 / t$ показник ефективності, що враховує надійність ГАС; t_1 – час роботи ГАС до відмови.

Інтервал часу для діагностування і відновлення функціонування ГАС після відмови може бути визначений так:

$$t = \sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n t_{BOi} + t_n, \quad (2)$$

де t_i – час роботи ГАС між $i - 1$ і i -ю відмовами, t_{BOi} – загальний час відновлення ГАС після $i - 1$ відмови, t_n – час роботи ГАС після відновлення $i - 1$ відмови, n – число відмов ГАС за час t .

Загальний час відновлення ГАС можна представити так:

$$\sum_{i=1}^n t_{BOi} = \sum_{i=1}^n t_{Ki} + \sum_{i=1}^n t_{Di} + \sum_{i=1}^n t_{Bi}, \quad (3)$$

де t_{Ki} – час контролю ГАС, який витрачений на знаходження i -ї відмови з урахуванням немиттєвого знаходження відмови; t_{Di} – час діагностування ГАС після $i - 1$ відмови; t_{Bi} – час відновлення (ремонт або переключення на резервні блоки) після i -ї відмови.

Тоді інтервал часу справної роботи ГАС буде таким:

$$t - \sum_{i=1}^n t_{BOi} = \sum_{i=1}^n t_i + t_n. \quad (4)$$

Підставивши рівняння (3) в (1) отримаємо, що

$$W(t)_B = \frac{F \left(t - \sum_{i=1}^n t_{BOi} \right)}{2\Omega T} \left(1 - \frac{\ln \sigma_\varepsilon \sqrt{2\pi l}}{\ln \sigma_x \sqrt{2\pi l}} \right). \quad (5)$$

Із виразу (5) видно, що $W(t)$ залежить від загального часу відновлення ГАС. При відсутності спеціалізованих засобів час загального відновлення ГАС складає 70-80 % загального часу відновлення [1,2]. Тому для підвищення значення $W(t)$ необхідно зменшити час локалізації дефекту шляхом автоматизації процесу діагностування. Це дозволить зменшити чисельність обслуговуючого персоналу і знизити вимоги до його кваліфікації.

Сучасні багатоканальні ГАС будуються на основі мікропроцесорних систем (МПС), які мають значні можливості по автоматизації і оптимізації вимірювального процесу, а також дозволяють оперативно обробляти інформацію. В зв'язку з цим для поліпшення значення $W(t)$, скорочення витрат на обслуговування ГАС і для ефективного використання МПС економічно обґрунтованим і технічно доцільним є організація самодіагностики ГАС.

Як об'єкт контролю і діагностування ГАС в загальному випадку є складною, багатомірною, розосередженою в просторі, неоднорідною ІВС із складним алгоритмом роботи. Ці особливості впливають на структуру і організацію самодіагностування ГАС. Інформацію, яка необхідна для локалізації дефектів ГАС з точністю до змінного блоку, можна представити так:

$$J = J_I + J_K + J_D, \quad (6)$$

де J_I – інформація про стан ГАС, яка отримана з метою підвищення точності вимірів; J_K – інформація, отримана в результаті контролю працездатності ГАС; J_D – додаткова інформація, яка необхідна для локалізації дефектів ГАС з точністю до змінного блоку $J_D = J - J_I - J_K$.

З виразу (6) видно, що для організації оптимального діагностування ГАС необхідно використовувати інформацію J_I і J_K . Окрім того необхідні додаткові засоби для отримання J_D .

Інформація J_D може бути отримана як в процесі функціонування ГАС (функціональна діагностика), так і шляхом організації тестових впливів на основі додаткової апаратури (тестове діагностування).

Для порівняння тестового і функціонального діагностування визначимо середні часові характеристики роботи і відновлення ГАС. Припустимо, що $tn = 0$. Тоді

$$t = \sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n t_{Boi}, \quad (7)$$

а загальний час роботи ГАС з урахуванням часу відновлення буде таким:

$$T = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n t_{Boi} \right). \quad (8)$$

Звідси $t = nT$. Середній сумарний час відновлення

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{Boi} = T_K + T_D + T_B, \quad (9)$$

де T_K – середній час контролю при n відмовах ГАС, T_D – середній час діагностування при n відмовах, T_B – середній час відновлення при n відмовах.

Самодіагностика передбачує використання засобів ГАС для локалізації дефектів. Тому необхідно виділити діагностичне ядро, яке повинно

мати гарантовану працездатність і бути зв'язаним з усіма іншими підсистемами. Цим вимогам відповідає мікропроцесорний пристрій (МПП) з розвинутою системою контролю і діагностування. На сучасному етапі в ГАС застосовуються як централізовані, так і децентралізовані МПП обробки інформації і керування [4]. Очевидно, що система діагностування ГАС буде повторювати структуру МПП.

При централізованій структурі МПП ГАС при прийомі і обробці діагностичної інформації буде повторювати структуру МПП. Окрім того, ускладнюються ланцюги зв'язків з контрольними і діагностичними сенсорами, що потребує стискування діагностичної інформації. При децентралізованій системі МПП ГАС при прийомі і обробці діагностичної інформації розподіляється між локальними засобами діагностування, що суттєво розвантажує центральний МПП і дозволяє спростити передачу діагностичної інформації з ГАС.

Структурна схема ГАС з централізованою обробкою і керуванням представлена на рис. 1. В МПП входять мікропроцесор (МП), перепрограмований запам'ятовуючий пристрій (ППЗП), аналого-цифровий перетворювач (АЦП), цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП), мультиплексом аналоговий (МА), пристрій паралельного вводу інформації (ППВІ), пристрій паралельного виводу інформації (ППВ), пристрій відображення інформації (ПВІ).

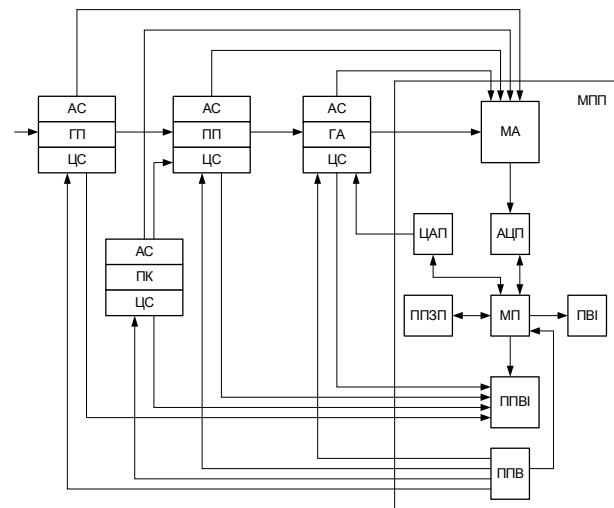


Рис. 1. Структурна схема ГАС з самодіагностикою

Для організації діагностування ГАС необхідні додаткові апаратні засоби – це цифрові (ЦС) і аналогові (АС) сенсори, які встановлені в пристроях газу – (ГП) і прободготовки (ПП), газоаналізаторах (ГА), пристроях калібровки (ПК). Прийом інформації з АС потребує збільшення каналів ППВІ.

Окрім того, для організації тестових впливів необхідно збільшити число каналів ППВ і ЦАП. Необхідно відмітити, що в МПП розвинутої системи контролю і діагностування присутня природна надмірність ліній вводу і виводу інформації. Для збереження діагностичних програм потрібен додатковий об'єм ППЗП. З ЦС і АС в МПП надходить інформація про стан газового тракту (тиск, витрати, температура, вологість тощо), електричного і інформаційного трактів.

На всіх режимах роботи ГАС на кожному такті роботи здійснюється порівняння інформації, яка надходить з ЦС і АС про стан системи з її еталонним станом, яка зберігається в ППЗП. Якщо між цими станами є відхилення, то вмикається підпрограма локалізації несправності ГАС. Локалізація відбувається на основі діагностичної моделі ГАС. У зв'язку з тим, що до складу ГАС входять елементи як безперервної, так дискретної дії, то найбільш придатними діагностичними моделями будуть функціональна і логічна моделі [5].

Самодіагностика ГАС з використанням МПП дозволяє реалізувати оптимальні для конкретної ГАС алгоритми пошуку дефектів як по жорсткій або гнучкій послідовній програмі, так і комбінованій [6, 7]. Для організації самодіагностики ГАС і підвищення значення $W(t)$ необхідно:

1) оснастити ГАС вмонтованими сенсорами стану основних блоків, елементів. Окрім того необхідно попередньо стискувати діагностичну інформацію;

2) розробити МПП з розвинутою системою забезпечення експлуатаційної надійності

(резервуванням, самодіагностикою, самоконтролем)

3) створити алгоритм контролю і діагностування ГАС, що мінімізують T_K і T_D ;

4) розробити програми діагностування елементів ГАС з низькою надійністю;

5) використовувати резервування елементів ГАС з низькою надійністю для автоматичного перемикавання на резерв і зменшення часу t ;

6) будувати ГАС з децентралізованою структурою МПП.

1. Глазунов Л.П., Смирнов А.Н. Проектирование технических систем диагностирования. -Л.: Энергоатомиздат, 1982. – 168 с. 2. Контроль функционирования больших систем /Под. ред. Шибанова Г.П. – М.: Машиностроение, 1977. – 360с. 3. Приміський В.П. Методологія побудови автоматичних газоаналізаторів з тестовим сигналом// Методи та прилади контролю якості, – № 9, 2002. – С.60 – 63. 4. Герасимов Б.Н. Микропроцессорные аналитические приборы. – М.: Машиностроение, 1989. – 248с. 5. Сердаков А.С. Автоматический контроль и диагностика. –Киев: Техніка, 1971. –242с. 6. Бородавка В.П., Безрук З.Д., Дашковський О.А., Приміський В.П. та інші. Патент України: Газоаналітичний технологічний комплекс з мікропроцесорною системою, № 65505А. Опубл.: Бюл. 3, 2005. 7. Бородавка В.П., Дашковський О.А., Воробійов С.С., Приміський В.П. та інші. Патент України: Еколого-технологічний газоаналітичний комплекс, № 64586А. Опубл.: Бюл. 2, 2004.

УДК 621.317.73

СИНТЕЗ СТРУКТУР ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ІМІТАНСУ ОБ'ЄКТІВ КВАЛІМЕТРІЇ

© Походило Є.В., 2005

Національний університет "Львівська політехніка"

Розглянуто варіанти побудови вимірювальних засобів для контролю об'єктів кваліметрії електричної та неелектричної природи. Показано, яким чином можуть бути створені структурні схеми таких засобів з використанням відомих складових блоків

В основу синтезу структур покладені результати аналізу векторного перетворення імідансу об'єктів контролю різної природи у вектори напруг та їх вектор-скалярне перетворення [1]. Загальна структура реалізує вимірювальне перетворення параметрів об'єкту контролю, залежних від його якості, у відповідний числовий показ цифрового пристрою, забезпечуючи при

цьому інваріантність одержаного результату до неінформативних параметрів. Аналіз умов роздільного вимірювання активних та реактивних складових імідансу [2,3], узагальнених способів вимірювання цих складових та послідовність операцій їх реалізації [4], виділення уніфікованих вузлів таких вимірювальних засобів і аналіз їх похибок [5] дозволили синтезувати структури