

Рис.2. Структура стартового складу прив'язування ЛАР до об'єкта.

$$I_{н.р} = 1-7с \text{ через } I_{с}; \quad (2)$$

– перенавантаження

$$I_{пер} = (0.8-1.2)I_{ном};$$

$$t_{пер} = 5с \text{ при } I_{пер} = 6 I_{ном};$$

$$t_{пер} = 120с \text{ при } I_{пер} = 1.2 I_{ном}. \quad (3)$$

3. Значення струму спрацювання може відрізнятись від установки на значення, що не перевищує

а) при перенавантаженні – 5 %;

б) при неповнофазному режимі живлення – 10%;

в) при коротких замиканнях – 15 %.

В основі інформаційної технології передавання даних у системі ГОРГОНА є такі формалізовані процедури:

$$G_{ijk} = \int E_{oy} dt, \quad i=1,2,\dots,m, \quad j=1,2,\dots,m, \quad (4)$$

де E_{oy} – енергетичний параметр ОУ; G_i – інтегрально-імпульсна послідовність; m – число ОУ в оптичному тракті; k – номер оптичного тракту; F_{xho} – енергетична функція ненавантаженого стану об'єкта управління; F_{roy} – енергетична функція робочого стану об'єкта управління; $G_{i1k}, G_{i2k}, \dots, G_{imk}$ – код станів ОУ в k -му оптичному тракті

$$\Delta F = F_{roy} - F_{xho}; \quad (5)$$

ΔF – різницева діагностична функція ОУ;

$$\Delta E_{oy} = G_{ijk} - G_i + I_{j,k}; \quad (6)$$

ΔE_{oy} – різницева функція миттєвого енергетичного стану ОУ.

Архітектура описаної системи та інформаційна технологія її функціонування орієнтовані на максимальне зниження вартості оптико-електронних елементів, які встановлюють на контрольованих ОУ, кількість яких достатньо велика, та на їх максимальну надійність, живучість, ремонтоздатність.

Розроблена система орієнтована на застосування на розподілених об'єктах нафтогазового комплексу. Запропоновану архітектуру та інформаційну технологію можна використовувати і в інших галузях.

УДК 681.625

АНАЛІЗ МЕТОДИКИ ОБЧИСЛЕННЯ ВИТРАТИ ЕНЕРГОНОСІЇВ

© Левицький А.О., 1998

Івано-Франківський державний технічний університет нафти і газу

У статті проведено аналіз і порівняння методик обчислення витрати енергоносіїв при використанні вертикальної інформаційної технології і прийнятої на промислових підприємствах.

В автоматизованих системах контролю і обліку витрати енергоносіїв типу ALFIJA використовують вертикальну інформаційну технологію, яка базується на кодах поля Галуа. Коди поля Галуа дають можливість інтегрувати значення параметра, який контролюється, що не суперечить методиці обчислення обсягу витрат енергоносіїв на промислових підприємствах.

Згідно з методикою, що прийнята на підприємствах України, облік енергоносіїв проводять контролем основного параметра, який інтегрується протягом визначеного часу (добу, зміни) і обчислюється за визначеною формулою згідно з

Правилами РД 50-213-80 Держстандарту [1], яка використовує параметри, що вимірюються, постійні параметри і змінні параметри. Наприклад, облік витрати газу проводять так. Згідно з Правилами витрати газу обчислюють за формулою:

$$Q = 0.2109 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot d^2 \sqrt{\frac{(\int \Delta P) \cdot P}{\rho_{ном} T k}}, \quad (1)$$

де ΔP – перепад тиску газу на звуваючому пристрої (діафрагмі); T – температура газу в трубі; P – тиск газу в трубі; α , ϵ , d , $\rho_{ном}$, k – параметри звуваючого пристрою і газу.

За допомогою пишучих пристроїв протягом визначеного часу (добы, зміни) проводиться контроль перепаду тиску, як основного параметра. Після завершення зміни здійснюють інтегрування цього параметра. Значення тиску і температури газу в трубопроводі визначають як середні за зміну. Всі інші параметри визначені для кожного конкретного звуваючого пристрою. Аналогічно здійснюють облік витрати води, пари та інших енергоносіїв на промислових підприємствах. Значить обчислення витрати можна представити за допомогою функції q :

$$Q_S = q \left(\sqrt{\Delta P} \right). \quad (2)$$

Використовуючи вертикальну інформаційну технологію, проводять облік миттєвих значень витрати $Q_{\text{мит}}$ при певних миттєвих значеннях перепаду тиску ΔP , тиску P і температури T . За певний проміжок часу (доба, зміна) значення витрати Q_S обчислюють інтегруванням миттєвих значень витрати $Q_{\text{мит}}$, тобто

$$Q_S = \int Q_{\text{мит}}. \quad (3)$$

Миттєве значення витрати через функцію витрати q виражається так:

$$Q_{\text{мит}} = q \left(\sqrt{\Delta P} \right). \quad (4)$$

Підставивши вираз (4) в (3), отримаємо

$$Q_S = \int q \left(\sqrt{\Delta P} \right). \quad (5)$$

Порівняємо значення Q_S і Q_S .

Введено позначення

$$f = \Delta P. \quad (6)$$

Необхідно порівняти інтеграли

$$\int_a^b \sqrt{f} \cdot dx \quad (7)$$

та

$$\left[\int_a^b f \cdot dx \right]^{1/2}. \quad (8)$$

Для порівняння доцільно застосувати нерівність Гельдера для інтегралів, яку одержують з відповідної нерівності для сум [2]

$$\left| \int_a^b f_1 g_1 dx \right| \leq \left| \int_a^b |f_1|^p dx \right|^{1/p} \left| \int_a^b |g_1|^q dx \right|^{1/q}, \quad (9)$$

де $f_1, g_1 \in R[a; b]$ — функції, інтегровані за Ріманом на відрізку $[a; b]$, $q \geq 1; p \geq 1$;

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1. \quad (10)$$

Розглянемо нерівність (9), враховуючи, що $f_1 = \sqrt{f}; g_1 \equiv 1$. Звідси

$$\left| \int_a^b 1 \cdot \sqrt{f} dx \right| \leq \left| \int_a^b f dx \right|^{1/2} \left| \int_a^b 1 dx \right|^{1/2} = \left| \int_a^b f dx \right|^{1/2} \cdot \sqrt{b-a}. \quad (11)$$

Використовуючи теорему про середнє для інтеграла, одержимо таку оцінку інтегралів:

$$\sqrt{m}(b-a) \leq \left| \int_a^b \sqrt{f} \right| \leq \left| \int_a^b f \right|^{1/2} \times \sqrt{b-a} \leq \sqrt{M}(b-a), \quad (12)$$

де m, M — відповідно мінімальне та максимальне значення функції на відрізку.

Враховуючи оцінку (12), можна дійти висновку про те, що інтеграли (7) та (8) є значеннями порядку довжини відрізка інтегрування. Це означає, що за умови $|(b-a)| \rightarrow 0$

$$\lim_{|b-a| \rightarrow 0} \left| \int_a^b \sqrt{f} dx \right| = \lim_{|b-a| \rightarrow 0} \left| \int_a^b f dx \right|^{1/2} = 0. \quad (13)$$

Цю властивість можна використовувати в тих випадках, коли порівнюються інтеграли (7) та (8) в два близькі моменти часу. На значних $|(b-a)| > c > 0$ проміжках часу поведінка цих інтегралів залежить від властивостей досліджуваної функції. Виходячи з (12) зазначимо, якщо коливання функції f на відрізку $[a; b]$

$$\omega(f, [a, b]) := \sup_{X_1, X_2 \in [a, b]} |f(x_1) - f(x_2)| \quad (14)$$

прямує до нуля, то

$$\left| \int_a^b \sqrt{f} dx \right| \rightarrow \left| \int_a^b f dx \right|^{1/2} \cdot \sqrt{b-a}, \quad (15)$$

тобто,

$$\frac{\left| \int_a^b \sqrt{f} dx \right|}{\left| \int_a^b f dx \right|^{1/2}} = \text{const} = \sqrt{b-a}. \quad (16)$$

Отже, порівняння інтегралів (7) та (8) (з точністю до множини $\sqrt{(b-a)}$) необхідно проводити з урахуванням двох чинників:

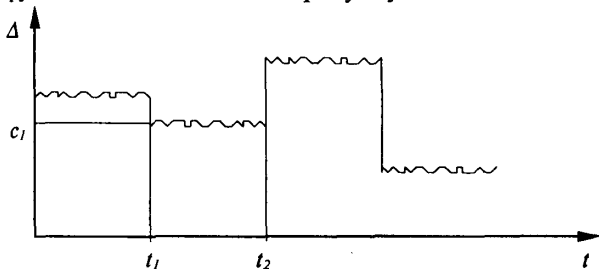
а) довжини відрізка інтегрування $[a; b]$;

б) поведінки функції f на відрізку $[a; b]$, зокрема, $\omega(f, [a, b]) := \sup_{X_1, X_2 \in [a, b]} |f(x_1) - f(x_2)|$.

Проведемо аналіз вищезазначених чинників для реального процесу обчислення витрати енергоносіїв згідно з (1).

Довжина відрізка інтегрування немає значного впливу, оскільки в автоматизованій системі контролю і обліку витрати ALFIJA збір даних про стан контрольованого об'єкта проводиться з періодом, який дорівнює 5 с і порівняно з часом проведення обліку, що дорівнює добі (зміні), не впливає на точність обчислень. При збільшенні даного періоду необхідно буде ввести додатковий множник, який дорівнює квадратному кореневі від значення тривалості інтегрування, тобто $\sqrt{T_{int}}$.

Другий чинник, що впливає на відповідність інтегралів (7) та (8) — це поведінка функції f на відрізку інтегрування $[a; b]$. У цьому разі функція f відображає значення функції перепаду тиску газу на звужуючому пристрої ΔP . Графічно функцію ΔP показано на рисунку.



Функція перепаду тиску газу на звужуючому пристрої ΔP .

Реальна функція ΔP має сходинковий характер, тобто на деякому інтервалі $[t_1; t_2]$ має значення константи з деяким відхиленням

$$\Delta P = c_1 + \eta, \quad (17)$$

де $c_1 = const$ — деяка константа; η — відхилення значення функції ΔP від значення константи c_1 .

Відхилення η відповідає стандартному одновимірному нормальному (гауссовому) розподілу.

Гауссів розподіл заданий щільністю

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) x \in R. \quad (18)$$

Функція розподілу стандартного нормально-го випадкового значення або інтегральна крива Гаусса

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz, z \in R. \quad (19)$$

Для нормального випадкового значення η характерні значення математичного очікування, дисперсії, середнього квадратичного відхилення [3]

$$M\eta = 0, D\eta = 1, \sigma(\eta) = 1. \quad (20)$$

Значить

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \eta = 0, \lim_{t \rightarrow \infty} \Delta P = c_1. \quad (21)$$

Виходячи з вищезначеного можна зробити висновок, що використання вертикальної інформаційної технології в автоматизованих системах контролю і обліку витрати енергоносіїв на промислових підприємствах є доцільною і перспективною. За її допомогою можлива не тільки автоматизація обліку витрати енергоносіїв, але й збільшення точності обчислення додаткових параметрів, таких як температура і тиск газу в трубопроводі; підвищення заводозахисності передавання інформації від контрольованого об'єкта до комп'ютера-обчислювача витрати, що не дає можливості обчислення невірних значень витрати; збільшення швидкості обчислення витрати енергоносія і проведення обліку витрати в реальному масштабі часу, що вкрай необхідно підприємствам України у зв'язку із великою вартістю енергоносіїв і з потребою раціонального їх використання.

1. Правила измерения расхода жидкостей стандартными сужающими устройствами РД-50-213-80. 2. Зорич В.А. Математический анализ. М., 1981. 3. Коваленко И.Н., Гнеденко Б.В. Теория вероятностей: Учеб. Пособие. К., 1990.