

УДК 543.082.08

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ИЗЛУЧАТЕЛЯ НА
ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНФРАКРАСНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

Максименко Ю.Н., АТ "Украналит", г. Киев, Украина

Исследовано влияния изменения температуры излучателя на характеристики инфракрасного газоанализатора

Вступление

В инфракрасных (ИК) газоанализаторах (ГА) [1, 2], в частности многокомпонентных ИК газоанализаторах [3], в качестве источника широкополосного ИК излучения используют нагретую до 600-800°C проволоку, изготовленную из вольфрама или нихрома.

Интенсивность излучения (A_0) такого излучателя пропорциональна четвертой степени его температуры:

$$A_0 \sim \sigma T_0^4,$$

где T_0 – абсолютная температура излучателя; σ – постоянная Больцмана.

Изменение температуры излучателя приводит к изменению его интенсивности, что может оказывать существенное влияние на характеристики ИК ГА.

Влияние изменения температуры окружающей среды на характеристики ИК ГА

При изменении температуры излучателя на величину ΔT за счет изменения температуры окружающей среды, его интенсивность излучения также изменится:

$$A \sim \sigma(T_0 + \Delta T)^4.$$

Относительное изменение интенсивности излучения будет равно:

$$\frac{A}{A_0} = 1 + 4\left(\frac{\Delta T}{T_0}\right) + 6\left(\frac{\Delta T}{T_0}\right)^2 + 4\left(\frac{\Delta T}{T_0}\right)^3 + \left(\frac{\Delta T}{T_0}\right)^4.$$

При малых изменениях температуры излучателя ($\Delta T \ll T_0$) можно ограничиться первым значащим членом, т.е.:

$$\frac{A}{A_0} \approx 1 + 4\frac{\Delta T}{T_0}. \quad (1)$$

Таким образом, при указанных выше ограничениях, считая при этом, что малые изменения температуры не изменяют форму спектра излучения излучателя, а изменяют только его амплитуду, получаем следующее: изменение температуры излучателя на величину ΔT изменяет интенсивность излучения и, следовательно, величину полезного сигнала в $4\Delta T/T$ раз. Т.е., при реальных условиях в многокомпонентных ИК газоанализаторах на каждые 10°C величина полезного сигнала изменяется на 4%.

Влияние изменения параметров питания излучателя на характеристики ИК ГА

Рассмотрим теперь влияние степени стабилизации интенсивности излучения на характеристики газоанализатора.

Подводимая к излучателю мощность равна: $P_0 = \frac{U_0^2}{R_0}$,

где U_0 – стабилизированное напряжение на излучателе;
 R_0 – сопротивление излучателя.

При изменении напряжения на излучателе на величину ΔU подводимая мощность будет: $P = \frac{(U_0 + \Delta U)^2}{R_0}$.

Относительное изменение подводимой мощности к излучателю при изменении напряжения питания равно:

$$\frac{P}{P_0} = 1 + 2 \frac{\Delta U}{U} + \left(\frac{\Delta U}{U} \right)^2.$$

Ограничившись первым значащим членом получим:

$$\frac{P}{P_0} \approx 1 + 2 \frac{\Delta U}{U}. \quad (2)$$

Следует отметить, что при изменении тока через излучатель на величину ΔJ (стабилизатор тока) зависимость $P/P_0 = f(\Delta J/J_0)$ имеет аналогичный вид.

Из (1) и (2) получаем, что максимально возможное изменение температуры излучателя, за счет погрешности стабилизатора напряжения питания излучателя, равно: $\Delta T \approx \frac{1}{2} \frac{\Delta U}{U_0} T_0$.

Величина $\Delta U/U_0$ является характеристикой стабилизаторов напряжения и нормируется для каждого стабилизатора. Для применяемых стабилизаторов напряжения 142ЕН5 нестабильность по напряжению менее 0,05 %В [4] и тогда имеем: $\Delta T \approx 0,3^\circ\text{C}$, т.е. при изменении напряжения питания излучателя во всем его диапазоне температура излучателя может измениться не более, чем на $0,3^\circ\text{C}$ что соответствует изменению полезного сигнала на 0,1 %.

Влияние изменения сопротивления излучателя на характеристики ИК ГА

Рассмотрим дополнительное влияние изменения температуры излучателя при изменении температуры окружающей среды за счет изменения величины его сопротивления, считая что $R = R_0(1 + \alpha T_0)$. При этом возможны два варианта питания излучателя: а) стабилизация напряжения на излучателе; б) стабилизация тока через излучатель.

а) Стабилизация напряжения на излучателе.

Подводимая к излучателю мощность описывается выражением:

$$P_0 = \frac{U_0^2}{R_0(1 + \alpha T_0)},$$

где α – температурный коэффициент сопротивления материала излучателя.

При изменении температуры окружающей среды на величину ΔT оно добавится к температуре излучателя T_0 . Тогда подводимая к излучателю мощность будет

$$P = \frac{U_0^2}{R_0(1 + \alpha(T_0 + \Delta T))},$$

Относительное изменение мощности: $\frac{P}{P_0} = \frac{1}{1 + \frac{\alpha\Delta T}{1 + \alpha T_0}}$.

График зависимости $\frac{P}{P_0} = f(\Delta T)$ приведен на рис. 1а.

б) Стабилизация тока излучателя.

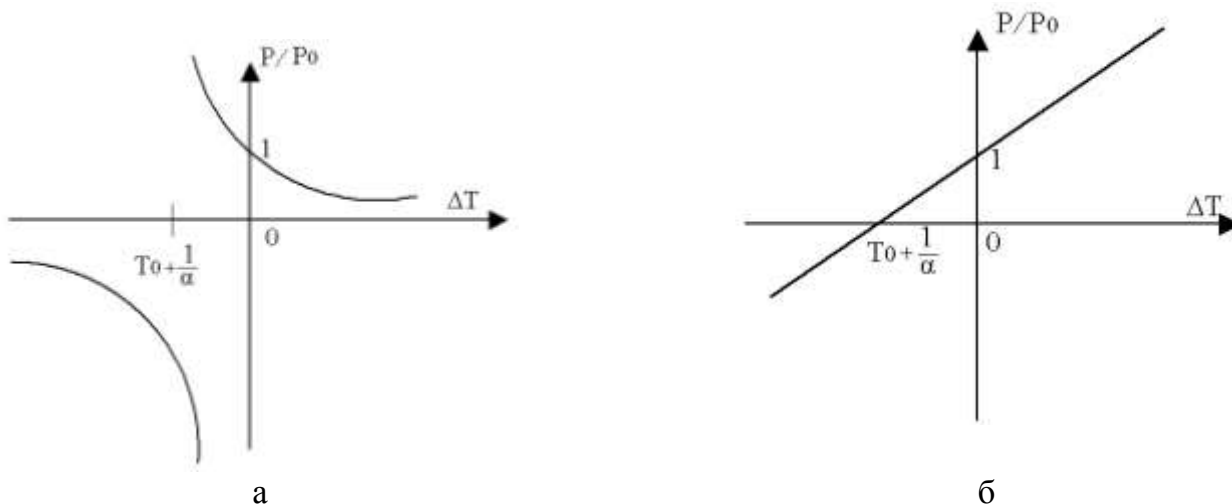
Подводимая к излучателю мощность описывается выражением:

$$P_0 = J_0^2 R_0 (1 + \alpha T_0),$$

а при изменении температуры на величину ΔT : $P = J_0^2 R_0 (1 + \alpha(T + \Delta T))$.

Тогда, относительное изменение мощности: $\frac{P}{P_0} = 1 + \frac{\alpha\Delta T}{1 + \alpha T_0}$.

График $\frac{P}{P_0} = f(\Delta T)$ приведен на рис. 1б.



а – при стабилизации напряжения излучателя; б – при стабилизация тока излучателя

Рисунок 1 – График зависимости $\frac{P}{P_0} = f(\Delta T)$.

Анализ зависимостей $\frac{P}{P_0} = f(\Delta T)$ при $\Delta T > 0$ показывает, что:

- с ростом ΔT при стабилизации напряжения излучателя подводимая к излучателю мощность монотонно уменьшается, а при стабилизации тока возрастает;
- при стабилизации напряжения скорость изменения мощности, подводимой к излучателю, меньше, чем при стабилизации тока излучателя;
- численные оценки $\frac{P}{P_0} = f(\Delta T)$ дают очень слабую зависимость: в обоих случаях при изменении температуры на 10 °С подводимая мощность к излучателю изменяется примерно на 0,1 %.

Выводы

Изменение температуры излучателя влияет на характеристики ИК газоанализатора по различным механизмам:

- 1) за счет изменения температуры окружающей среды;
- 2) за счет изменения степени стабилизации напряжения (тока) питания излучателя;
- 3) за счет изменения величины сопротивления излучателя при изменении его температуры.

Второй и третий механизмы оказывают слабое влияние на характеристики выходного сигнала газоанализатора ($\approx 0.1\%$), а первый – 4% на каждые 10°C изменения температуры окружающей среды.

Литература

1. Ваня Я. Анализаторы газов и жидкостей. – М., Энергия, 1970, 552с.
2. Дашковский А.А., Колотуша С.С., Коробейник А.В., Максименко Ю.Н. Инфракрасные абсорбционные газоанализаторы. – Приборы, средства автоматизации и системы управления. ТС – 4, вып. 1, «Аналитические приборы и приборы для научных исследований», М., Информприбор.- 1990. - 64с.
3. Максименко Ю.Н. Многокомпонентный газоанализатор для контроля выбросов ТЭС //Энергетика и электрофикация, Киев, 1992.- вып.4.- С. 37-38.
4. Нефедов А.В. Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги. Т.1, -М., КубК-а. – 1997. – 512 с.

| | |
|--|---|
| Максименко Ю.М. Вплив зміни температури випромінювача на характеристики інфрачервоного газоаналізатора. Досліджено вплив зміни температури випромінювача на характеристики інфрачервоного газоаналізатора. | Maximenko Y.N. Irradiator temperature change effect on infrared gas analyzer characteristics. Effect of irradiator temperature change on infrared gas analyzer characteristics is explored. |
|--|---|

Надійшла до редакції
5 листопада 2004 року

УДК 543.27.08

ПЕРЕНОСНИЙ ГАЗОАНАЛІЗАТОР ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАМКНЕНИХ СИСТЕМ

Грудієв В.О., Єременко С.І., Коробейник А.В., АТ “Укрналіт”, м. Київ, Україна

Розглядаються особливості проектування інфрачервоного (ІЧ) газоаналізатора на діоксид вуглецю для екологічних замкнених систем. Описана конструкція оптичного блоку і випромінювача газоаналізатора, а також його функціональна схема

Вступ. Постановка задачі

В населених екологічних замкнених системах в питанні життєзабезпечення і життєдіяльності персоналу, що там знаходиться, значну роль відіграє підтримання заданого складу газоповітряного середовища. Тому контроль вмісту діоксиду вуглецю (CO_2) набуває першочергового значення.

До переносних газоаналізаторів CO_2 висуваються вимоги по швидкодії (не більше 30 с від моменту ввімкнення), роботі у широкому діапазоні тиску (від 124 до 304 кПа)