

## СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГАЗОВ И ЕГО РЕАЛИЗУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

М. С. АЛЕЙНИКОВ, Е. П. КОЛЬЦОВ, В. И. ЛУКОВНИКОВ, С. А. ГРАЧЕВ,  
К. Л. ПЕСТЕРЕВ, В. С. ТИТОВ

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры приборов и устройств систем автоматики)

Известны способы определения концентрации газа с использованием инфракрасного (ИК) излучения на основе негативной фильтрации с применением позитивной и негативной сенсбилизаций [1].

Использование в указанных способах сенсбилизации обоих типов приводит к усложнению устройств, реализующих эти способы, и к снижению их точности.

Описываемый способ свободен от этих недостатков. Он может быть реализован, например, с помощью блок-схемы, представленной на рис. 1.

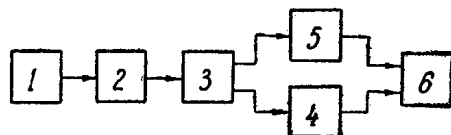


Рис. 1. Блок-схема газоанализатора.

Поток ИК-излучения от источника 1 пропускается через исследуемую среду в рабочей кювете 2, а далее разделяется на два равных потока делителем 3. Разделенные потоки проходят через кювету 4 с вакуумом (или с газом, не поглощающем в ИК-диапазоне) и через эталонную кювету 5 с предельной концентрацией определяемого газа. Измерение концентрации можно осуществлять с помощью логарифмирования частного от деления сигналов, пропорциональных мощностям инфракрасных потоков, прошедших кюветы, или с помощью логарифмирования разности этих сигналов.

Действительно, пропускание газовой смеси определяется выражением

$$T = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \prod_{i=1}^n e^{-\beta_i(\lambda) W_i} d\lambda. \quad (1)$$

где  $\beta_i(\lambda)$  — коэффициент поглощения ИК-радиации  $i$ -го газа;

$W_i$  — осажденный слой  $i$ -го газа;

$\lambda_1 \div \lambda_2$  — спектральный интервал, в котором излучает ИК-источник.

Значит интенсивность ИК-излучения после прохождения рабочей кюветы с исследуемой средой и канала с вакуумной кюветой будет равна:

$$I_1 = 0,5 I_0 \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} e^{-\beta_x(\lambda)W_x} e^{-\beta_2(\lambda)W_2} \dots e^{-\beta_n(\lambda)W_n} d\lambda, \quad (2)$$

а интенсивность ИК-излучения после прохождения канала с эталонной кюветой

$$I_2 = 0,5 I_0 \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} e^{-\beta_x(\lambda)(W_{x0} + W_x)} e^{-\beta_2(\lambda)W_2} \dots e^{-\beta_n(\lambda)W_n} d\lambda, \quad (3)$$

где  $W_x$  — осажденный слой измеряемого газа, содержащийся в рабочей кювете с исследуемой средой;

$W_{x0}$  — осажденный слой измеряемого газа предельной концентрации, содержащийся в эталонной кювете;

$I_0$  — интенсивность ИК-излучения источника.

Поскольку  $W_{x0} \gg W_x$ , то  $e^{-\beta(\lambda)(W_{x0} + W_x)} = e^{-\beta(\lambda)W_{x0}}$  и тогда искомая концентрация  $W_x$  может быть найдена по соотношению

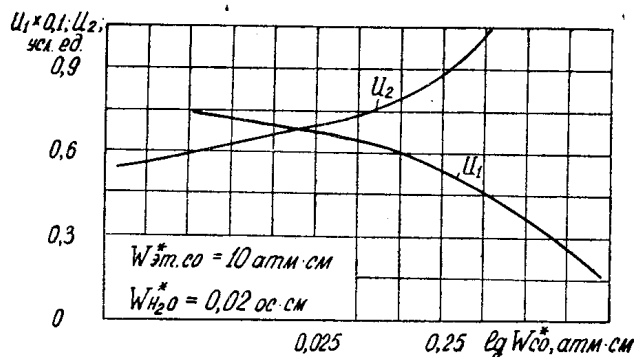


Рис. 2. Зависимость выходного сигнала от концентрации угарного газа.

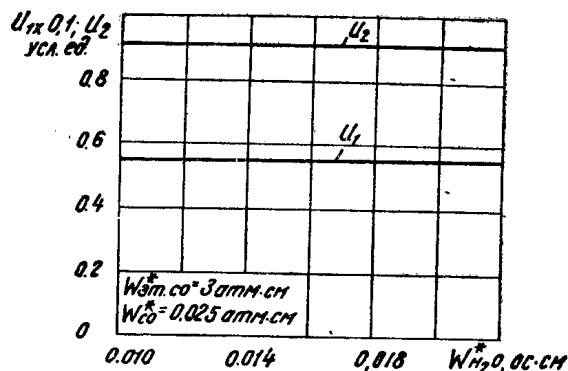


Рис. 3. Зависимость выходного сигнала от концентрации паров воды.

$$U_1 = \ln \left[ \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} e^{-\beta_x(\lambda)W_x} e^{-\beta_2(\lambda)W_2} \dots e^{-\beta_n(\lambda)W_n} d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} e^{-\beta_x(\lambda)W_{x0}} e^{-\beta_2(\lambda)W_2} \dots} \right], \quad (4)$$

либо

$$U_2 = \ln \left[ \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} e^{-\beta_x(\lambda)W_x} e^{-\beta_2(\lambda)W_2} \dots e^{-\beta_n(\lambda)W_n} d\lambda \right] \quad (5)$$

$$\left. - \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} e^{-\beta_x(\lambda)W_{x0}} e^{-\beta_x(\lambda)W_2} \dots e^{-\beta_n(\lambda)W_n} d\lambda \right].$$

Полученные выражения, несмотря на громоздкость, близки к линейным зависимостям между  $U_1$ ;  $U_2$  и  $W_x$ . Так, например, для одной длины волны ИК-излучения  $\lambda_0$  выражение (4) сводится к виду

$$U_1 = \beta_x(\lambda_0)[W_{x0} - W_x]. \quad (6)$$

Достаточно высокая линейность зависимостей видна также из рис. 2, где приведены расчетные кривые  $U_1(\lg W_{CO}^*)$  и  $U_2(\lg W_{CO}^*)$ , полученные по формулам (4) и (5). Расчет произведен для случая, когда измеряемым является угарный газ (CO), а мешающим газом — пары воды  $H_2O$ . При этом в рабочей кювете давление  $P=1$  атм, а температура  $T=293^\circ K$ .

Интересно отметить, что изменение в широких пределах концентрации мешающего газа не приводит к заметному изменению выходного сигнала, как показывает рис. 3. Это говорит о небольшой величине методической погрешности, которой обладает предложенный способ ИК-газоанализа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Кендалл. Прикладная инфракрасная спектроскопия. М., «Мир», 1970.