

коэффициент усиления напряжения усилителем 2. Если выполнить условие что при  $n_i = 1$  дает

$$n_U = \frac{R}{R_K + R} - \frac{1}{K_U}$$

то напряжение на нагрузке оказывается стабильным при изменении  $R_H$  и  $I_H$ .

Т. е. внутреннее сопротивление источника питания, приведенное к концу кабеля, обращается в нуль. Таким образом, реализация данного источника питания позволит расширить зону расположения датчиков до 10 км. и, соответственно, достоверность получаемой информации о концентрации метана.

#### Перечень ссылок

1. Карпов Е.Ф. Физико - технические основы автоматической защиты от выделений метана
2. Лурье Б.Я. Проектирование транзисторных усилителей с глубокой обратной связью.

УДК 621.31-213.34

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА МЕТАНА В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО ГАЗОВОГО КОНТРОЛЯ

**Заря Д., студент; Новиков Е.Н., доцент, к.т.н.**

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

В условиях шахт, разрабатывающих пласты, опасные по внезапным газодинамическим явлениям, анализаторы метана, согласно [1], должны обеспечивать время срабатывания защиты по объемной доле метана не более 0,8 с. Для них дополнительно вводится требование ко времени срабатывания по скорости нарастания объемной доли метана, которое при скорости 0,5%/с не должно превышать 2 с [1]. контроля, основаны на относительно инерционном термокаталитическом методе измерения [2, 3]. Уменьшение постоянной времени термокаталитических датчиков и использование дополнительных информационных признаков позволило в некоторой степени повысить быстродействие аппаратуры газового контроля, но окончательно данный вопрос не решен. Инерционность термокаталитического преобразователя определяется переходным процессом газообмена термореакционной камеры и переходными процессами изменения температуры каталитического и сравнительного чувствительных элементов (ЧЭ). Структура термокаталитического датчика представлена на рис. 1.

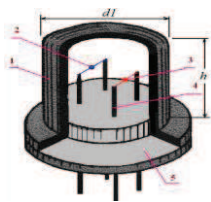


Рисунок 1 -Конструкция термокаталитического датчика

1 - газообменная камера, 2 и 3 -компенсационный и рабочий чувствительные элементы; 5 - колодка;  $d1 = 5\text{мм}$ ;  $h = 8\text{мм}$ .

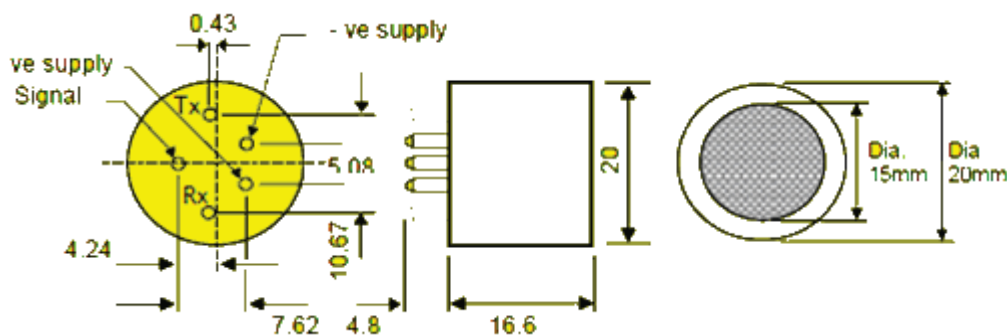


Рисунок 2 - Конструкция оптического датчика

Учитывая первый закон Фика и предполагая, что камера не оказывает сопротивление потоку смеси, поступающей в камеру за счет разряжения (при этом перепад давлений отсутствует), запишем дифференциальное уравнение газообмена для количества молекул в камере.

$$dN_{MK} = -\frac{D_M S}{e}(n_{MK} - n_{MO})dt - An_{MK}dt + 2An_{MK} \frac{n_{MO}}{n_{MO} + n_{KO} + n_{AO}}dt, \quad (1)$$

где  $n_{MK}$ ,  $n_{MO}$  – соответственно концентрация метана в термореакционной камере и окружающей среде, кмоль/м<sup>3</sup>;  $n_{KO}$ ,  $n_{AO}$  – соответственно концентрация кислорода и азота в окружающей среде, кмоль/м<sup>3</sup>;  $S$ ,  $l$ ,  $V$  – соответственно сечение, длина входного канала и объем камеры;  $A$  – количество окисляемой в единицу времени каталитическим элементом метана воздушной смеси (окисляющая способность ПИП), которое зависит от каталитической активности, площади активной поверхности катализатора ЧЭ и скорости подвода к нему реагентов, м<sup>3</sup>/с;

После разделения переменных, интегрирования с определением его постоянной при начальных  $t = 0$ ,  $n_{MK} = 0$  и соответствующих преобразований

$$n_{MK} = n_{MO}K_{\Gamma}(1 - e^{-\frac{t}{T_{\Gamma}}}), \quad (2)$$

Все анализаторы метана, используемые в системах автоматического газового

где  $K_{\Gamma} = \frac{1}{1 + AS}$  – коэффициент газообмена (передачи) ПИП;  $T_{\Gamma} = \frac{VS}{1 + AS}$  – постоянная времени газообмена ПИП, для приведенной конструкции термокаталитического датчика  $T_{\Gamma} = 2$  с.

Проведя расчеты для приведенной конструкции оптического датчика получим  $T_{\Gamma O} = 10$  с. Все это обуславливает то, что до настоящего времени не удалось создать надежные, быстродействующие средства газового контроля с использованием оптического и ультразвукового методов измерения.

Альтернативным решением вопроса может быть создание анализаторов метана, в которых одновременно используются два датчика: основной – термокаталитический и вспомогательный малоинерционный – оптический или ультразвуковой. Структурная схема одного из вариантов аппаратуры газового контроля с использованием двух датчиков метана приведена на рис. 3.

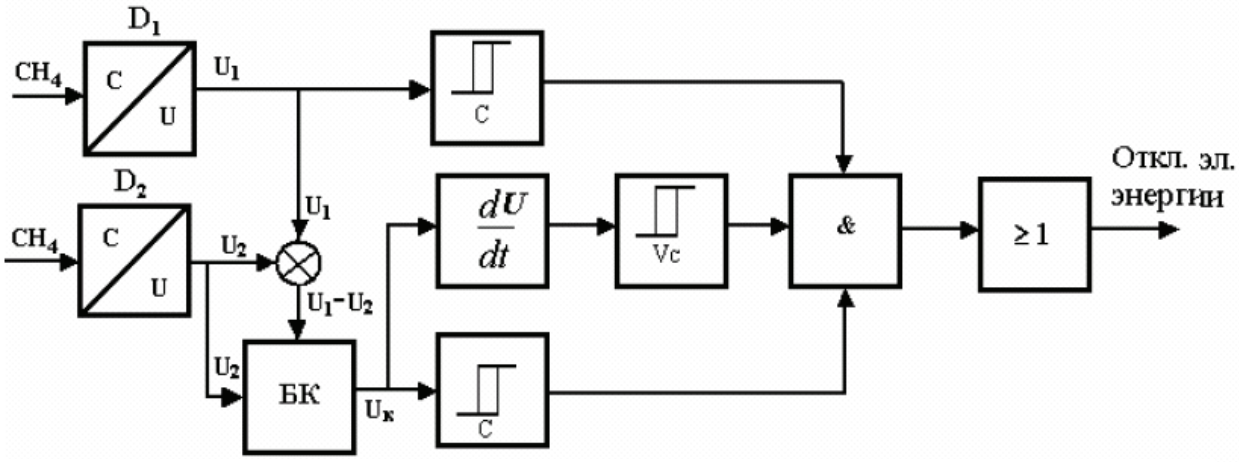


Рисунок 3 - Структурная схема быстродействующей аппаратуры газового контроля с малоинерционным датчиком

В данном случае высокостабильный но относительно инерционный оптический датчик  $D1$  является основным, выходной сигнал которого используется для формирования сигнала на отключение электроэнергии и корректировки выходного сигнала малоинерционного термокаталитического датчика  $D2$ . Датчик  $D2$  выдаёт сигнал на отключение электроэнергии

при появлении недопустимой концентрации метана и при недопустимой скорости изменения концентрации метана.

Отличительной особенностью аппаратуры (рис. 3), является наличие корректирующего блока БК, который, в зависимости от знака и величины напряжения рассогласования,  $\Delta U = U_1 - U_2$  с заданной постоянной времени корректирует выходное напряжение малоинерционного датчика  $D_2$ .

В установившемся режиме работы при постоянной концентрации метана и отсутствии иных факторов, влияющих на величину выходного напряжения датчика  $D_2$ , величина  $U_k$  равна напряжению  $U_1$ . При медленном изменении величины напряжения  $U_2$ , вызванного накоплением пыли на оптических элементах, изменением температуры, давления, относительной влажности, временным изменением параметров источника излучения и приемника в результате корректировки величину выходного напряжения датчика  $D_2$ , величина  $U_k$  постоянно приводится в соответствие со значением выходного напряжения высокостабильного термокаталитического датчика  $D_1$ .

В случае быстрого изменения величины напряжения  $U_2$  до недопустимого значения концентрации или с недопустимой скоростью, вызванного, например, газодинамическим явлением, вследствие инерционности процесса коррекции, выходное напряжение на выходе блока коррекции  $U_k$  повторяет изменения  $U_2$ , что приводит к появлению сигнала на выходе пороговых устройств и срабатыванию защиты.

Для надежной работы рассмотренной быстродействующей аппаратуры газового контроля с малоинерционным датчиком важное значение имеет правильный выбор скорости коррекции выходного сигнала малоинерционного датчика  $D_2$ . С одной стороны эта скорость должна позволять практически не снижать чувствительность аппаратуры при возникновении газодинамических явлений, а с другой – своевременно обрабатывать возможные изменения выходного сигнала вследствие воздействия неконтролируемых факторов.

#### Перечень ссылок

1. ГОСТ-24032-80. Приборы шахтные газоаналитические. Общие технические требования, методы испытания: – М.: Госстандарт, 1980. – 34 с.
2. Карпов Е.Ф., Биренберг И.Э., Басовский Б.И. Автоматическая газовая защита и контроль рудничной атмосферы. – М.: Недра, 1984. – 285 с.
3. Исследование процессов тепло – и газообмена в термокаталитическом датчике метана // Е.Н. Новиков / В сб. науч. Трудов – МакНИИ , 1979 – 8 с.

УДК 621.384.3:622.412

## ПОВЫШЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ШАХТНЫХ МЕТАНОМЕТРОВ

**Круш Д.А., студент; Хламов М.Г., доцент, к.т.н.**

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

**Общая постановка проблемы.** С увеличением глубины добычи угля возрастает интенсивность внезапных выбросов газа, угля и породы, что требует повышенного внимания к процессам проветривания и газового контроля подземных выработок. Одним из направлений разрешения этих проблем является необходимость в оборудовании угольных шахт непрерывно действующими средствами автоматического контроля концентрации газовых компонент повышенного быстродействия. Быстродействие измерителя, согласно требований ГОСТ [1] не должно превышать 0,8 с при абсолютном значении погрешности измерения не более  $0,2^{\circ}\%$  в диапазоне измерения от 0 до  $4,0^{\circ}\%$ . Существующие стационарные средства контроля концентрации метана, несмотря на удовлетворение нормативам, следует считать недостаточно быстродействующими. Для повышения быстродействия измерителя в работе [2] было