

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

предложено использовать инфракрасный оптико-абсорбционный метод измерения концентрации газов.

Постановка задачи исследования. Проанализировав средства контроля, которые основаны на оптико-абсорбционном методе измерения, был обнаружен ряд дестабилизирующих факторов: угольная пыль, наличие газов и пары воды, температура и атмосферное давление. Одним из основных дестабилизирующих факторов рудничной атмосферы является наличие угольной пыли в открытом оптическом канале измерителя, т.к свет, проходя через пылегазовую среду, ослабляется в результате рассеяния и поглощения (абсорбции). Пыль также оседает на оптических элементах, и ведет к снижению метрологической надежности, ухудшается прозрачность оптических компонентов. Для повышения точности измерителя необходимо исследовать рассеяния ИК-излучения частицами пыли в рабочем оптическом канале и процесс формирования пленки пыли на оптических компонентах, разработать метод компенсации влияния пыли на результаты измерений.

Решение и результаты исследования. Свет, проходящий через среду в которой выполняются измерения, ослабляется в результате рассеяния и поглощения (абсорбции). Интенсивность рассеяния света не постоянна и изменяется в зависимости от размеров частиц пыли, концентрации пыли в канале, коэффициента преломления и угла рассеяния между направлениями падающего и рассеянного света.

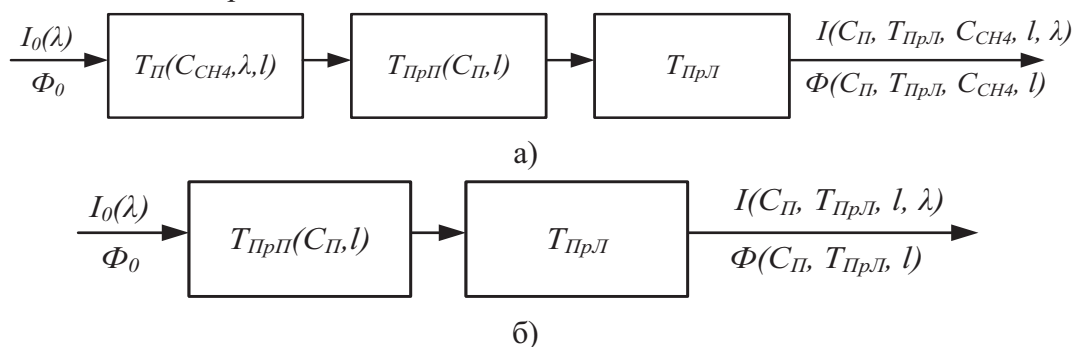


Рисунок 1 – Дестабилизирующие факторы в открытом оптическом канале: а) канал оптически не прозрачен для спектральной полосы поглощения метаном; б) канал оптически прозрачен для спектральной полосы поглощения метана и частично прозрачен для рассеивания излучения угольной пылью

Наличие пыли в канале приводит к процессу формирования пленки пыли на оптических компонентах. Максимальное изменение потока от ухудшения прозрачности окон не должно превышать 10 % . На такую величину допустимо уменьшение потока излучения пленкой пыли на оптических компонентах.

Рассмотрим метод компенсации влияния пыли на результаты измерений, основу которого составляет создание оптического канала оптически прозрачного для спектральной полосы поглощения метана и частично прозрачного для рассеивания излучения угольной пылью. Для реализации этого метода, в работе [2] представлена модель влияния основных дестабилизирующих факторов (рис. 1 а). На основании этой модели представим модель канала для метода компенсации (рис. 1 б).

Модели представлены в виде блоков, описывающих информативный параметр и дестабилизирующие факторы: $I_0(\lambda)$ и Φ_0 интенсивность и мощность инфракрасного излучения; коэффициент поглощения метана $T_{II}(C_{CH4}, \lambda, l)$; коэффициент пропускания пылевым аэрозолем $T_{PrP}(C_P, l)$; коэффициент пропускания запыленных линз T_{PrL} ; $I(C_P, T_{PrL}, C_{CH4}, l, \lambda)$ и $\Phi(C_P, T_{PrL}, C_{CH4}, l)$ - для канала оптически не прозрачного для метана ($I(C_P, T_{PrL}, l, \lambda)$, $\Phi(C_P, T_{PrL}, l)$ – для канала в котором метан поглощается) – интенсивности и мощности входного и выходного потока оптического излучения соответственно. Таким образом, представленные модели полностью описывают оптико-электронный блок в составе измерителя, описанного в работе [3], который состоит из двух открытых оптических каналов: основного измерительного канала ОК1 и компенсационного ОК2, схема которых представлена на рисунке 2.

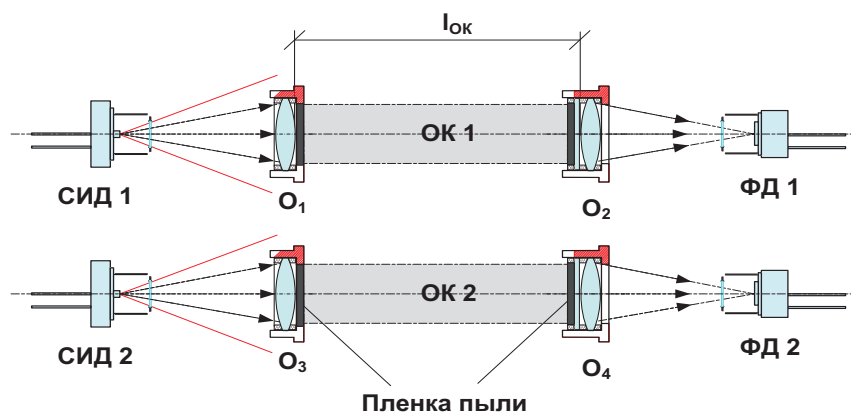


Рисунок 2 – Схема оптических каналов измерителя концентрации метана

В качестве источника инфракрасного излучения измерительного канала ОК1 целесообразно использовать светоизлучающий диод LED34–PR [4] с рабочей длиной волны 3,4 мкм, которая соответствует максимальной интенсивности спектральных линий поглощения метана. Для компенсационного канала ОК2 можно использовать светоизлучающий диод LED29–PR [4], который имеет рабочую длину волны 2,9 мкм.

Потоки излучения от измерительного и компенсационного светоизлучающих диодов поступают на объективы О1 и О3 соответственно, которые формируют потоки излучения, поступающие в открытые измерительный ОК1 и компенсационный ОК2 оптические каналы. Прощедшие через оптические каналы, инфракрасные потоки поступают на объективы О2 и О4, которые фокусируют параллельно направленные потоки излучения, поступающие на фотодетекторы ФД1 и ФД2 основного измерительного и компенсационного каналов. В качестве фотоприемника можно использовать фотодиоды PD36–03–ТЕС [4]. Полученные выходные сигналы ФД1 и ФД2 – сигналы тока, значения которых зависят от изменения потока основного и компенсационного оптических каналов соответственно.

Выводы. Принятый оптико-абсорбционный метод измерения, наличие открытых оптических каналов, методы компенсации возмущений по оценочным расчетам позволяют на порядок повысить быстродействие измерителей концентрации метана по сравнению с наиболее распространенными измерителями, построенными на каталитическом методе, полностью исчерпавшем возможности повышения быстродействия.

Приведенные методы и решения положены в основу математической модели быстродействующего измерителя концентрации метана для угольных шахт, обладающего, по сравнению с существующими, возможностями дальнейшего повышения быстродействия средств измерения взрывоопасных компонент подземной газовой атмосферы угольных шахт.

Перечень ссылок

1. ГОСТ 24032 – 80. Приборы шахтные газоаналитические. Общие требования, методы испытания. – Введ. 01. 01. 1981 /Межгосударственный стандарт. – М.: Издательство стандартов, 1980. – 36 с. – (Угольная промышленность).
2. Вовна О. В. Розробка методу компенсації вугільного пилу для інфрачервоного вимірювача концентрації метану /О.В. Вовна // Наукові праці ДонНТУ. Серія «Обчислювальна техніка та автоматизація». – Донецьк, 2010. – Випуск 171 – С. 41- 47.
3. Пат. 46197. Україна, МПК G 01 N 21 / 31. Спосіб вимірювання концентрації метану у рудничній атмосфері / О.В. Вовна, А.А. Зорі, В.Д. Коренев, М.Г. Хламов; Донец. нац. техн. ун-т (Україна). – № u200906578; заявл. 23.06.2009; опубл. 10.12.2009.
4. IBSG [Електронний ресурс]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://www.ibsg-st-petersburg.com>. – Дата доступу: март 2011. – Загл. з екрана.