© В.Г. Путилов, А.М. Петрова, Р.Ю. Толченкин, 2007

УДК 622.23.05

В.Г. Путилов, А.М. Петрова, Р.Ю. Толченкин

ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ МЕТАНА, ВЫДЕЛЯЮЩЕГОСЯ НА ПОВЕРХНОСТЬ ЗЕМЛИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Семинар № 23

Выделение метана на поверхность земли при эксплуатации и ликвидации угольных шахт представляет собой реальную опасность для людей, проживающих в районах горных отводов угольных шахт.

Основными путями выделения метана на земную поверхность являются:

- трещины во вмещающих породах, образующиеся в результате подработки;
- ликвидированные вертикальные и наклонные выработки (шурфы, ходки и т.п.), имеющие выход на поверхность;
- осушенные водоносные породы;
- трещины тектонических нарушений.

Поступающий на поверхность метан может накапливаться в подвалах, погребах, других заглубленных местах и почвенном слое. В дальнейшем метан может поступать в жилые помещения и в атмосферный воздух. Гигиеническим нормативом содержания метана в атмосферном воздухе населенных мест является $ОБУВ_{а.в.}$, значение которого составляет 50 мг/м^3.

Для предотвращения скопления метана в жилых и общественных зданиях и принятия своевременных мер по защите этих объектов и населения шахтерских городов и поселков важную роль играет систематический мониторинг за выходом его на земную поверхность.

При измерении содержания метана в объектах мониторинга, расположенных на горных отводах действующих и ликвидируемых шахт в настоящее время используются переносные газоанализаторы типа ШИ (шахтные интерферометры) и типа ПГА-7. Погрешность измерения концентрации метана этими приборами составляет ±0,2 об. доли % (1400 мг/м^3). Для определения низких концентраций метана, менее 0,2 объемных долей %, необходим предварительный отбор проб воздуха, транспортировка их в лабораторию и анализ с использованием хроматографических методов, что весьма удорожает контроль за содержанием метана и повышает его трудоемкость.

Проведенный анализ методов измерения и технических характеристик существующих газоанализаторов метана показал, что основными принципами, на которых основаны приборы, являются интерференциальный, термохимический и оптический (инфракрасный).

Приборы, в которых использован интерференциальный метод измерения, просты в эксплуатации, не требуют источника питания. Основными недостатками таких приборов является недостаточная чувствительность, зависимость от содержания в анализируемой среде кислорода. Они могут быть использованы для контроля взрывоопасных концентраций метана.

Приборы, в которых в качестве датчика использован термохимический сенсор, имеют небольшие размеры, малоэнергоемки. Основными недостатками таких приборов являются недостаточная чувствительность и ограниченный срок службы термохимического сенсора (1,5 года). Эти приборы могут быть использованы для контроля содержания метана в воздухе рабочей зоны.

Приборы для измерения метана, основанные на оптическом принципе, имеют малые габариты и вес, работают от встроенных аккумуляторов, позволяют получить высокую избирательность измерения.

Оптические датчики имеют существенные преимущества перед датчиками, основанными на других физических принципах:

неотравляемость сопутствующими газами и парами;

ненасыщаемость при значительных концентрациях измеряемого газа;

отсутствие зависимости результатов измерения от наличия кислорода в контролируемой среде;

долговечность за счет применения полупроводниковых источников ИК (инфракрасного) излучения.

Однако, существующие приборы недостаточно чувствительны и могут быть использованы только для контроля содержания метана в воздухе рабочей зоны.

Дальнейшее совершенствование оптических датчиков на основе использования электрически управляемых спектральных фильтров позволяет создать газоанализатор метана с высокой чувствительностью, точностью и долговечностью. Этот принцип и был использован при разработке нового газоанализатора, предназначенного для оперативного измерения концентрации метана в атмосферном воздухе, воздухе жилых помещений и установления границ опасных участков по выходу метана с чувствительностью не менее 30 мг/м^3.

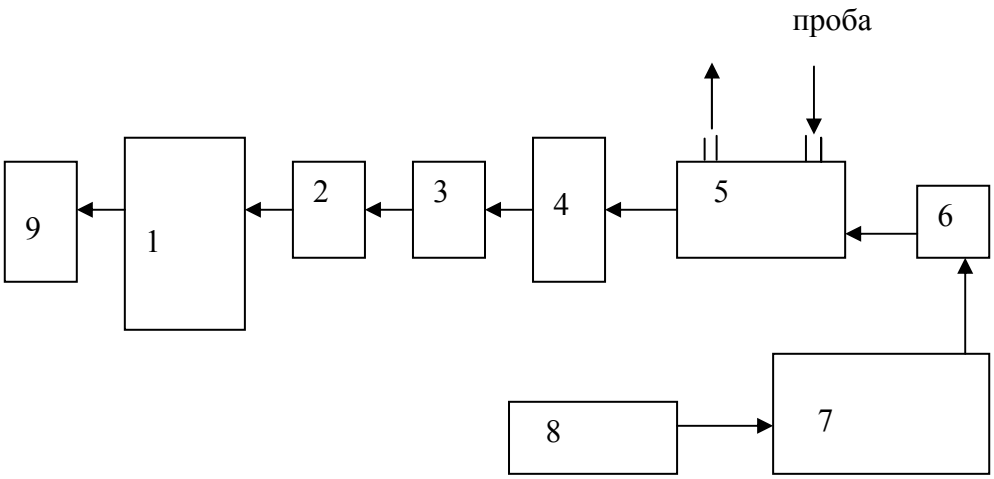
Разработанный ФГУП МНИИЭКОТЭК совместно с ОАО «РНИИ «Электронстандарт» газоанализатор представляет собой портативный переносной прибор с автономным питанием от блока аккумуляторных батарей. В качестве аккумуляторных батарей запроектированы три аккумулятора Ni - MHVHAA (напряжение3,75±0,37в). Время непрерывной работы аккумуляторной батареи составляет не менее 16 часов.

В конструкции газоанализатора предусмотрен контроль состояния аккумуляторов с индикацией на разряд.

Принцип действия газоанализатора основан на избирательном поглощении инфракрасного излучения молекулами метана в области длины волны 3,2÷3,6 мкм.

В оптическом газоанализаторе для увеличения стабильности нуля, а также для компенсации возможного вли--яния влаги, пыли и других факторов способных поглощать свет, использована автокомпенсационная двулучевая оптическая схема. В ней измеряется интенсивность двух лучей, проходящих по одному и тому же оптическому пути, причем длина волны одного (измерительного) луча находится в области поглощения, а другого (опорного) луча - в области, где поглощение отсутствует.

Излучатели и фотоприемники, используемые в газоанализаторе, меняют параметры со временем, при изменениях температуры, а также в процессе старения. Для автокомпенсации этих изменений в оптическую схему введены еще два луча, не проходящие сквозь анализируемую газовую смесь.



Функциональная схема оптического газоанализатора метана: *1* – микропроцессор, *2* – усилители, *3* – фотоприемник, *4* – спектральный фильтр, *5* – оптический канал, *6* – источник инфракрасного излучения, *7* – стабилизатор напряжения, *8* – аккумуляторная батарея, *9* – жидкокристаллический дисплей

Электронный блок газоанализатора осуществляет усиление, аналого-цифровое преобразование сигнала от датчика, вычисление результатов измерений по заложенной в память градуировочной характеристике, а также сравнение значений входных сигналов с заданными пороговыми значениями и выработку управляющих сигналов для световой и звуковой сигнализации.

Функциональная схема прибора представлена на рисунке.

Работа прибора управляется микропроцессором 1, который осущест-вляет усиление, аналого-цифровое преобразование сигналов от датчиков, вычисление результатов измерений по заложенным в память градуировочным характеристикам.

Инфракрасный источник 6 запитывается стабилизированным током от стабилизатора напряжений. Инфракрасный источник излучает в полосе, захватывающей рабочую и опорную длины волн. Фотоприемник 3 пропускает излучение в полосе 3,2-3,6 мкм, что обеспечивается спектральным фильтром 4, вмонтированным непосредственно в корпус приемника. Температура приемника стабилизируется встроенным элементом Пельтье. Сигнал управления блоком термостабилизации поступает с терморезистора, смонтированного непосредственно в корпусе фотоприемника.

Микропроцессор производит вычисление амплитуды модуляции измеряемого сигнала, математическую обработку и вычисление концентрации измеряемого газа.

Информация об измеряемой концентрации выводится на модуль индикации 9.

Приемочные испытания газоанализатора были проведены на базе испытательного центра «Электронстандарт» и на объектах Челябинского подразделения Уральского центра социально-экологического мониторинга углепромышленных территорий.

Испытания газоанализатора показали его работоспособность, надежность и

высокую точность выполнения измерений метана.

Основные технические характеристики газоанализатора:

- габаритные размеры не превышают- 83x33x315 мм;

- масса газоанализатора – не более 0,8 кг:

- диапазон измерения концентрации метана составляет 0–7,5 г/м^3;

- погрешность измерений $\pm(30+0{,}05C_{изм})$ мг/м^3.

Разработанный газоанализатор по устойчивости и прочности при климатических воздействиях удовлетворяет условиям:

-рабочий диапазон температур от минус 30 до плюс 35 ^{0}С;

- относительная влажность 98 % при температуре 25 ^{0}С;

- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (630–800) мм рт.ст.

Новизна разработанного газоанализатора по сравнению с существующими заключается в высокой чувствительности и точности, позволяющих использовать его при измерении низких концентраций метана в атмосферном воздухе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ольховченко А.Е. Волошин Н.Е.* Газовыделение при выбросах. - К.: Техника, 1980.-113 с.

2. *Правила* технической эксплуатации угольных шахт и рудников. – М.: Недра, 1976 – 303 с.

3. *Груба В.И., Никулин Э.К., Оголобченко А.С.* Технические средства автоматизации в горной промышленности. – К., 1998, 211 с.

ГИАБ

Коротко об авторах

Путилов Владимир Георгиевич – зав. отделом ФГУП МНИИЭКО ТЭК
Петрова А.М. – зам. зав. отделом ФГУП МНИИЭКО ТЭК
Толчёнкин Роман Юрьевич – ИПКОН РАН, аспирант.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 23 симпозиума «Неделя горняка-2007».
Рецензент д-р техн. наук, проф. *С.З. Шкундин.*