

УДК 543.42:621.384.3

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАНА В РУДНИЧНОЙ АТМОСФЕРЕ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

А. В. Вовна, А. А. Зори

Донецкий национальный технический университет

ул. Артема, 58, г. Донецк, 83001, Украина. E-mail: Vovna_Alex@ukr.net; zori@kita.dgtu.donetsk.ua

Представлены результаты научно-исследовательских работ по созданию быстродействующего измерителя концентрации метана в рудничной атмосфере угольных шахт. Для обеспечения необходимого быстродействия предложено использовать оптико-абсорбционный метод контроля, на базе которого разработан измеритель с компенсацией запыленности рудничной атмосферы. Разработан и исследован способ компенсации запыленности на результаты измерений концентрации метана, который обеспечивает характеристику преобразования при измерении концентрации метана в диапазоне от 0 до 4,0^{об.%}. При этом результаты измерений практически не зависят от концентрации угольной пыли в диапазоне 500 до 3000 мг/м³ и коэффициента пропускания запыленных окон оптоэлектронных компонент прибора от 1 до 0,3. Разработан макетный образец, характеристика преобразования которого практически линейна в диапазоне от 0 до 2,5^{об.%} с чувствительностью 0,51 В/^{об.%} измерителя, и проведены его испытания. Быстродействие измерителя составляет не более 0,5 с при максимально допустимом времени срабатывания 0,8 с. Сформулированы технические требования на разработку опытного образца измерителя для условий угольных шахт.

Ключевые слова: метан, концентрация, измерения, быстродействие, оптико-абсорбционный метод, угольная пыль, способ компенсации, макетный образец, испытания.

ШВИДКОДІЮЧИЙ ВИМІРЮВАЧ КОНЦЕНТРАЦІЇ МЕТАНУ У РУДНИКОВІЙ АТМОСФЕРІ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

О. В. Вовна, А. А. Зорі

Донецький національний технічний університет

вул. Артема, 58, м. Донецьк, 83001, Україна. E-mail: Vovna_Alex@ukr.net; zori@kita.dgtu.donetsk.ua

Наведені результати науково-дослідницьких робіт щодо створення швидкодіючого вимірювача концентрації метану у рудничній атмосфері вугільних шахт. Для забезпечення необхідної швидкодії запропоновано використовувати оптико-абсорбційний метод контролю, на базі якого розроблений вимірювач із компенсацією запыленості рудничної атмосфери. Розроблено та досліджено спосіб компенсації запыленості на результати вимірювань концентрації метану, що забезпечує характеристику перетворення при вимірюванні концентрації метану в діапазоні від 0 до 4,0^{об.%}. При цьому результати вимірювань практично не залежать від концентрації вугільного пилу в діапазоні 500 до 3000 мг/м³ і коефіцієнту пропускання запылених вікон оптоелектронних компонентів прибору від 1 до 0,3. Розроблений макетний зразок вимірювача та проведені його випробування, характеристика перетворень якого практично лінійна в діапазоні від 0 до 2,5^{об.%} із чутливістю 0,51 В/^{об.%}. Швидкодія вимірювача складає не більше 0,5 с, при максимально допустимому часі спрацювання 0,8 с. Сформульовані технічні вимоги на розробку дослідного зразка вимірювача для умов вугільних шахт.

Ключові слова: метан, концентрація, вимірювання, швидкодія, оптико-абсорбційний метод, вугільний пил, спосіб компенсації, макетний зразок, випробування.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. В последние годы в угольной промышленности Украины наблюдается устойчивая тенденция увеличения глубины разработок угля, роста частоты и интенсивности газодинамических проявлений, внезапных выбросов метана, что приводит к повышению вероятности возникновения взрывоопасных ситуаций и ухудшению условий труда горняков. В таких условиях особого значения приобретает вопрос обеспечения угольных предприятий быстродействующими и надежными измерителями контроля концентрации метана в рудничной атмосфере. Быстродействие измерителя, согласно требований ГОСТ [1] не должна превышать 0,8 с при абсолютной погрешности измерений не более 0,2^{об.%} в диапазоне от 0 до 4,0^{об.%}. Существующие средства измерения не обеспечивают получения информации о процессах изменения концентрации метана с необходимыми статическими и динамическими погрешностями. В настоящее время для контроля концентрации метана в рудничной

атмосфере угольных шахт наибольшее распространение получили измерители, основанные на термодинамическом методе. Их основным недостатком является большая инерционность, величина которой составляет не менее 10 с.

Для повышения быстродействия измерителя авторами предложено использовать инфракрасный (ИК) оптико-абсорбционный метод контроля концентрации газов. При анализе существующих измерителей, основанных на данном методе измерений, и математическом моделировании измерителя концентрации метана [2], был выявлен ряд основных дестабилизирующих факторов рудничной атмосферы: угольная пыль, наличие сопутствующих газов и паров воды, температура и давление, изменения которых снижает точность и метрологическую надежность измерителя. Одним из основных доминирующих дестабилизирующих факторов рудничной атмосферы, влияющих на метрологическую надежность измерителя, является наличие угольной пыли

в его оптическом измерительном канале. Для обеспечения работоспособности измерителя, увеличения времени межповерочного интервала и повышения его метрологической надежности в условиях запыленности рудничной атмосферы разработан и реализован способ компенсации влияния запыленности на результаты измерений концентрации метана [3].

Таким образом, целью работы является разработка быстродействующего измерителя концентрации метана в рудничной атмосфере угольных шахт.

МАТЕРИАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ІССЛЕДОВАНИЙ.

Теоретическое обоснование и результаты модели-

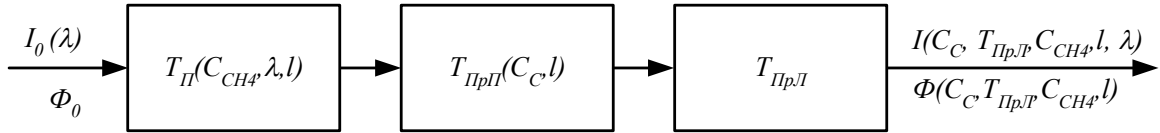


Рисунок 1 – Модель цепи преобразования в оптическом канале измерителя концентрации метана с учетом запыленности рудничной атмосферы

В модели на рис. 1 влияние информативного параметра и запыленности рудничной атмосферы на оптическую мощность ИК-излучения Φ_0 представлено в виде звеньев, описываемых коэффициентом поглощения $T_{\Pi}(C_{CH_4}, \lambda, l)$ метана, коэффициентом пропускания $T_{\Pi\Pi}(C_C, l)$ пылевого аэрозоля и коэффициентом пропускания $T_{\Pi\Pi\Pi}$ запыленных окон оптоэлектронных компонент прибора. Данные коэффициенты обусловлены поглощением и рассеиванием в определенном диапазоне длин волн оптического излучения. $I_0(\lambda)$ и (Φ_0) , $I(C_C, T_{\Pi\Pi}, C_{CH_4}, l, \lambda)$ и $\Phi(C_C, T_{\Pi\Pi}, C_{CH_4}, l)$ – интенсивность и мощность входного и выходного потоков оптического излучения соответственно. Для компенсации влияния запыленности на метрологические характеристики измерителя, предложено [3] использовать оптоэлектронный блок, который состоит из двух пространственных оптических каналов: основного измерительного OK_1 и компенсационного OK_2 .

В качестве источника ИК-излучения OK_1 используется светоизлучающий диод (СИД) LED34 с центральной длиной волны $\lambda_{LED34} = 3,4$ мкм, соответствующей максимальной интенсивности спектральных линий поглощения метана. Для выбора ИК-излучателя OK_2 были проведены исследования с применением разных излучателей на основе СИД. При анализе спектра поглощения метана $T_{\Pi}(C_{CH_4}, \lambda, l)$ было установлено, что в диапазоне длин волн от 3,5 до 4,0 мкм интенсивность поглощения ИК-излучения метаном практически равна нулю. На основании проведенных исследований для компенсации угольной пыли и запыленности окон оптоэлектронных компонент измерителя предложено использовать в качестве ИК-излучателя для OK_2 СИД типа LED38, который имеет центральную длину волны $\lambda_{LED38} = 3,8$ мкм. В качестве приемника ИК-излучения для OK_1 использован фотодиод PD36,

в основу предложенного способа компенсации [3] положена следующая идея: оптический канал измерителя должен быть оптически прозрачный для спектральной полосы поглощения метана и частично оптически прозрачный для рассеивания излучения угольной пылью. Для реализации предложенного способа использована следующая модель влияния запыленности рудничной атмосферы, что приводит к изменению оптической мощности ИК-излучения в измерительном канале, структура которой приведена на рис. 1.

а для $OK_2 - PD43$, спектральные характеристика которых перекрывают спектры излучения СИД.

В основу способа компенсации запыленности рудничной атмосферы [3] положена последовательная модель влияния дестабилизирующих факторов, приводящих к изменению мощности ИК-излучения в измерительном оптическом канале. Поток ИК-излучения обрабатывается тремя звеньями, учитывающие поглощение излучения метаном, рассеивание оптического потока частицами угольной пыли и рассеивание излучения пылью, осевшей на окнах оптоэлектронных компонентах прибора. Соотношение, описывающие изменение мощности и интенсивности оптического сигнала для данных факторов получены с использованием коэффициентов передачи соответствующих звеньев (рис. 1) для каждого канала, имеют следующий вид:

– измерительный OK_1 , сигнал основного СИД (LED34):

$$I_{LEB4}(C_C, T_{\Pi\Pi\Pi}, C_{CH_4}, l, \lambda) = I_{OLEB4} \cdot T_{\Pi}(C_{CH_4}, \lambda, l) \cdot T_{\Pi\Pi}(C_C, l) \cdot T_{\Pi\Pi\Pi};$$

$$\Phi_{LEB4}(C_C, T_{\Pi\Pi\Pi}, C_{CH_4}, l) = \Phi_{OLEB4} \cdot T_{\Pi}(C_{CH_4}, \lambda, l) \cdot T_{\Pi\Pi}(C_C, l) \cdot T_{\Pi\Pi\Pi},$$

– компенсационный OK_2 , сигнал компенсационного СИД (LED38):

$$I_{LEB8}(C_C, T_{\Pi\Pi\Pi}, C_{CH_4}, l, \lambda) = I_{OLEB8} \cdot T_{\Pi}(C_{CH_4}, \lambda, l) \cdot T_{\Pi\Pi}(C_C, l) \cdot T_{\Pi\Pi\Pi};$$

$$\Phi_{LEB8}(C_C, T_{\Pi\Pi\Pi}, C_{CH_4}, l) = \Phi_{OLEB8} \cdot T_{\Pi}(C_{CH_4}, \lambda, l) \cdot T_{\Pi\Pi}(C_C, l) \cdot T_{\Pi\Pi\Pi}.$$

Разработанная модель позволила оценить эффективность предложенного способа компенсации запыленности на результаты измерений концентрации метана. Для реализации данного способа в измерителе рассчитывается величина нормируемого коэффициента ($K_{НОРМ}$) по следующей зависимости:

$$K_{НОРМ}(C_C, T_{\Pi\Pi\Pi}, C_{CH_4}, l) = \frac{\Phi_{LEB4}(C_C, T_{\Pi\Pi\Pi}, C_{CH_4}, l)}{\Phi_{LEB8}(C_C, T_{\Pi\Pi\Pi}, C_{CH_4}, l)} = \frac{\Phi_{OLEB4} \cdot T_{\Pi}(C_{CH_4}, \lambda, l) \cdot T_{\Pi\Pi}(C_C, l) \cdot T_{\Pi\Pi\Pi}}{\Phi_{OLEB8} \cdot T_{\Pi}(C_{CH_4}, \lambda, l) \cdot T_{\Pi\Pi}(C_C, l) \cdot T_{\Pi\Pi\Pi}}$$

при этом обеспечено равенство выходных потоков изме-

рительного и компенсационного СИД ($\Phi_{0LED34} = \Phi_{0LED38}$) при концентрации метана $C_{CH_4} = 0$ об.%, а также поставлено необходимое условие, чтобы коэффициент пропускания оптического излучения, определяющий поглощение метана $T_{II}(C_{CH_4}, l, \lambda)$ на компенсационной длине волны был равен единице. Реализацию предложенного способа представлено следующим выражением:

$$K_{НОРМ}(C_C, T_{ПрЛ}, C_{CH_4}, l) = \frac{\Phi_{0LED34} \cdot T_{II}(C_{CH_4}, l) \cdot T_{ПрЛ}(C_C, l) \cdot T_{ПрЛ}}{\Phi_{0LED38} \cdot T_{II}(C_{CH_4}, l, \lambda_0 = 3,8 \text{ мкм}) \cdot T_{ПрЛ}(C_C, l) \cdot T_{ПрЛ}} = \frac{\Phi_{0LED34} \cdot T_{II}(C_{CH_4}, l) \cdot T_{ПрЛ}(C_C, l) \cdot T_{ПрЛ}}{\Phi_{0LED38} \cdot 1 \cdot T_{ПрЛ}(C_C, l) \cdot T_{ПрЛ}} = T_{II}(C_{CH_4}, l)$$

При моделировании способа компенсации запыленности получена зависимость выходного сигнала измерителя $K_{НОРМ}(C_C, T_{ПрЛ}, C_{CH_4}, l)$ от концентрации метана в диапазоне от 0 до 4,0 об.%, (рис. 2). Длина измерительной базы оптического канала $l = 34$ мм. Данная зависимость получена при изменении концентрации угольной пыли C_C в диапазоне 500 до 3000 мг/м³ и коэффициента пропускания запыленных окон оптоэлектронных компонент прибора $T_{ПрЛ}$ от 1 до 0,3.

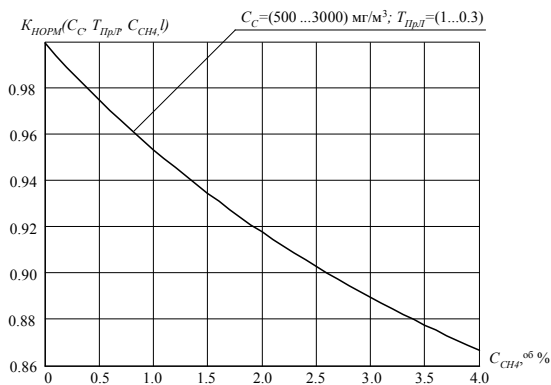


Рисунок 2 – Зависимость $K_{НОРМ}(C_C, T_{ПрЛ}, C_{CH_4}, l)$ от изменения концентрации метана C_{CH_4} , угольной пыли C_C и коэффициента пропускания $T_{ПрЛ}$ запыленных окон оптоэлектронных компонент измерителя

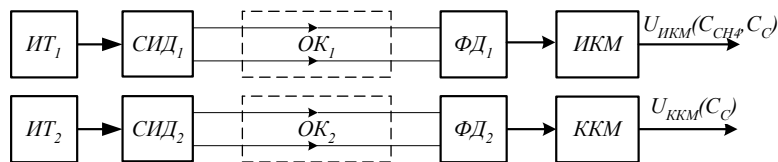


Рисунок 3 – Структурная схема макетного образца измерителя концентрации метана

Для питания измерительного СИД₁ и компенсационного СИД₂ использованы источники тока (ИТ), управляемые напряжением.

Структурная схема управляемого источника тока для питания СИД приведена на рис. 4, где обозначено:

СИД – светоизлучающий диод,

Из анализа результатов моделирования характеристики преобразования измерителя при наличии компенсационного канала следует, что в диапазоне изменений концентрации метана от 0 до 4,0 об.%, выходной сигнал практически не зависит от концентрации угольной пыли и запыленности окон оптоэлектронных компонент измерителя.

Результаты разработок и исследований. Для проверки работоспособности предложенного способа и адекватности разработанных математических моделей поставлены и решены следующие задачи:

- разработка макетного образца оптоабсорбционного измерителя концентрации метана с компенсацией запыленности рудничной атмосферы;
- экспериментальное определение характеристики преобразования измерителя;
- практическая проверка эффективности способа компенсации запыленности оптоэлектронных компонент измерителя на результаты измерений концентрации метана;
- определение быстродействия макетного образца измерителя.

Структурная схема макетного образца измерителя концентрации метана для угольных шахт приведена на рис. 3 [4, 5]. При его построении использованы в качестве источника излучения – СИД типа LED34, а фотоприемника – фотодиод (ФД₁) PD36, при этом учтены требования циркуляции рудничной атмосферы через измерительную кювету оптического канала ОК₁. Для получения требуемого значения абсолютной погрешности измерений концентрации метана не более 0,2 об.%, [1] в условиях высокой запыленности рудничной атмосферы угольных шахт предложено использовать двухканальный измерительный прибор. Для его аппаратной реализации введен дополнительный компенсационный ОК₂ с СИД типа LED38 и фотодиодом ФД₂ – PD43.

ИТ – источник тока, управляемый напряжением;

ИП – источник питания;

ИОН – источник опорного напряжения;

К – ключ;

СУ_{ИТ} – сигнал управления ИТ от микроконтроллера.

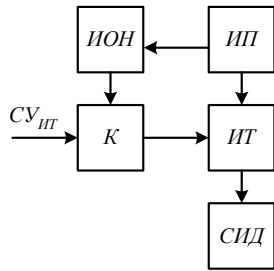


Рисунок 4 – Структурная схема источника тока для питания СИД

К источнику тока, управляемого напряжением, подключается непосредственно СИД, напряжение на входе ИТ обеспечивается ИОН. Величина напряжением на выходе ИОН плавно регулируется, что обеспечивает плавную регулировку амплитуды питающего тока СИД. Формирование импульсной последовательности питающего тока СИД выполняется сигналами управления от микроконтроллера (СУ_ИТ) через аналоговый ключ (К), что обеспечивает импульсный режим работы СИД.

Структурная схема измерительного (ИКМ) и компенсационного (ККМ) каналов макетного образца измерителя концентрации метана приведена на рис. 5.

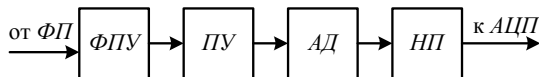


Рисунок 5 – Структурная схема измерительных (ИКМ) и компенсационного (ККМ) каналов макетного образца измерителя

Для обеспечения фотогальванического режима работы ФД типа PD36–PRW и PD43–PRW использован трансимпедансный усилитель (преобразователь тока в напряжение) – фотоприемное устройство (ФПУ). Предварительный усилитель (ПУ) выходного сигнала ФПУ усиливает амплитуду сигнала до уровня необходимого для нормальной работы амплитудного детектора (АД). АД с учетом постоянной интегрирования выполняет преобразование амплитуды выходной импульсной последовательности ПУ в сигнал постоянного напряжения, значение которого пропорционально измеряемой концентрации метана. Выходной сигнал АД подается на нормирующий преобразователь (НП), который выполняет дополнительную низкочастотную фильтрацию выходного сигнала АД, а также масштабирует его, обеспечивая необходимый входной уровень АЦП.

При выполнении лабораторных испытаний макетного образца измерительного прибора, проведенных в лаборатории аэрогазовой защиты угольной шахты им. М.И. Калинина (г. Донецк, Украина), определены характеристики преобразования, которые имеют практически линейный характер в диапазоне измерений концентрации метана от 0 до 2,5 об.%. Чувствительность макетного образца измерителя по выходному напряжению составляет порядка 0,51 В/об.%. На рис. 6 приведены экспе-

риментально определенные характеристики преобразования макетного образца, где X – Серия № 1; O – Серия № 2; ———— – результаты аппроксимации характеристики преобразования уравнением вида:

$$u = S \cdot C_{CH4} + u_0,$$

где S, В/об.%, – чувствительность по выходному напряжению макетного образца к изменению концентрации метана; $u_0 = 0,2В$ – выходное напряжение при концентрации метана $C_{CH4} = 0^{об.}\%$.

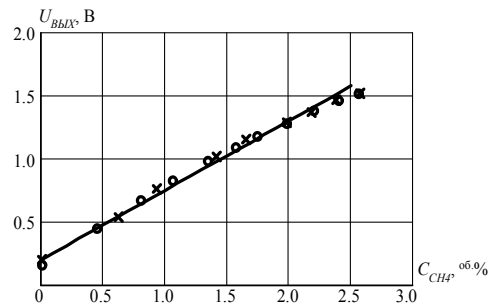


Рисунок 6 – Характеристики преобразования макетного образца измерителя концентрации метана в диапазоне от 0 до 2,5 об.%

Для проверки способа компенсации запыленности рудничной атмосферы угольных шахт определены характеристики преобразований ИКМ и ККМ макетного образца при изменении: концентрации метана в диапазоне от 0 до 2,5 об.%, и коэффициента пропускания оптического излучения от 1.00 до 0,30 в диапазоне длин волн от 2,5 до 4,0 мкм. При проведении лабораторных испытаний использованы специальные пленки с различными коэффициентами пропускания оптического излучения: 100%; (90±1)%; (50±1)%; (30±1)%. Для проверки эффективности разработанного способа определена информационная составляющая выходного сигнала, $K_{НОРМ}$, величина которой пропорциональна концентрации метана с компенсацией влияния угольной пыли, в виде отношения выходных напряжений измерительных каналов:

$$K_{НОРМ} = \frac{U_{ВЫХ\ ИКМ}}{U_{ВЫХ\ ККМ}},$$

где $U_{ВЫХ\ ИКМ}$ и $U_{ВЫХ\ ККМ}$ – выходные напряжения измерительных каналов ИКМ и ККМ макетного образца измерителя.

Из анализа полученных характеристик преобразования следует, что при реализации разработанного способа компенсации в диапазоне изменения коэффициента пропускания ИК-потока от 1 до 0,3 практически устраняется составляющая, обусловленная наличием угольной пыли в измерительном канале.

Следовательно, при разработке опытного образца измерителя необходимо использовать двухканальную оптическую схему, которая учитывает и

компенсирует влияние одного из основных дестабилизирующих факторов рудничной атмосферы – угольной пыли и получить требуемые метрологические характеристики измерителя.

Для определения быстродействия макетного образца измерителя предложена методика и устройство ее реализации [4], которое использует вращающийся диск с отверстием, имеющим 100 % коэффициент пропускания оптического излучения. При изменении частоты вращения привода диска с помощью измерительного осциллографа определена длительность переходного процесса при установлении выходного напряжения измерительного канала на уровне 0,9 от установившегося значения.

При проведении лабораторных испытаний для определения быстродействия макетного образца определена длительность переходного процесса при установлении выходного напряжения от частоты вращения диска. Экспериментально определено, что длительность переходного процесса при измерении концентрации метана макетным образцом составляет 0,5 с. Теоретический расчет длительности переходного процесса по переходной функции измерительного канала, составил 0,47 с [4], что практически согласовывается с экспериментальными данными. Следовательно, быстродействие разработанного макетного образца измерителя составляет не более 0,5 с. при максимально допустимом времени срабатывания метанометров 0,8 с [1]. Проведенные исследования подтверждают возможность работы измерителя для контроля концентрации метана в рудничной атмосфере угольных шахт при наличии угольной пыли, концентрация которой достигает значений порядка 1 г/м^3 .

ВЫВОДЫ.

1. Получил дальнейшее развитие оптико-абсорбционный метод контроля концентрации метана в угольных шахтах, на основании которого разработан измеритель с компенсацией запыленности рудничной атмосферы, с быстродействием не более 0,5 с. при величине основной абсолютной погрешности измерений не более $0,2 \text{ }^{06}\%$ в диапазоне от 0 до $4,0 \text{ }^{06}\%$.

2. Разработан и исследован способ компенсации запыленности рудничной атмосферы на результаты измерений концентрации метана, реализация которого обеспечивает компенсацию влияния угольной пыли в диапазоне концентраций от 500 до 3000 мг/м^3 и запыленных окон оптоэлектронных компонент измерителя.

3. Разработан и исследован макетный образец измерителя концентрации метана. Лабораторные испытания макетного образца проведены в лаборатории аэрогазовой защиты угольной шахты им. М.И. Калинина (г. Донецк, Украина), в результате которых было установлено:

– характеристика преобразования макетного образца практически линейна в диапазонах измерений концентрации метана от 0 до $2,5 \text{ }^{06}\%$, чувствитель-

ность макетного образца измерителя в данном диапазоне измерений концентрации метана составляет $0,51 \text{ В/}^{06}\%$;

– быстродействие разработанного макетного образца измерителя, составляет не более 0,5 с, при максимально допустимом времени срабатывания метанометров 0,8 с, что подтверждает целесообразность выбранного метода контроля концентрации метана в угольных шахтах.

4. Сформулированы технические требования к опытному образцу быстродействующего измерителя концентрации метана для условий угольных шахт. В настоящее время ведутся разработки по созданию опытного образца измерителя, проведению его комплексных испытаний в лабораторных условиях и непосредственно в условиях угольных шахт; в дальнейшем планируется сознание опытной партии и внедрение в систему аэрогазовой защиты угольных шахт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приборы шахтные газоаналитические. Общие требования, методы испытания: ДСТУ ГОСТ 24032:2009. – [Действующий от 2009-02-01]. – К.: Держспоживстандарт, 2009. – 24 с.

2. Вовна О.В. Розробка математичної моделі швидкодіючої вимірювальної системи контролю концентрації метану у вугільних шахтах // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». – Донецьк, 2009. – Вип. 16 (147). – С. 194–200.

3. Вовна О.В. Розробка методу компенсації вугільного пилу для інфрачервоного вимірювача концентрації метану // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». – Донецьк, 2010. – Вип. 19 (171). – С. 41–47.

4. Розробка та дослідження швидкодіючого вимірювача концентрації метану інваріантного до запылення рудничної атмосфери / О.В. Вовна, А.А. Зорі // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». – Донецьк, 2012. – Вип. 22 (200). – С. 143–150.

5. Способ компенсации температурного дрейфа оптического измерителя концентрации газа / А.В. Вовна, А.А. Зори // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Компьютерные и информационные технологии в науке, инженерии и управлении». – Таганрог, 2013. – № 5 (142). – С. 165–170.

6. Разработка и исследование измерителя концентрации метана с аппаратной компенсацией температуры/ А.В. Вовна, А.А. Зори, И.Я. Лизан // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». – Донецьк, 2013. – Вип. 1(24)'2013. – С. 222–229.

THE HIGH-SPEED METHANE CONCENTRATION METER IN THE ATMOSPHERE OF COAL MINES**A. Vovna, A. Zory**

Donetsk National Technical University

vul. Artjoma, 58, Donetsk, 83001, Ukraine. E-mail: Vovna_Alex@ukr.net; zori@kita.dgtu.donetsk.ua

The paper presents the results of research aiming creating high-speed methane concentration meter in the coal mines atmosphere. To ensure the required response speed it was proposed to use the optical-absorption control method, which is a basis for the meter with mine air dust compensated. The dust compensating method for measurement of methane concentration was developed and studied; it provides the conversion characteristic for the methane concentration measurement in the range from 0 to 4,0 vol. %, in this case the measurement results are practically independent from the pulverized coal concentration in the range from 500 to 3000 mg/m³ and the optoelectronic component unit transmittance of dusty windows from 1 to 0,3. The model sample of measuring device was developed and the tests was conducted; the conversion characteristic is linear substantially in the range from 0 to 2,5 vol.% with sensitivity 0,51 V / vol. %. The meter speed performance does not exceed 0,5 s, with the maximum permissible operating time 0,8 s. The technical requirements for the coal mines conditions of the meter prototype development were formulated.

Key words: methane, concentration, measure, speed performance, the optical-absorption method, coal dust, the compensation method, model sample, tests.

REFERENCES

1. Mine gas analysis instrumentation (2009), General requirements, test methods: DSTU GOST 24032:2009. Derzhspozhivstandart, Kyiv, Ukraine.
2. Vovna, A.V. (2009), "Development of a mathematical model of high-speed measurement monitoring system for the methane concentration in coal mines", *Scientific papers of Donetsk National Technical University, Series: Computing machinery and automation*, vol. 16 (147), pp. 194–200.
3. Vovna, A.V. (2010), "Development of a method of compensation for coal dust infrared measuring methane concentration", *Scientific papers of Donetsk National Technical University. Series: Computing machinery and automation*, vol. 19 (171), pp. 41–47.
4. Vovna, A.V. (2012), "Research and development of fast measuring methane concentration invariant to dust mine atmosphere", *Scientific papers of Donetsk National Technical University, Series: Computing machinery and automation*, vol. 22 (200). pp. 143–150.
5. Vovna, A.V. (2013), "Way to compensate for temperature drift of optical concentration meter gas", *Scientific papers of Donetsk National Technical University, Series: Computing machinery and automation*, vol. 5 (142), pp. 165–170.
6. Vovna, A.V. Zori, A.A., Lisan, I.J. (2013), "Development and research of methane concentration meter with temperature compensation hardware", *Scientific papers of Donetsk National Technical University, Series: Computing machinery and automation*, vol. 1 (24), pp. 222–229.

Стаття надійшла 01.12.2013.