

## РОЗРОБКА ВИМОГ ДО ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ МЕЖІ ВИБУХОВОСТІ АТМОСФЕРИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

*Безносів Е. К., магістрант, edik.beznosov@yandex.ua;*

*Вовна О. В., к.т.н., доцент, Vovna\_Alex@ukr.net*

*Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний  
технічний університет», м. Красноармійськ, Україна*

Метан, який присутній у повітрі рудничної атмосфери вугільних шахт, істотно впливає на нижню межу вибуховості (НМВ) вугільному пилу. Адсорбовані частинки пилу збільшують концентрацію вибухових газоподібних продуктів у газовій оболонці навколо реагуючої частинки. Неадсорбований метан рівномірно розподіляється між частинками, що сприяє передачі горіння від одного комплексу частинок до іншого. Встановлено [1], що додавання метану до пилоповітряної суміші вугілля з виходом летючих від 4 до 22 % різко знижує величину мінімальної енергії запалювання пилоповітряної суміші та мінімальну вибухову концентрацію пилу. При збільшенні концентрації метану від 0,5 до 2 % НМВ вугільного пилу лінійно знижується [2].

В практиці газового і пилового вимірювального контролю шахтної атмосфери важливе питання про допустимий вміст вибухонебезпечних газів і зваженого пилу у разі одночасної їх присутності у повітрі. Ключовим рішенням цього питання є поняття про запас надійності вимірювального контролю вибухонебезпеки шахтної атмосфери. Під запасом надійності є відношення  $K = C_{НМВ} / C$  концентраційної нижньої межі вибуховості будь-якого компонента  $C_{НПВ}$  до допустимої величини його концентрації у повітрі  $C$  [2]. Так правилами безпеки регламентуються граничні концентрації метану, при яких стаціонарна автоматична апаратура повинна виконувати відключення електроенергії. Розрахунок коефіцієнта запасу здійснюється при НМВ метану 5 об. %.

Отримала подальший розвиток математична модель [3], яка дає можливість встановити концентраційну НМВ зваженому вугільному пилу  $C_{нНМВ}$  у повітрі шахтної атмосфери у залежності від зольності  $A^d$ , виходу летючих газових компонент  $V_c^{daf}$ , вологості повітря  $\gamma_{вл}$  та концентрації метану  $C_{CH_4}$  при дисперсності частинок  $D = (1 \div 10)$  мкм, на основі формули:

$$C_{нНМВ}(V_c^{daf}, A^d, \gamma_{вл}, C_{CH_4}) = (\delta_{звж}(V_c^{daf}, A^d) + \zeta \cdot \gamma_{вл}^\beta) \cdot \left( 1 - \left( \frac{C_{CH_4}}{C_{CH_4НМВ} + 9 \cdot \gamma_{вл}^\alpha} \right)^m \right)^{1/m},$$

де:  $m = 0,66512 - 0,12818(C_{CH_4} / (C_{CH_4НПВ} + 9 \cdot \gamma_{вл}^\alpha))$  — показник ступеня, значення якого визначається експериментально при  $\alpha = 2,34$ ;  $\zeta$  — коефіцієнт підвищення НМВ (у залежності від властивостей вугілля змінюється у межах від 0,357 до 0,755);  $\beta = 1,65$  — показник ступеня, значення якого підбирається експериментально;  $C_{CH_4НМВ} = 4$  об. % — НМВ

метану в сухому повітрі, %;  $\vartheta$  – коефіцієнт узгодження підвищення НМВ метану, значення якого дорівнює  $\vartheta = 0,009$ , %/(г/м<sup>3</sup>).

Розроблена модель знайшла підтвердження при проведенні експериментальних досліджень МакНДІ в умовах декількох шахт Донбасу. При цих дослідженнях отримано НМВ зваженому пилу пластів вугілля різної стадії метаморфізму при допустимих правилах безпеки концентраціях метану в гірничих виробках.

При аналізі залежностей, які отримані на основі наведеної формули встановлено, що наявність вологи у рудничному повітрі сприяє підвищенню межі вибуховості пилоповітряної суміші. При наявності метану у виробці межа вибуховості вугільного пилу знижується пропорційно його об'ємному вмісту в пилоповітряній суміші. За відсутності метану межа вибуховості зваженого пилу становить більше 40 г/м<sup>3</sup>, а за максимально несприятливих умов (висока концентрація метану  $C_{CH_4}=2$  об.%, вихід летючих газових компонентів  $V_c^{def}$  більше 41 %, низька зольність  $A_d$  менше 10 %) межа вибуховості вугільного пилу становить 3 г/м<sup>3</sup>.

Таким чином, при наявності інформації про властивості конкретних зразків вугільного пилу (вихід летючих, зольність, дисперсність) при його концентрації та вологості повітря рудничної атмосфери з метаном представляється можливим встановити її межу вибухової, що є початковими даними для створення вимірювача концентрації вугільного пилу в рудничній атмосфері вугільних шахт.

При оперативному вимірювальному контролі запилення рудничної атмосфери для системи аерогазового захисту вугільних шахт до вимірювачів концентрації пилу пред'являються такі вимоги:

- безперервність та повна автоматизація процесу вимірювання, дистанційна передача значень, наявність зворотного зв'язку;
- похибка вимірювань не повинна перевищувати  $\pm 10$  % від гранично-припустимою концентрації ( $C_{Cmax} = 3000$  мг/м<sup>3</sup>);
- мала інерційність, лінійність градувальної характеристики;
- наявність попереджувальної та аварійної сигналізації;
- автоматична періодична перевірка нуля;
- нечутливість до змін зовнішніх дестабілізуючих факторів, неінформативних параметрів вхідного сигналу, а також пристосованість до роботи в промислових умовах (вібростійкість, стійкість до високих температур, вологість та агресивне середовище);
- простота конструкції, дешевизна, портативність та висока експлуатаційна надійність;
- наявність пристрою і його робота не повинні вносити спотворень в результати вимірювання концентрації та дисперсний склад пилу.

Оскільки межа вибуховості пилогазової суміші у рудничній атмосфері вугільних шахт визначається комбінаціями концентрацій метану і пилу. Тому швидкодія вимірювача концентрації пилу повинна регламентуватися

часом спрацьовування стаціонарних метанометрів, значення якого визначається вимогами ДСТУ ГОСТ 24032:2009. Так максимальний час спрацьовування стаціонарних метанометров (МС2), які призначено для використання як засоби газового контролю і відключення гірничого електроустаткування, повинен складати не більше 0,8 с за об'ємною концентрацією метану. Тому швидкодія вимірювача концентрації пилу в рудничній атмосфері шахт повинна бути не більше вказаного значення.

### Література

1. Петрухин П.М. Дисперсность шахтной пыли и отбор проб. Борьба с силикозом / П.М. Петрухин, С.И. Смолякова, В.З. Смоляков. — М.: Недра, 1974. — 284 с.
2. Айруни А.Т. Взрывоопасность угольных шахт / А.Т. Айруни, Ф.С. Клебанов, О.В. Смирнов. — М.: Горное дело, 2011. — 264 с.
3. Вовна О.В. Комплексне врахування впливу компонент рудничної атмосфери при розрахунку нижньої концентраційної межі вибуховості вугільного пилу. / О.В. Вовна, А.А. Зорі, Р.І. Соломічев // Сборник тезисов докладов Первой всеукраинской научно-технической конференции «Современные тенденции развития приборостроения». — Луганск, 2012. — С. 272 – 273.

### Анотація

Обґрунтовано та розроблено вимог до вимірювальних каналів системи визначення меж вибуховості рудничної атмосфери. Визначено діапазони вимірювання концентрацій пилогазових компонент: метану від 0 до 4<sup>об.</sup>%, пилу від 0 до 3000 мг/м<sup>3</sup>, та в залежності від виходу летючих газових компонент з вугілля до (40 – 47) % і його зольності до 15 % при зміні вологовмісту в повітрі від 0 до 10 г/м<sup>3</sup>.

Ключові слова: вимірювання, концентрація, метан, вугільний пил, вологість.

### Аннотация

Обоснованы и разработаны требований к измерительным каналам системы определения границ взрывчатости рудничной атмосферы. Определены диапазоны измерения концентраций пылегазовых компонент: метана от 0 до 4<sup>об.</sup>%, пыли от 0 до 3000 мг/м<sup>3</sup>, и в зависимости от выхода летучих газовых компонент из угля до (40–47) % и его зольности до 15 % при изменении влагосодержания в воздухе от 0 до 10 г/м<sup>3</sup>.

Ключевые слова: измерения, концентрация, метан, угольная пыль, влажность.

### Abstract

Substantiated and developed requirements for the measurement channels of delimitation explosion miner atmosphere. The ranges of measuring the concentrations of dust-gas component: methane 0 - 4<sup>ob.</sup>%, dust 0 - 3000 mg/m<sup>3</sup>, depending on the output of volatile gaseous components from the coal (40–47) % and ash to 15 % changing the moisture content of the air from 0 to 10 g/m<sup>3</sup>.

Keywords: measuring, concentration, methane, coal dust, humidity.