

## ІНДИКАТОР РЕСПІРАТОРА З ХІМІЧНО ЗВ'ЯЗАНИМ КИСНЕМ ДЛЯ РОБОТИ У ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

*У статті показаний черговий крок вдосконалення засобів індивідуального захисту дихання для підвищення безпеки гірничорятувальників. Індикатор респілятора з хімічно зв'язаним киснем має більш високий рівень безпеки, що дозволяє його використовувати у вибухонебезпечному середовищі.*

*Індивідуальні засоби захисту, респіратор, апарат з хімічно зв'язаним киснем, індикатор відпрацювання регенеративного патрона*

**Проблема підвищення безпеки на вугільних шахтах.** Подальший розвиток шахт пов'язаний з проходженням очисних і підготовчих виробок на більш глибоких горизонтах, що призводить до збільшення вірогідності виникнення аварій та погіршення умов, у яких ведеться їх ліквідація. Тому велике значення має відповідність сучасним вимогам та умовам праці оснащення ДВГРС, зокрема респіраторів.

Виходячи із цього, у відділі засобів захисту дихання НДІГС „Респіратор” у 2012 р. був розроблений респіратор із хімічно зв'язаним киснем ДАХ. Метою його розробки було покращення експлуатаційних характеристик та підвищення рівня безпеки використання. Однією із складових частин респілятора, яка була вдосконалена, був індикатор відпрацювання регенеративного патрона.

**Аналіз досліджень.** У регенеративному патроні, що містить кисневмісний продукт, у сталому режимі (температура кисневмісного продукту 80-300°C) домінують на ступні реакції.



Енергія, яка виділяється в ході реакцій, йде на розігрів повітря, що надходить у регенеративний патрон, кисневмісного продукту, регенеративного патрона і через нього респілятора і навколишнього середовища. Частина її виноситься газовим потоком з регенеративного патрона в теплообмінник. Вимірюючи тепловий потік, що виноситься газовим потоком, і підсумовуючи його в часі можна контролювати ступінь відпрацювання регенеративного патрона.

Для реалізації цього створений індикатор відпрацювання регенеративного патрона, який складається з індикаторного пристрою, який оброблює сигнал, який надходить з датчика, що складається з двох зустрічно включених малоінерційних термочутливих елементів. Один з елементів встановлений у місці витікання газового струменя з патрона, другий – на невеликій відстані від першого, але ізольований від безпосереднього впливу на нього газового потоку. Отриманий різницевий сигнал підсилюється підсилювачем перемінної напруги і надходить на вхід перетворювача, що складається з інтегратора і тригера Шмітта, який перетворює напругу в частоту. Після перетворення пропорційний напрузі частотний сигнал надходить на вхід мікропроцесора, який обробляє отримані дані і керує індикаторним і сигналізуючим пристроями.

Живлення всієї схеми індикатора, включаючи індикатор світлодіодний через К12, забезпечується за допомогою кола «+» - «-», у тому числі контролеру DD1 через діод Шотки VD2 (рис. 1). При цьому діод VD1 перешкоджає розрядженню хімічних джерел живлення GB1 та GB2.

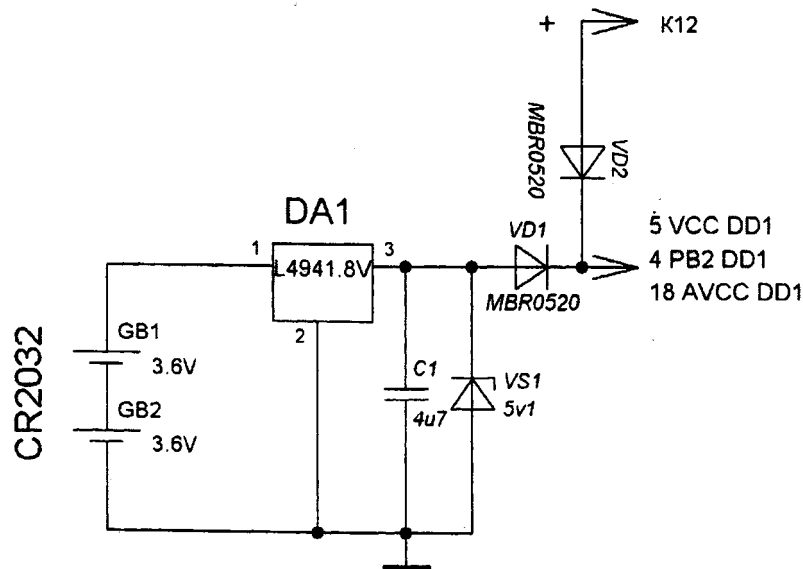


Рис. 1. Принципова схема живлення індикаторного пристрою

У якості джерела живлення використовуються чотири акумуляторних елемента, з'єднаних послідовно, та плата з іскрозахисними елементами, що обмежують струм короткого замкнення акумуляторів до іскробезпечних параметрів рівня Іа. Акумуляторні елементи та плата конструктивно залиті разом компаундом, що твердіє, з метою герметизації іскробезпечних кіл від проникнення вибухонебезпечної метано-повітряної суміші. Таке виконання джерела живлення дозволяє багаторазове використання елементів після підзарядки та дозволяє гарантувати заряд елемента живлення при використанні режиму «Stand by», коли пристрій постійно включений на зарядку в очікуванні використання. Залиття акумуляторних елементів надає можливість використання у вибухонебезпечному середовищі, яким насамперед характеризується гірничовидобувна промисловість.

Контролер індикатора містить додаткове автономне живлення, яке складається з двох послідовно включених Li-ion хімічних елементів живлення типу СК2032, підключених до входу стабілізатора напруги на рівні 5 В, позитивний вихід якого підключений до аноду розділового діоду УВ1, катод якого підключений до виводу живлення (VCC) контролера ВВ1 та деяких портів (PB2, AVCC), а також до катода діоду УВ2, анод якого підключений до позитивного полюсу «+» джерела живлення, який в свою чергу підключений до виводу К12 (живлення індикатора світлодіодного).

При зникненні основного живлення від джерела живлення (кола «+» - «-») живлення контролера DD1 не зникає, а забезпечується за допомогою елементів GB1, GB2 через стабілізатор напруги DA1 та діод Шотки VD1. При цьому живлення індикатора світлодіодного зникає за рахунок зустрічно включеного діоду VD2.

Таке виконання дає змогу забезпечити збереження показників відпрацювання патрону при тимчасовому розриві електричних кіл індикаторного пристрою або індикаторного пристрою та датчика, що значно підвищує безпеку використання апарата.

Пристрій для контролю відпрацювання регенеративного патрона в складі респіратора працює наступним чином.

При приєднанні індикаторного пристрою до роз'ємну термодатчика на табло індикатора з'являються цифри „88” та тричі засвічується та згасає червоний світлодіод. Після цього користувач короткочасним натисканням на кнопку установлює один з режимів індикатора (P2 для двогодинного патрона або P4 – для чотирьохгодинного).

Встановлений на виході з патрона термодатчик вимірює тепловий потік, електронна схема індикаторного пристрою перетворює його на імпульсні сигнали, які поступають на мікропроцесор. При досягненні визначеної кількості імпульсів (1-2 хвилини після натискання механізму пускового пристрою) на індикаторі загоряється позначка «ПУ», яка інформує користувача про те, що процес запуску регенеративного респіратору відбувся і можна приступати до роботи.

Під час відсутності потоку на вході підсилювача сигналу нема індикаторний пристрій не змінює свого стану. Низька інерційність елементів обумовлює також усунення похибки індикації, пов'язаної зі зміною навантаження, тому що зміна навантаження миттєво приводить до зміни амплітуди різницевого сигналу (хоча температура в залежності від ступеня відпрацювання патрона може продовжувати рости, чи не змінюватися або почати падати).

Зміна навантаження призводить до зміни легеневої вентиляції і пропорційній їй зміні об'ємної частки діоксиду вуглецю і вологи, які надходять до регенеративного патрона, що у зв'язку з інерційністю всіх інших параметрів приводить до пропорційної зміни енергії, яка виноситься газовим потоком у теплообмінник. Невелике збільшення тепловіддачі в навколишнє середовище, пов'язане зі збільшенням температури поверхні патрона у зв'язку зі збільшенням потужності реакції при збільшенні навантаження, автоматично компенсується зменшенням ефективності відпрацювання кисневмісного продукту зі збільшенням навантаження [1]. Лінійна залежність кількості імпульсів за один цикл дихання від амплітуди різницевого сигналу для різних частот дихання [2], підтверджує цей висновок.

У процесі дихання в мікропроцесорі накопичуються імпульси і при досягненні визначеної їх кількості відбувається переключення цифрової індикації запасу кисню, що залишився, від 100% до 0% із кроком 5% (дискретність відліку обрана виходячи з похибки вимірів). При досягненні певного ступеня відпрацювання регенеративного патрона (звичайно 75%, але може бути задана і інша величина) умикається переривчастий звуковий сигнал. Характерною особливістю цього індикатора є збереження показників відпрацювання регенеративного патрона навіть у випадках, коли переривається коло електричного живлення індикаторного пристрою або індикаторного пристрою та датчика.

Як показали приймальні випробування індикатора, максимальна похибка відпрацювання регенеративного патрона не перевищує 10%, а при індивідуальній настройці значно менша. В складі респіратора ДАХ при випробуваннях на стенді-імітаторі дихання абсолютна похибка індикації не перевищувала 10 хв (відносна 8%).

#### **Висновки.**

1. Індикатор відпрацювання регенеративного патрона оснащений новим елементом живлення та змінена електрична схема для можливості використання респіратора у вибухонебезпечному середовищі.

2. Контролер індикатора оснащений додатковим автономним елементом живлення, що при екстремальних умовах ліквідації аварій у вугільних шахтах запобігає обнулінню показника відпрацювання регенеративного патрону під час експлуатації, і таким чином підвищує безпеку використання респіратора.

#### **Список літератури**

1. Э.Г. Ильинский, Е.И. Конопелько, С.А. Лебедев. Обоснование испытаний дыхательных аппаратов с химически связанным кислородом при переменных нагрузках// Горноспасательное дело: Сб.научн.тр./НИИГД.-Донецк./1997 - с.73-78.

2. Е.И. Конопелько. Индикатор отработки регенеративного патрона респиратора с химически связанным кислородом// Науковий вісник УкрНДПБ №1(7), 2003, - с.126-130.