

УДК 550.83:621.3.038

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ШАХТНОГО ПОРТАТИВНОГО АНАЛІЗАТОРА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ІМПУЛЬСІВ «ШАИ-8»

Тіркель М. Г., Туманов В. В., Архипенко О. І., Хлюстов М. І.,
Савченко О. В., Молошникова Н. Б.
(УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк, Україна)

Приводится структурная схема аппаратуры «ШАИ-8» и характеристика ее отдельных узлов. Рассмотрены факторы, обеспечивающие искробезопасность аппаратуры на сверхкатегорийных шахтах по выбросам угля и газа.

Block schematic diagram and specification of spark-safe and explosion-proof equipment «ШАИ-8» for exploration in mines are given. Factors contributing to equipment intrinsic safety at sudden coal- and gas-outburst hazardous mines are considered.

Для сучасних шахт Донбасу, на яких глибина видобування перевищує 1000 м, підвищення безпеки та ефективності відпрацювання вугільних пластів в умовах потенційної можливості виникнення гео- і газодинамічних явищ (раптових викидів вугілля і газу, гірських ударів, обвалень основної покрівлі та ін.) являється актуальним [1].

Проява газодинамічних явищ залежить від зон підвищеного гірського тиску. При динамічних змінах напруженого стану вуглепородного масиву відбуваються варіації природного імпульсного електромагнітного поля (ПЕМП). Використання цього методу ґрунтується на наступних положеннях: підвищені значення щільності потоку ПЕМП обумовлені високою напругою порід, а знижені - розривними порушеннями, інтенсивною тріщинуватістю чи обводненням порід. Зростання щільності потоку ПЕМП

відзначається в гірських виробках, що випробують деформації, на ділянках викидів вугілля, породи і газу, вивалів порід [2].

На основі методу ПЕМП для вирішення завдань прогнозу геодинамічних явищ і вивчення напружено-деформованого стану гірських порід у польових умовах і на некатегорійних шахтах використовувалися різні типи приладів: радіохвильові індикатори напружено-деформованого стану «РВИНДС», «РВИНДС-ПМ», «АПОГЕЙ», «ДЕМОН», мікропроцесорний індикатор спонтанного імпульсного електромагнітного випромінювання «СИМЕИЗ». Із закордонних аналогів слід зазначити такі апаратурні розробки як «Катюша-5» і «Ангел» [3, 4]. Вказана апаратура для реєстрації імпульсного електромагнітного поля чи створена на застарілій елементній базі, чи не пристосована до шахтних умов. Створення нового устаткування для забезпечення безпечного і стабільного видобування вугілля на небезпечних за проявом газодинамічних явищ вугільних пластах являється актуальним та має соціальне і економічне значення.

В 2007 році в УкрНДМІ НАН України виконані конструктивні розробки апаратури шахтного портативного аналізатора електромагнітних імпульсів «ШАИ-8», а у 2010 році в рамках інноваційного проекту виконана розробка експериментального зразка цієї апаратури [5, 6].

При розробці апаратури «ШАИ-8» особливу увагу було приділено забезпеченню вибухозахисту, оскільки вона повинна відповідати вимогам нормативно-правових актів України з охорони праці та промислової безпеки для можливості проведення досліджень в підземних виробках вугільних шахт, у тому числі небезпечних щодо газу (метану) та (або) вугільного пилу а також раптових викидів, згідно з Правилами безпеки у вугільних шахтах НПАО 10.0-1.01-10.

Іскробезпека електричних ланцюгів апаратури «ШАИ-8» забезпечується застосуванням спеціальних модулів іскрозахисту, що обмежують струми і напругу ланцюгів до іскробезпечних значень згідно с вимогами п. 1.5 ГОСТ 22782.5.

Рівень вибухозахисту апаратури «Рудничное особо взрывозащищенное электрооборудование» реалізований шляхом застосування виду вибухозахисту «искробезопасная электрическая

цепь» [7]. Безпечні властивості апаратури забезпечувалися спеціальними технічними рішеннями із застосуванням дублюючих систем захисту первинного джерела живлення за гранично допустимому струму і введенням в ланцюг зворотного зв'язку сигналу контролю аварійної зміни величини живлячої напруги. Блоки, що мають підвищену напругу живлення, оснащені додатковими ланцюгами гальванічної розв'язки. Таке рішення вимагає застосування декількох мікроконтролерів для функціонування окремих вузлів. Обмін командами і даними між різними вузлами аналізатора відбувається також через ланцюги, що мають гальванічну розв'язку.

В процесі розробки «ШАИ-8» було знайдено рішення, яке задовольняє вимогам безпечної експлуатації в умовах вугільних шахт і отримання припустимих характеристик вимірювальних каналів та схем попередньої обробки досліджуваних сигналів.

Склад вузлів апаратури «ШАИ-8» і їх взаємодію показано на рис. 1.

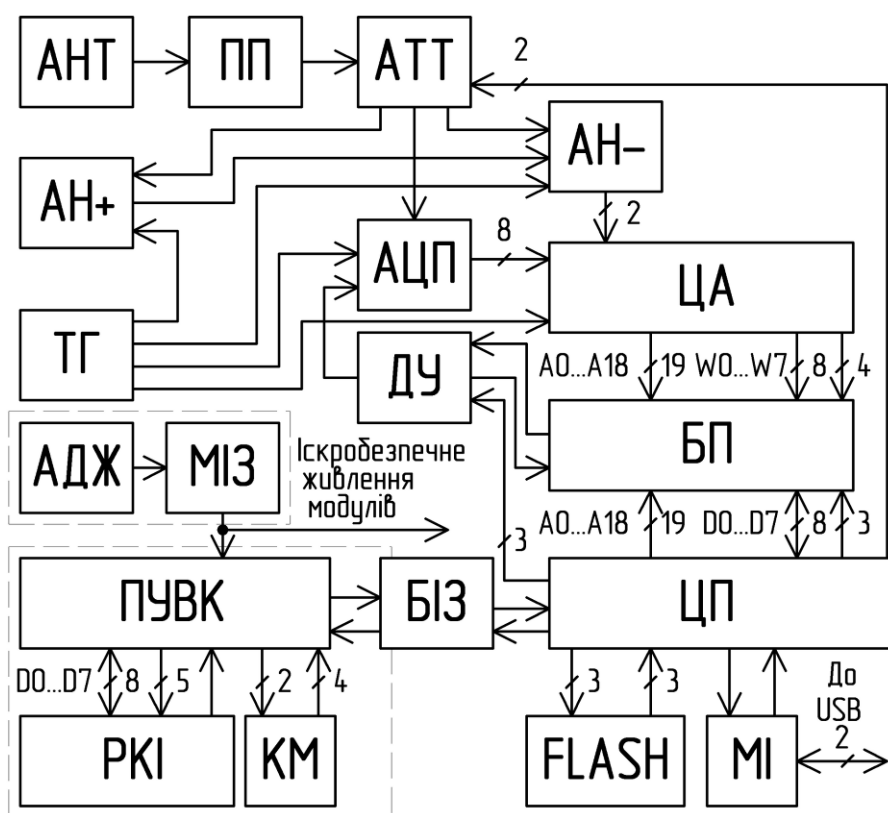


Рис. 1. Структурна схема апаратури «ШАИ-8»

Умовні позначення на структурній схемі апаратури:

АНТ – антена виносна феритова (може застосовуватися різних типів – феритова, рамкова і т.д.);

ПП – підсилювач попередній (призначений для посилення вхідного сигналу до рівня, достатнього для подальшої обробки);

АТТ – аттенюатор (призначений для попереднього масштабування вхідного сигналу до рівня обробки АЦП);

АН+ – блок аналізу наявності вхідного імпульсу позитивної полярності (аналізує вхідні імпульси і встановлює сигнал готовності за наявності вхідного імпульсу позитивної полярності);

АН – – блок аналізу наявності вхідного імпульсу негативної полярності (аналізує вхідні імпульси і встановлює сигнал готовності за наявності вхідного імпульсу негативної полярності);

АЦП – аналого-цифровий перетворювач (перетворювач рівня вхідного аналогового сигналу в цифрове уявлення для подальшої обробки);

ТГ – генератор тактових імпульсів (формує сукупність імпульсів);

ЦА – цифровий аналізатор (призначений для формування сигналів управління пристроєм, що запам'ятовує, за наявності сигналів готовності від аналогових аналізаторів вхідних імпульсів позитивної і негативної полярності);

ДУ – драйвер управління (призначений для управління процесом запису вихідного сигналу АЦП в блок пам'яті);

БП – блок оперативної швидкодіючої пам'яті (призначений для накопичення інформації про амплітудних значення вхідних імпульсів різної полярності);

ЦП – центральний процесор (призначений для загального управління процесами вимірювання, аналізу і накопичення інформації);

FLASH – незалежна пам'ять (призначена для накопичення і тривалого зберігання результатів вимірювань);

ПУВК – пристрій управління засобами візуалізації і клавіатури (призначено для управління засобами візуалізації і інтерактивної взаємодії оператора з приладом);

БЗ – бар'єр іскрозахистний (призначений для взаємодії між центральним процесором і пристроєм управління засобами візуа-

лізації і клавіатури);

РКІ – пристрій візуалізації (призначен для відображення процесу вимірювання, графічного і цифрового представлення результатів вимірювань і візуальної інтерактивної взаємодії оператора з приладом);

КМ – клавіатура (призначена для управління процесом вимірювання і інтерактивної взаємодії оператора з приладом);

АДЖ – акумуляторне джерело живлення;

МІЗ – модуль іскрозахисту (призначений для вирішення завдань іскрозахисту);

МІ – модуль інтерфейсний (призначений для зв'язку з обробляючим комп'ютером).

Аналого-цифровий перетворювач проводить перетворення вхідного сигналу протягом всього часу одиничного вимірювання, але з випадковим надходження електромагнітних імпульсів можливість використання безперервного запису всієї сукупності перетвореного сигналу не представляється можливим з величезного об'єму інформації, необхідної для подальшого аналізу. Ресурси пам'яті і вживаних сучасних мікроконтролерів не дозволяють застосовувати такий спосіб аналізу потоку інформації, що поступає. Для вирішення вказаної проблеми застосовано схемотехніка рішення аналізу тільки імпульсів, що перевищують по амплітуді власний рівень шумів апаратури і вимірювання тільки амплітудного значення імпульсу. Це дозволяє отримати компромісне рішення між швидкостями мікроконтролерів, об'ємами використуваної пам'яті і складністю рішення схемотехніки.

Схемотехніка цифрової частини автомата реєстрації і накопичення інформації про імпульси, що поступили, є синхронною схемою визначення наявності імпульсу, формування сигналів дозволу швидкодіючій пам'яті і запис амплітудного значення вхідного імпульсу в пам'ять. Частота аналого-цифрового перетворювача вибрана так, щоб за час тривалості одного імпульсу проводилося не меншого 20 – 25 вибірок поточного значення вхідної напруги. Це дозволяє понизити до мінімуму помилку миттєвого перетворення і, як наслідок, отримати достовірну інформацію про амплітудні розподіли вхідних імпульсів і середній розподіл щільності вхідного потоку.

Основні параметри апаратури «ШАИ-8» встановлюються в інтерактивному режимі в меню параметрів. Останні налаштування зберігаються в енергонезалежній пам'яті та можуть бути використані в подальшому. Необхідність зміни поточних параметрів може виникнути зі зміною умов вимірювання. Для контролю та подальшого використання всі необхідні значення режимів вимірювання зберігаються разом з даними в поточному файлі.

В ході проведення вимірювання в оперативній пам'яті апаратури «ШАИ-8» послідовно зберігаються амплітудні значення вхідних імпульсів. Після закінчення вимірювання проводиться амплітудне сортування для отримання енергетичного розподілу зареєстрованих вхідних імпульсів з метою збереження та наступного аналізу. Для оперативного контролю результати вимірювань надаються оператору в графічному вигляді.

Для виготовлення корпусу блоку вимірника були застосовані міцні алюмінієві профілі фірми «ВОРЛА» [8], які мають високу механічну міцність, внутрішні направляючі, що сприяє спрощенню монтажу друкарських плат усередині корпусу, а також хорошими властивостями електромагнітної екранізації, що забезпечують високі захисні функції.

Використовуючи два типорозміри профілів АВР 1600 і АВР 1680 з кришками, відповідно АВД 1600 і АВД 1680, був розроблений універсальний ергономічний корпус.

Конструктивно корпус апаратури складається з двох профілів сполучених між собою кришками. Торці корпусу закриті кришками, які кріпляться гвинтами. Одна з кришок є панеллю управління, на якій змонтований модуль управління і індикації з рідкокристалічним індикатором ВG12864К фірми Volymín, закритий склом і кнопки управління.

Основні технічні характеристики апаратури:

- Рівень і вид вибухозахисту «РО», «Ia X», «IP54»;
- Число вимірювальних каналів - 1;
- Число ступенів підсилення - 256;
- Час вимірювання, с - 10, 20, 40, 60, 120, 180;
- Режими виміру - одиночний, циклічно - безперервний;
- Тип енергонезалежній пам'яті - SD-карта;

Габарити складових частин апаратури, мм:

- Блок вимірювальний - 210×175×90;
- Антена виносна - 280×35×35;
- Зарядний пристрій - 160×100×98;

Маса складових частин апаратури, кг:

- Блок вимірювальний - 2,1;
- Антена виносна - 0,9;
- Зарядний пристрій - 2,3.

Зовнішній вигляд шахтного портативного аналізатора «ШАИ-8» зображений на рис. 2.



Рис. 2. Зовнішній вигляд апаратури «ШАИ-8»

Висновок. Розроблений експериментальний зразок ШАИ-8 виконано в вибухобезпечному варіанті на сучасній елементній базі, являється портативним, дозволяє проводити вимірювання електромагнітного випромінювання в польових і шахтних умовах для вивчення напружено-деформованого стану гірських порід, виявлення розривних порушень і може бути впроваджений для рішення завдань безпеки та підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів на об'єктах Мінвуглепрому України та геолого-розвідувальними і науково-виробничими організаціями гірничого профілю.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. СОУ 10.1.00174088.011-2005. Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ: Прийнято та надано чинності: наказ Мінвуглепрому від 30.12.2005 р. № 145 – Вид. офіц. – К.: Мінвуглепром України, 2005. – 225 с.
2. Некоторые результаты применения метода наблюдения ЕИ-ЭМПЗ в подземных сооружениях (в выработках шахт, метро, тоннелях) / И.С. Белый, М.М. Довбнич, Г.П. Кузина, Г.М. Стывас // Горная геология, геомеханика и маркшейдерия: сб. науч. докл. -Донецк: УкрНИМИ НАН Украины, 2004. – С. 161 – 164.
3. Малышков, Ю.П. Многоканальная станция «Катюша - 5» и результаты ее полевых испытаний в Байкальском регионе / Ю.П.Малышков, С.Г.Шталин, Ю.Б. Башкуев и др. // Материалы региональной научно-методической конференции. - Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2000. - С. 82 – 84.
4. Комплекс шахтной автоматизированной аппаратуры «Ангел» [Электронный ресурс] / ВНИМИ. - Режим доступа: <http://www.geoget.com/node./80/> Опубликовано olga в Втр, 11/20/2007 - 16:13.- Загл. с экрана.
5. Дослідження генерації фізичних полів і екологічних змін у техногенно-геологічних системах вугленосних формацій з використанням інформаційних технологій: Звіт про НДР (заключ.) / УкрНДМІ; Керівник Тіркель М.Г. - 9КП/07; № ДР 0107U0024189 - Донецьк, 2007. - 239 с.
6. Розробка шахтного портативного аналізатору електромагнітних імпульсів для виявлення ділянок вуглепородного масиву, потенційно небезпечних за газодинамічними явищами: Звіт про НДР (заключ.) / УкрНДМІ; Керівник Тіркель М.Г. – ІНТП/10; № ДР 0110U000953 - Донецьк, 2010. - 277 с.
7. ГОСТ 22782.5-78 ССБТ. Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь». Технические требования и методы испытаний. [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1978.
8. Фірма BOPLA [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.bopla.de/rus/> – 15.10.2008 р. Загл. з екрану.