

EDN: **VCDHVM**

УДК 622.412:622.817

А. В. ШАТИЛЮК, В. Н. МЕДВЕДЕВФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОВОГО МОНИТОРИНГА НА ШАХТЕ «ГОРНЯК-95»

Аннотация. Материал, изложенный в данной работе, посвящен обеспечению безопасности труда по газовому фактору на шахте «Горняк-95» путем повышения эффективности газового мониторинга. На шахте «Горняк-95» эксплуатируются стационарные средства контроля шахтной атмосферы – анализаторы АТ1-1, АТ3-1, которые предназначены для непрерывного местного и централизованного контроля метана, выдачи сигнала на автоматическое отключение электроэнергии контролируемого объекта при достижении предельно допустимой объемной доли метана. На основании проведенных исследований были разработаны предложения, которые способствуют повышению надежности используемой аппаратуры за счет резервирования, т. к. путем введения в систему избыточности можно кардинально снизить вероятность отказов технических устройств. Кроме того, было рекомендовано применение специального устройства, предотвращающего несанкционированное вмешательство в работу аппаратуры (УПНВ), которое минимизирует риск возникновения неблагоприятной обстановки по причине вмешательства персонала в работу аппаратуры.

Ключевые слова: автоматический газовый контроль, шахта, стационарный метанометр, надежность, аппаратура.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Происшедшие в угольных шахтах аварии свидетельствуют о недостатках в области газового мониторинга. Поэтому решаемая в работе задача повышения эффективности газового мониторинга на примере предприятия «Горняк-95» является актуальной и имеет большое социальное значение.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Детальный анализ литературных источников [1, 2, 4, 5, 7] показывает, что недостаточная надежность используемых на шахтах технических средств контроля метана в первую очередь обусловлена применением физически и морально устаревших типов средств, которые выработали свой ресурс [3]. Рассматриваемые анализаторы отличаются техническими возможностями, однако имеют один общий недостаток – сигнал на отключение электроэнергии может быть легко блокирован достаточно простыми приемами. При совершенствовании анализаторов метана АТ1-1 и АТ3-1 проблема была в определенной мере решена [8], однако случаи несанкционированного вмешательства в работу средств АГК в настоящее время продолжают наблюдаться (заливка газодиффузионного фильтра водой, заворачивание датчиков метана в мокрую одежду и т. п.).

ЦЕЛЬ

Разработать предложения по повышению эффективности газового мониторинга на шахте «Горняк-95».



ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

На основании проведенных исследований [8], в качестве средства защиты от несанкционированного вмешательства в работу аппаратуры предлагается применить устройство для предотвращения несанкционированного вмешательства в работу анализатора метана (УПНВ) [6], состоящего из шифратора, дешифратора сигналов, а также формирователя сигналов об открытии аппарата сигнализации (АС).

Шифратор и дешифратор предназначены для замены в преобразователе параметров измерительном (ППИ), малоэффективного способа передачи информации сигналами постоянного тока с полярной модуляцией на способ, предусматривающий применение импульсно-кодовой модуляции, имитация которого в горных выработках практически невозможна. Защитный вариант метанометра иллюстрируется блок-схемой на рисунке.

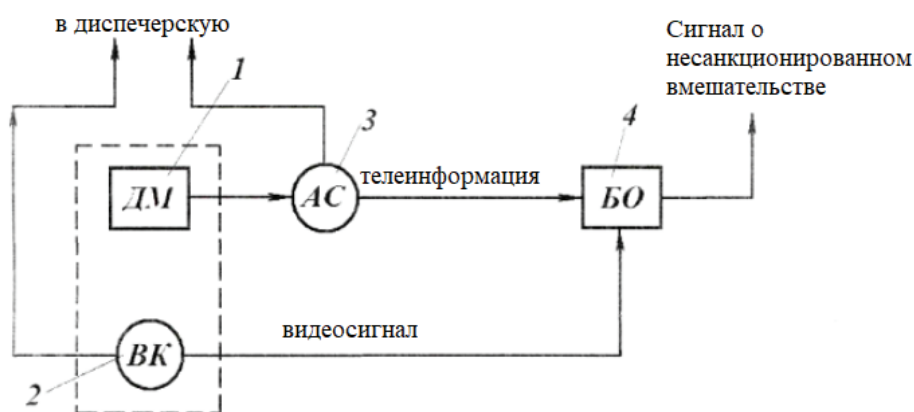


Рисунок – Блок-схема УПНВ: 1 – датчик метана; 2 – видеокамера; 3 – аппарат сигнализации; 4 – блок обработки.

Информация с датчика метана ДМ (1) непрерывно поступает на аппарат сигнализации АС (3), с которого в виде телеинформации передается в диспетчерский пункт и в блок обработки БО (4). Совместно с датчиком метана ДМ устанавливается видеокамера ВК (2), которая параллельно ведет запись в виде видеoinформации об окружающем пространстве, что также передается в диспетчерскую и БО. Если происходит блокировка доступа рудничного воздуха к измерительному элементу датчика ДМ, то в этом случае видеокамера ВК реагирует на нарушение видимости, изменяются параметры видеосигнала и в блоке обработки БО формируется сигнал тревоги о «несанкционированном вмешательстве», поступающий на диспетчерский пункт.

В качестве средства повышения надежности функционирования газоанализатора применяется резервирование [7]. В системе АГК рекомендуется применить «горячее» резервирование элементов аппаратуры. В этом случае резервный элемент находится во включенном состоянии, а при отказе основного элемента резервный вводится в работу автоматически, обеспечивая выполнение функций основного элемента, при условии постоянной подачи напряжения и размещении датчиков метана в непосредственной близости друг от друга. Также важно отметить, что о резервировании можно говорить, только для тех элементов, которые являются «групповыми», т. е. к аппарату сигнализации АС.8 можно подключить только один датчик метана и один ППИ; к АС.7 можно подключить – два ППИ, а к АС.9 – три ППИ.

К достоинствам «горячего» резервирования можно отнести то, что: значительно увеличивается вероятность безотказной работы системы; не требуется обнаружение неисправного элемента и переключение на резервный; подавляются все сбои.

ВЫВОДЫ

1. Получил дальнейшее развитие метод предотвращения несанкционированного вмешательства в работу стационарной метанометрической техники, отличающийся использованием дистанционного видеонаблюдения за размещением составных частей метанометров в горных выработках, что позволяет оперативно обнаруживать факты вмешательства в работу шахтных газоанализаторов.

2. Обоснована целесообразность горячего резервирования стационарной метанометрической техники, длительно эксплуатируемой в горных выработках угольных шахт, что является основой для повышения надежности газового мониторинга при использовании метанометров, отработавших нормативный срок службы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. НПАОТ 10.0-1.01-16. Правила безопасности в угольных шахтах : официальное издание : утверждено Совместным приказом Государственного Комитета горного и технического надзора ДНР и Министерства угля и энергетики ДНР от 18 апреля 2016 г. № 36/208 : введены в действие 2016-07-22. – ДНР, 2017. – 230 с. – Текст : непосредственный.
2. Yu, H. Environmental hazards posed by mine dust, and monitoring method of mine dust pollution using remote sensing technologies: An overview / H. Yu, I. Zahidi. – Текст : непосредственный // Science of The Total Environment. – 2023. – Volume 864. – P. 161135.
3. Медведев, В. Н. Оценка технического состояния шахтных метанометров / В. Н. Медведев, С. Н. Теребило, А. Л. Скляр. – Текст : непосредственный // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах : сборник научных трудов МакНИИ. – 2018. – № 1(40) – С. 20–28.
4. Huang, C. Surface deformation monitoring in coal mine area based on PSI / C. Huang, H. Xia, J. Hu. – Текст : непосредственный // IEEE Access. – 2019. – Volume 7. – P. 29672–29678.
5. Towards atmospheric monitoring data analysis in underground coal mines / J. C. Diaz, G. A. Zach, S. Schafrik [et al.]. – Текст : непосредственный // Mine Ventilation. – 2021. – 1st Edition. – CRC Press. – P. 498–506.
6. Патент № 2526033 Российская Федерация, E21F 7/00. Способ аэрогазового контроля (АГК) атмосферы 10 угольных шахт : № 2013114143/03 : заявл. 29.03.2013 : опубл. 28.08.2014 / Е. Ф. Карпов, С. М. Миронов, А. А. Сучков [и др.] ; патентообладатель Е. Ф. Карпов, С. М. Миронов, А. А. Сучков [и др.]. – 8 с. – Текст : непосредственный.
7. Qiu, Q. Optimal stopping problems for mission oriented systems considering time redundancy / Q. Qiu. – Текст : непосредственный // Reliability Engineering & System Safety. – 2021. – Volume 205. – P. 107226.
8. Приходько, В. М. Предотвращение несанкционированного вмешательства в работу аппаратуры автоматического контроля метана / В. М. Приходько, В. Н. Медведев, Е. В. Беляева. – Текст : непосредственный // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах : сборник научных трудов МакНИИ. – Макеевка, 1998. – С. 67–68.

Получена 15.03.2023

Принята 21.04.2023

А. В. ШАТИЛЮК, В. М. МЕДВЕДЕВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОВОГО МОНІТОРИНГУ НА ШАХТІ «ГІРНИК – 95»

ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», м. Макіївка,
ДНР, Російська Федерація

Анотація. Матеріал, викладений в даній роботі присвячений забезпеченню безпеки праці по газовому фактору на шахті «Гірник-95» шляхом підвищення ефективності газового моніторингу. На шахті «Гірник-95» експлуатуються стаціонарні засоби контролю шахтної атмосфери – аналізатори АТ1-1, АТ3-1, які призначені для безперервного місцевого і централізованого контролю метану, видачі сигналу на автоматичне відключення електричної енергії контрольованого об'єкта при досягненні гранично допустимої об'ємної частки метану. На підставі проведених досліджень були розроблені пропозиції, які сприяють підвищенню надійності використовуваної апаратури за рахунок резервування, тому що шляхом введення в систему надмірності можна кардинально знизити ймовірність відмов технічних пристроїв. Крім того, було рекомендовано застосування спеціального пристрою, що спроможний запобігти несанкціонованого втручання в роботу апаратури (УПНВ) і мінімізувати ризик виникнення несприятливої обстановки через втручання персоналу в роботу апаратури.

Ключові слова: автоматичний газовий контроль, шахта, стаціонарний метанометр, надійність, апаратура.

ANNA SHATILYUK, VALERYI MEDVEDEV
IMPROVING THE EFFICIENCY OF GAS MONITORING AT THE
«GORNYAK-95» MINE

FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Makeyevka, DPR, Russian Federation

Abstract. The material presented in this paper is devoted to ensuring the safety of work on the gas factor at the «Gornyak – 95» mine by increasing the efficiency of gas monitoring. At the «Gornyak – 95» mine, stationary means of monitoring the mine atmosphere are operated – AT1-1, AT3-1 analyzers, which are designed for continuous local and centralized control of methane, issuing a signal to automatically turn off the electrical energy of the controlled object when the maximum permissible volume fraction of methane is reached. Based on the conducted research, proposals have been developed that contribute to improving the reliability of the equipment used due to redundancy, since by introducing redundancy into the system, the probability of failures of technical devices can be drastically reduced. In addition, it was recommended to use a special device that prevents unauthorized interference in the operation of the equipment (DPU), which minimizes the risk of an unfavorable situation due to personnel interference in the operation of the equipment.

Keywords: automatic gas control, mine, stationary methanometer, reliability, equipment.

Шатилюк Анна Викторовна – магистрант кафедры техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация. Научные интересы: методы повышения эффективности газового мониторинга.

Медведев Валерий Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация; старший научный сотрудник; член-корреспондент Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ). Научные интересы: решение теоретических и прикладных задач мониторинга рудничной атмосферы.

Шатилюк Ганна Вікторівна – магістрант кафедри техносферної безпеки ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація. Наукові інтереси: методи підвищення ефективності газового моніторингу.

Медведєв Валерій Миколайович – доктор технічних наук, професор кафедри техносферної безпеки ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація; старший науковий співробітник; член-кореспондент Міжнародної академії наук екології та безпеки життєдіяльності (МАНЕБ). Наукові інтереси: вирішення теоретичних і прикладних задач моніторингу рудничної атмосфери.

Shatilyuk Anna – master's student, Technosphere Safety Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Makeyevka, DPR, Russian Federation. Scientific interests: methods of improving the efficiency of gas monitoring.

Medvedev Valeryi – D. Sc. (Eng), Professor, Technosphere Safety Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Makeyevka, DPR, Russian Federation; Senior Researcher; Corresponding Member of the International Academy of Environmental Sciences and Life Safety (MANEB). Scientific interests: solving theoretical and applied problems of mine atmosphere monitoring.