

О применении индивидуальных газоанализаторов в шахте

А.В. Новиков✉, К.В. Паневников, И.В. Писарев

ООО Научно-производственная фирма «Гранч», г. Новосибирск, Российская Федерация

✉info@granch.ru

Резюме: Статья посвящена вопросам обеспечения аэрологической безопасности в угольных шахтах. Показано, что задача решается в основном за счет применения системы аэрогазового контроля, работа которой строится на использовании стационарных средств измерений. В дополнение к стационарным средствам контроля состава рудничной атмосферы расширяется применение переносных газоанализаторов. Среди этой группы средств измерений интерес представляет сигнализатор метана, встроенный в головной светильник шахтера, необходимость обеспечения шахтеров которым регламентируется нормативными документами. Формулирование требований по обязательному применению сигнализаторов не содержит указаний о порядке сохранения данных измерений в системе аэрогазового контроля. В настоящей работе предложено вместо сигнализатора использовать встроенный газоанализатор метана. Изложен метод сканирующего газового анализа, позволяющий передавать данные измерений по мере перемещения человека со светильником в горных выработках с представлением координат мест и времени измерений. Дано описание сканирующего газового контроля.

Ключевые слова: шахта, безопасность, метан, переносной газоанализатор, встроенный сигнализатор метана, головной светильник, сканирующий газовый контроль

Для цитирования: Новиков А.В., Паневников К.В., Писарев И.В. О применении индивидуальных газоанализаторов в шахте. *Горная промышленность*. 2020;(2):00–00. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-2-00-00.

Application of Individual Gas Analyzers in Underground Mines

A.V. Novikov✉, K.V. Panevnikov, I.V. Pisarev

LLC Scientific and Production Firm «Granch», Novosibirsk, Russian Federation

✉info@granch.ru

Abstract: The article discusses the issues of ensuring aerological safety in coal mines. This task is shown to be solved mainly through application of the aerogas control system, which operation is based on using fixed measuring devices. In addition to the fixed tools to monitor the mine air composition, the use of portable gas analyzers is also expanding. Among this group of measuring instruments, a methane detector built into the miner's cap lamp, which use is required by regulations, is of interest. The requirements for the obligatory use of alarm devices do not contain any instructions regarding the procedure of saving the measurement data in the air-gas control system. This paper suggests using the built-in methane gas analyser instead of the alarm device. The method of scanning gas analysis is described, which allows transmitting measurement data along with the location coordinates and time of measurement as the person wearing such a cap lamp moves inside the mine workings. A description of the scanning gas control system is provided.

Keywords: underground mine, safety, methane, portable gas analyser, integrated methane detector, cap light, scanning gas control system

For citation: Novikov A.V., Panevnikov K.V., Pisarev I.V. Application of Individual Gas Analyzers in Underground Mines. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2020;(2):00–00. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2020-2-00-00.

Введение

Система аэрогазового контроля (система АГК) в угольной шахте предназначена, как составная часть МФСБ, для обеспечения аэрологической безопасности¹.

Порядок организации непрерывного автоматического контроля за параметрами рудничной атмосферы в горных выработках установлен в Положении об аэрогазовом контроле в угольных шахтах². Для построения системы АГК используются стационарные технические средства, включая средства контроля – средства измерений (СИ).

В дополнение к системе АГК для контроля состава рудничной атмосферы используются переносные индивидуальные и групповые газоанализаторы³. Эта категория СИ получает в последнее время распространение – по количеству измеряемых параметров, по метрологическим характеристикам и пр. Наряду с развитием материальной базы совершенствуется и нормативно-правовое обеспечение по данной тематике – принимаются новые федеральные нормы и правила, совершенствуются действующие⁴. Вместе с тем переносные, то есть мобильные, газоанализаторы заслуживают большего внимания с точки зрения формулирования требований к их применению в угольных шахтах – для повышения достоверности оперативных данных о состоянии рудничной атмосферы.

В настоящей работе высказаны некоторые предложения по порядку применения переносных (мобильных) газоанализаторов с функцией сигнализации и показан пример практического применения газоанализаторов, встроенных в головные светильники.

О применении сигнализаторов метана, встроенных в головные светильники

Требование по контролю состояния рудничной атмосферы в газовых по метану шахтах с помощью сигнализаторов метана, совмещенных с головными светильниками, содержится в Правилах безопасности в угольных шахтах⁵, где также говорится, что «сигнализаторы метана, встроенные в шахтные головные светильники, должны сигнализировать о превышении концентрации метана в рудничной атмосфере более 2%». Можно считать, что в данном случае ставится задача «контролировать состояние рудничной атмосферы» с помощью именно сигнализаторов метана – отдельно от

газоанализаторов (стационарных и переносных) или в дополнение к ним.

Важно понять, насколько такое возможно.

В Инструкции по контролю состава рудничного воздуха, определению газообильности и установлению категорий шахт по метану и/или диоксиду углерода⁶ при изложении вопроса о применении групповых газоанализаторов указывается, что «в выработках с исходящей струей рудничного воздуха и на электровозах контроль концентрации метана групповыми приборами не проводится при наличии у рабочих, работающих в указанных выработках, и у машиниста электровоза индивидуальных сигнализаторов метана, совмещенных с головным светильником, или индивидуальных приборов контроля концентрации метана». Из этого следует, что сигнализаторы метана, совмещенные с головными светильниками, в ряде случаев служат заменой переносным (групповым или индивидуальным) метанометрам. Но в обоих случаях данными измерений такими средствами способны воспользоваться либо один человек (для индивидуальных средств измерений), либо группа (для групповых). Актуальным остается вопрос оперативной (режим реального времени) доставки данных измерений с «привязкой» к координатам местоположения в шахте (с учетом времени) на пульт горного диспетчера и/или сохранение в системе АГК.

О сканирующем газовом контроле

1. *Введение в сущность метода.* Сигнализаторы метана, встроенные в головные светильники, по сравнению со стационарными газоанализаторами характеризуются рядом отличительных свойств, среди которых на первом месте – мобильность, благодаря постоянному нахождению с горняком (на шахтерской каске). Второе не менее важное качество состоит в том, что с помощью такого мобильного сигнализатора становятся доступными многие участки горных выработок или выработки в целом, атмосфера которых остается «невидимой» для стационарных датчиков метана системы АГК. Сигнализаторы же «передвигаются» в горных выработках вместе с головными светильниками, то есть с персоналом, будучи непрерывно в рабочем режиме, и определенным образом сканируют (анализируют) шахтную атмосферу на наличие метана по маршруту движения и на рабочем месте каждого горняка [1]. Поэтому очень важно результаты работы сигнализаторов, то есть измерений, выполняемых датчиком метана, «наложить» на схему горных выработок шахты – зафиксировать координаты мест замеров с учетом их времени [2; 3]. Следующим важным фактором является обеспечение возможности передачи сигнала о превышении порогового уровня по объемной доле метана на рабочее место (АРМ) оператора АГК и/или на пульт горного диспетчера в режиме реального времени, с «привязкой» к координатам мест замеров. Сочетание приведенных факторов (свойств) должно способствовать достижению оперативности в оценке состояния рудничной атмосферы.

Еще больший эффект может быть получен, если вместо сигнализатора применить встроенный газоанализатор, обеспечивающий передачу на верхний уровень данных газоанализа в количественном выражении.

2. *О практическом применении.* Одним из условий обеспечения эффективности метода сканирования руднич-

1 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Серия 05. Вып. 40. М.: ЗАО «НТЦ ПБ»; 2014. 200 с.

2 Положение об аэрогазовом контроле в угольных шахтах. Серия 05. Вып. 23. М.: ЗАО «НТЦ ПБ»; 2012. 110 с.

3 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Серия 05. Вып. 40. М.: ЗАО «НТЦ ПБ»; 2014. 200 с.

4 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по контролю состава рудничного воздуха, определению газообильности и установлению категорий шахт по метану и/или диоксиду углерода». Серия 05. Вып. 34. М.: ЗАО «НТЦ ПБ»; 2019. 64 с.; Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по разгазированию горных выработок, расследованию, учету и предупреждению загазований» Серия 05. Вып. 31. М.: ЗАО «НТЦ ПБ»; 2019. 28 с.; Приказ Ростехнадзора от 31.10.2016 № 450 «О внесении изменений в некоторые приказы Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, устанавливающие требования в области промышленной безопасности при добыче угля подземным способом» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 29.11.2016 № 44482); Приказ Ростехнадзора от 08.08.2017 № 303 «О внесении изменений в некоторые приказы Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, устанавливающие требования в области промышленной безопасности при добыче угля подземным способом» «Зарегистрировано в Минюсте РФ 31.08.2017 № 48046»; Приказ Ростехнадзора от 25.09.2018 № 459 «О внесении изменений в отдельные федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности, устанавливающие требования при добыче угля подземным способом» (Зарегистрировано в Минюсте России 17.10.2018 № 52445).

5 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Серия 05. Вып. 40. М.: ЗАО «НТЦ ПБ»; 2014. 200 с.

6 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по контролю состава рудничного воздуха, определению газообильности и установлению категорий шахт по метану и/или диоксиду углерода». Серия 05. Вып. 34. М.: ЗАО «НТЦ ПБ»; 2019. 64 с.



Рис. 1
Устройство со встроенным газоанализатором метана:
1 – установка датчиков газов в фаре

Fig. 1
Device with built-in methane gas analyser:
1 – Installation of the gas sensors inside a headlight

ной атмосферы является наличие подземной инфраструктуры связи – для приема измерительной информации и передачи её на верхний уровень – на пульт горного диспетчера или непосредственно в систему АГК. Для этих целей приемлемым вариантом является применение, например, соответствующей инфраструктуры системы позиционирования персонала и транспортных средств.

В настоящей работе представлены основные положения реального метода сканирующего газового контроля (СГК). Метод СГК строится на основе автоматизированной системы безопасности «Система многофункциональная связи, наблюдения, оповещения и поиска людей, застигнутых аварией, «SBGPS». Измерение объемных долей метана выполняется с применением газоанализатора, встроенного в индивидуальное устройство оповещения SBGPS Light-4 (Устройство) с функциями головного светильника (рис. 1).

Рис. 3
Информационная панель монитора пульта горного диспетчера:
1 – значение наибольшей измеренной концентрации газа всеми Устройствами в шахте в конкретный момент времени;
2 – данные по шахтеру и закрепленному за ним Устройству;
3 – координаты местоположения Устройства на масштабной модели шахты и значение объемных долей метана в этом месте;
4 – соответствие горной выработки местоположению Устройства

Fig. 3
Dashboard on the mine dispatcher control monitor:
1 – Maximum value of gas concentration measured by all the Devices at a given point in time;
2 – Information on the miner and the attached Device;
3 – Coordinates of the Device location on the scale mine model and the methane volume concentration in this location;
4 – Correspondence of mine working to the Device location

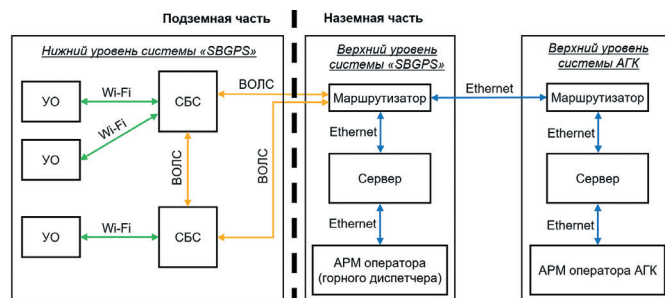
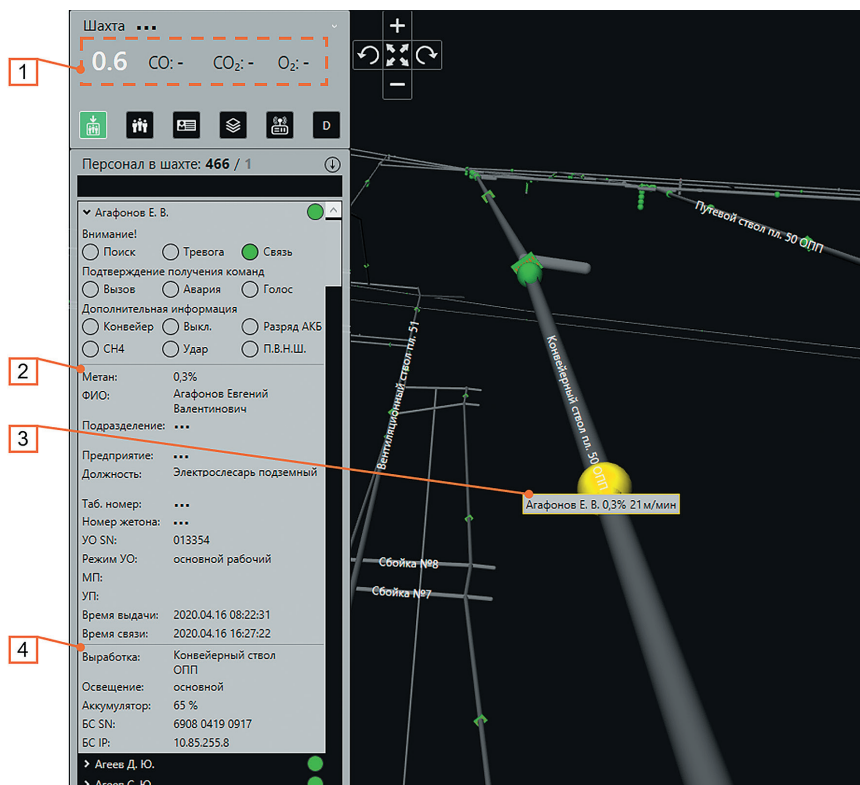


Рис. 2
Схема интерфейсов (информационных потоков) при сканирующем газовом контроле: УО – устройство оповещения SBGPS Light-4; СБС – стационарная базовая станция (узел связи); ВОЛС – волоконно-оптическая линия связи; Ethernet – проводная линия связи по интерфейсу Ethernet; Wi-Fi – беспроводной интерфейс

Fig. 2
Lay-out of scanning gas control interfaces (information flows): WD – SBGPS Light-4 warning device; FBS – fixed base station (communication node); FOCL – fiber-optic communication line; Ethernet – wired Ethernet communication; Wi-Fi – wireless interface

Результаты работы (измерительные данные) газоанализатора передаются с Устройства по радиоканалу в инфраструктуру связи и далее по волоконно-оптическому каналу на верхний уровень. Схема информационных потоков при реализации метода показана на рис. 2.

Передача идет в режиме реального времени (периодичность 1 с) с отображением местоположения Устройства на масштабной модели шахты. На информационной панели монитора пульта горного диспетчера (оператора системы) отображаются текущие значения по содержанию метана в зоне нахождения горняка – рис. 3. При достижении концентрации метана в 2% (с учетом установленных погреш-



Рис. 4
Устройство на четыре газа:
1 – установка датчиков газов
под крышкой аккумуляторного
блока;
2 – установка датчиков газов
в фаре

Fig. 4
A detection device for four
gases:
1 – Installation of the gas
sensors under the battery
box cover;
2 – Installation of the gas
sensors inside a headlight

ностей) срабатывает сигнализация (световая и звуковая) непосредственно с фары Устройства для оповещения шахтера, а также сигнал с указанием конкретной концентрации в процентах объемных долей метана отображается на мониторе пульта горного диспетчера, то есть оператора системы.

По запросу оператора системы автоматически формируется отчет, содержащий информацию об идентификационном номере Устройства, ФИО работника, за которым оно закреплено, наименование выработки местоположения, среднее, минимальное и максимальное значения содержания контролируемого газа за время нахождения Устройства в выработке, время начала и окончания фиксации превышений пороговых уровней. Форма отчета позволяет сделать оперативные выводы об аэрогазовой обстановке в выработках и провести анализ тех мест, где выявлены отклонения от установленных норм – например, для принятия мер по их устранению с целью повышения безопасности производства горных работ.

Помимо сигнализации Устройство предоставляет горняку в текущий момент времени данные измерений посредством голосового сообщения – путем нажатия кнопки включения Устройства в работу. Это делает такое Устройство, по существу, аналогом индивидуальных переносных газоанализаторов.

Дальнейшее развитие метода направлено на расширение состава газов, определяемых в рудничной атмосфере. С этой целью газоанализаторы встраиваются в фару (метан, оксид углерода) и под крышку блока аккумуляторного (кислород, диоксид углерода и/или водород) – рис. 4. Возможны варианты по размещению встраиваемых газоанализаторов, а также расширение номенклатуры газов, включая диоксид азота, знание о котором является актуальным вопросом применительно к подземным выработкам рудников.

Также важным направлением применения метода может быть его реализация при ведении горноспасательных



Рис. 5
Базовая станция мобильная
системы «SBGPS»

Fig. 5
Базовая станция мобильная
системы "SBGPS"

работ в шахте. Здесь обязательным условием является наличие мобильной инфраструктуры связи, разворачиваемой в горных выработках в местах отсутствия стационарной инфраструктуры по мере продвижения подразделений горноспасателей, позволяющей в автоматическом режиме передавать на командный пункт данные о наличии метана, оксида углерода, водорода и кислорода, с учетом координат местоположения подразделений. Мобильная инфраструктура создается с помощью переносных базовых станций, один из вариантов которых показан на рис. 5. Наличие данных о газовой обстановке по маршруту следования, поступающих из шахты в режиме реального времени, позволяет оперативно выполнять на командном компьютере автоматический расчет взрывоопасности рудничной атмосферы согласно Инструкции по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах, на которых ведутся горные работы⁷.

Заключение

1. Полученный опыт применения мобильных газоанализаторов с функцией сигнализации о превышении порогового уровня метана, встроенных в головные светильники, с оперативной передачей данных измерений на пульт горного диспетчера показывает, что с помощью таких СИ расширяется информация о наличии метана в горных выработках – за пределами зоны действия стационарных датчиков метана системы АГК.

2. Имеющиеся практические данные по применению мобильных газоанализаторов, встроенных в головные светильники, указывают на целесообразность внесения в нормативные документы изменений с целью конкретизации требований по порядку выполнения измерений и использования их результатов.

⁷ Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах, на которых ведутся горные работы». Серия 06. Вып. 9. М.: ЗАО «НТЦ ПБ»; 2020. 68 с.

Список литературы

1. Грачев А.Ю. Система шахтного сканирующего аэрогазового контроля. Патент РФ № 2573659, 04.07.2014 г.
2. Медведев В.Н., Осипов В.М. Использование индивидуальных сигнализаторов метана и систем позиционирования и оповещения для газового мониторинга в шахтах. *Безопасность труда в промышленности*. 2013;(7):36–38.
3. Гoffарт Т.В., Новиков А.В., Паневников К.В. Сканирующий (динамический) газовый контроль в угольных шахтах. *Безопасность труда в промышленности*. 2017;(6):59–62. DOI: 10.24000/0409-2961-2017-6-59-62.

References

1. Grachev A.Yu. Mine scanning aero gas monitoring system. RF Patent No.2573659 dated 04.07.2014 (In Russ.)
2. Medvedev V.N., Osipov V.M. Use of Individual Methane Alarms and Positioning and Alert Systems for Gas Monitoring in Mines. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2013;(7):36–38. (In Russ.)
3. Goffart T.V., Novikov A.V., Panevnikov K.V. Scanning (Dynamic) Gas Control in the Coal Mines. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2017;(6):59–62. (In Russ.) DOI: 10.24000/0409-2961-2017-6-59-62.

Информация об авторах

Новиков Александр Владимирович – кандидат технических наук, директор по внедрению, ООО Научно-производственная фирма «Гранч», г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: info@granch.ru

Паневников Константин Владимирович – заместитель директора по внедрению, начальник отдела анализа и внедрения, ООО Научно-производственная фирма «Гранч», г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: info@granch.ru

Писарев Игорь Валериевич – начальник группы проектирования и создания АСУТП ООО Научно-производственная фирма «Гранч», г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: info@granch.ru

Information about the author

Aleksandr V. Novikov – Candidate of Science (Engineering), Integration Director, LLC Scientific and Production Firm «Granch», Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: info@granch.ru

Konstantin V. Panevnikov – Deputy Integration Director, Head of Analysis and Integration Department, LLC Scientific and Production Firm «Granch», Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: info@granch.ru

Igor V. Pisarev – Chief of Design and Development Team for automatic process control systems, LLC Scientific and Production Firm «Granch», Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: info@granch.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 03.04.2020

Поступила после рецензирования: 10.04.2020

Принята к публикации: 21.04.2020

Article info:

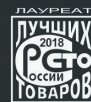
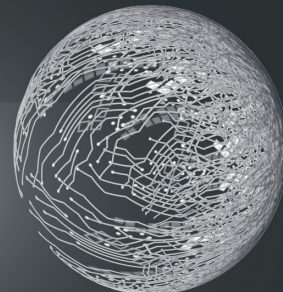
Received: 03.04.2020

Revised: 10.04.2020

Accepted: 21.04.2020



Тел/факс: +7 (383) 233-35-12
E-mail: info@granch.ru
http://www.granch.ru



Автоматизированная Система безопасности, связи и управления персоналом «УМНАЯ ШАХТА»[®] цифровая платформа угольной шахты и рудника

1 Многофункциональность:

- определение в режиме реального времени местоположения персонала в горных выработках с представлением прецизионных координат;
- контроль маршрутов и скорости передвижения персонала;
- аварийное оповещение персонала с подтверждением о доставке;
- поиск людей, застигнутых аварией, с учетом мест нахождения персонала в горных выработках на момент начала развития аварии;
- контроль за состоянием работника - в движении или неподвижен (контроль ЧП);
- отправка из шахты персонального сигнала о помощи - «Тревожная кнопка»;
- мобильная телефонная связь на основе смартфона со встроенным тепловизором;
- двухсторонняя оперативная связь горный диспетчер - работник;
- контроль работы подземного транспорта - передача на верхний уровень данных о местоположении в динамике и параметрах работы.

2 Уникальные свойства:

- оптимальное сочетание беспроводных и кабельных видов связи с широким применением ВОЛС, обеспечивающих передачу информационных потоков под землей с фантастическими скоростями;
- устойчивость к потере сетевого питания за счет укомплектования узлов подземной инфраструктуры связи резервными источниками питания - автономная работоспособность в течение не менее 24 ч;
- повышенная стойкость к силовым воздействиям (механическим и воздушно-динамическим) на узлы подземной инфраструктуры связи, благодаря применению стальных взрывозащищенных исполнений оболочек.

3 Сканирующий (динамический) газовый контроль с передачей данных измерений на пульт горного диспетчера (в систему АГК) в режиме реального времени, обеспечиваемый газоанализатором, встроенным в устройство оповещения - головной светильник.

Внимание! «Умная шахта» наилучшим образом выполняет актуальные требования Федеральных норм и Правил к системам позиционирования и аварийного оповещения - как для угольных шахт, так и для рудников!