

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Т. Ф. ГОРБАЧЕВА»**

Кафедра аэрологии, охраны труда и природы

Составители
В. А. Колмаков
М. В. Чередниченко

**ИЗУЧЕНИЕ ПРИБОРОВ И СПОСОБОВ
АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ
ГАЗООБИЛЬНОСТИ АТМОСФЕРЫ**

**Методические указания к практическому занятию
для студентов всех форм обучения**

Рекомендованы учебно-методической комиссией специальности
21.05.04 «Горное дело» в качестве электронного издания
для использования в учебном процессе

Кемерово 2016

Рецензенты:

Шевченко Л. А. – доктор технических наук, профессор кафедры аэрологии, охраны труда и природы

Колмаков Вячеслав Александрович

Чередниченко Мария Владимировна

Изучение приборов и способов автоматического измерения газообильности атмосферы [Электронный ресурс] : методические указания к практическому занятию по дисциплине «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело» для студентов направления 21.05.04 «Горное дело» всех форм обучения / сост. В. А. Колмаков, М. В. Чередниченко. – Электрон. издан. – Кемерово: КузГТУ, 2016. – Систем. требования : Pentium IV; ОЗУ 8 Мб ; Windows XP ; мышь. – Загл. с экрана.

Приведены особенности автоматического контроля опасных и вредных газов в условиях современных высокопроизводительных шахт. Представлена методика контроля и создания взрывобезопасных и комфортных условий труда горняков. Дано описание автоматических приборов, метод их установки, периодичность замеров и нормы предельных концентраций газов.

© КузГТУ, 2016
© В. А. Колмаков,
М. В. Чередниченко,
составление, 2016

Цель работы: научиться производить новыми приборами измерения газоносности атмосферы.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Газоносность горных пород, объем свободного или сорбированного газа (главным образом метана), который содержится в единице массы или объема горных пород в природных условиях, измеряется в метрах кубических на тонну ($\text{м}^3/\text{т}$) или в метрах кубических на метр кубический ($\text{м}^3/\text{м}^3$). Наиболее газоносными являются угольные месторождения. Например, при атмосферном давлении 1 см^3 угля способен сорбировать $7-8 \text{ см}^3$ метана или до 18 см^3 углекислого газа. С повышением давления в газоносных пластах количество газов, которое может быть ими сорбировано, повышается. Газоносность зависит от влияния многих факторов, важнейшими из которых являются: геологические условия развития района, масштабы газообразования при метаморфизме горных пород, газопроницаемость вмещающих угольные пласты, газоемкость полезных ископаемых и вмещающих пород. Кроме метана, угольные пласты могут также содержать углекислый газ; из отдельных угольных пластов выделяется сероводород или сернистый газ и др.

Таблица 1

Нормы концентрации газов по ГОСТ 12.1.005-88

Наименование вещества	ПДК, $\text{мг}/\text{м}^3$	Класс опасности
Ацетон	200	4
Бензол	5	2
Аммиак	20	4
Бензин растворитель (в пересчете на С)	300	4
Динитротолуол	1	2
Керосин (в пересчете на С)	300	4

Таблица 2

Нормы концентрации газов по ГОСТ 12.1.005-88

Наименование газа	ПДК газа в действующих веществах	
	% на объем	мг/м ³
Метан	0,5; 0,75; 1,2	-
Окись углерода	0,0017	20
Двуокись углерода	0,5; 0,75; 1	-
Окись азота	0,0001	5
Сернистый ангидрид	0,00033	10
Сероводород	0,00071	10

Таблица 3

Нормы содержания CO₂ и CH₄

Вентиляционная струя	Недопустимая концентрация метана по объему, %	Недопустимая концентрация углекислого газа, %
Исходящая из очистной или тупиковой выработки выемочного участка	более 1	0,5
Исходящая из крыла шахты	более 0,75	0,75
Поступающая на выемочный участок в очистные выработки к тупиковым забоям	более 0,5	0,5
Местные скопления метана и углекислого газа в очистных, тупиковых и других выработках	2 и более	1

Места и периодичность замера газов в шахте

Для оценки качества воздуха, правильности его распределения по выработкам и определения газообильности шахты должна производиться проверка состава воздуха и замеры его расхода в исходящих струях очистных и тупиковых выработок, выемочных участков, крыльев, пластов и шахты в целом. А на поступающих струях при последовательном проветривании забоев или при выделении метана на пу-

ти движения свежей струи – в вентиляторах местного проветривания (ВМП) и в зарядных камерах, а также у забоев тупиковых восстающих выработок в не газовых шахтах. Кроме указанных выше мест, замера расхода воздуха должны производиться на главных входящих струях шахты, у всех разветвлений свежих воздушных струй шахты, у забоев тупиковых выработок, у ВМП и в других местах, установленных главным инженером шахты.

Проверка состава воздуха и размер его расхода должны производиться на:

- шахтах негазовых, I и II категории по газу – один раз в месяц;
- шахтах III категории – два раза в месяц;
- сверхкатегорных и опасных по внезапным выбросам угля и газа – три раза в месяц;
- шахтах, разрабатывающих пласты угля, склонного к самовозгоранию – два раза в месяц.

При этом во всех местах проверки состава воздуха измеряются его скорость и температура.

2. ИЗУЧЕНИЕ ПРИБОРОВ И СПОСОБОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ ГАЗООБИЛЬНОСТИ АТМОСФЕРЫ

2.1. Система «Микон III»

Система «Микон III» является шахтной автоматизированной системой управления технологическими процессами АСУТП (рис. 1).



Рисунок 1. Система «Микон III»

Система «Микон III» имеет многоуровневую структуру:

– на **полевом уровне** обеспечивается непосредственно сопряжение системы с горно-технологическими и горнотехническими объектами и персоналом с помощью датчиков, преобразователей, сигнализирующих и исполнительных устройств, щитов, постов и панелей управления;

– **контроллерный уровень** реализуется на подземных устройствах контроля и управления, которые обеспечивают преобразование сигналов, получаемых от аналоговых, дискретных и цифровых датчиков, формирование и реализацию управляющих сигналов для исполнительных и сигнализирующих устройств;

– **диспетчерский уровень** реализуется на наземных компьютерах: серверах, которые обеспечивают высокоуровневый доступ к информации, собираемой системой на объектах контроля;

– **автоматизированные рабочие места (АРМ)** инженера-оператора, диспетчера, администратора, которые обеспечивают оперативное отображение контролируемых параметров, формирование команд телеуправления, и настройку системы.

Информационное взаимодействие между различными уровнями обеспечивается системой передачи информации СПИН.

Основные функции:

а) автоматический газовый контроль – АГК и автоматическая газовая защита – АГЗ:

– измерение содержания метана, оксида и диоксида углерода, кислорода, водорода, других опасных и токсичных газов в рудничной атмосфере, скорости воздушных потоков в горных выработках, в каналах вентиляторов, воздуховодах, трубопроводах систем газоотсоса и дегазации, запыленности в воздухе рабочей зоны и контроль параметров микроклимата;

– контроль вентиляционных шлюзов;

– блокирование работы электрооборудования (АГЗ);

– обнаружение пожаров и их ранних признаков и управление установками пожаротушения;

– местная сигнализация;

– управление вентиляторами местного проветривания (АПТВ);

б) автоматизированное управление технологическими процессами (АСУТП) – местное и централизованное, диспетчерское и ручное, автоматизированного и автоматического управления основным

и вспомогательным оборудованием, системами вентиляции, электро-, гидро- и пневмоснабжения;

в) передача разнородной информации между наземными и подземными вычислительными устройствами, системами связи, сигнализации и оповещения;

г) формирование многоуровневых диспетчерских (на шахте, в регионе, в центральном офисе):

- отображение информации на АРМ оператора, диспетчера, специалистов;

- формирование отчетов о газовой обстановке в шахте, работе технологического оборудования, функционировании систем безопасности и т.д.;

- хранение собранной информации и предоставление доступа к ней;

ж) формирование интерфейсов для горного надзора и МЧС.

Преимущества системы «Микон III»:

- соответствие государственным стандартам и требованиям безопасности;

- универсальность применения: решение задач технологических и газовых защит и блокировок, диспетчерского контроля и управления, шахтной автоматики на общей программно-технической базе;

- применение на наземных и подземных объектах контроля и управления;

- количество каналов ввода-вывода, узлов связи, наземных АРМ – не ограничено и определяется текущими потребностями;

- система является многоуровневой и распределенной;

- система совместима по сигналам и питанию с другими шахтными информационно-управляющими системами;

- система «Микон IP» входит в состав системы «Микон III», что обеспечивает простоту модернизации и сохранение инвестиций прошлых периодов;

- обеспечена возможность развертывания на базе Системы считывателей системы СПГТ-41 (наблюдение за положением персонала по п. 41 ПБ 05-618-03);

- информационная открытость и совместимость, использование стандартных интерфейсов и протоколов, возможность подключения к общепромышленным АСУ;

– система предоставляет стандартные интерфейсы для ее интеграции в АСУПП (автоматизированные системы управления производственными процессами) и АСУП (автоматизированные системы управления предприятием);

– впервые применены основные датчики АГК (метан и скорость воздуха) с цифровым интерфейсом;

– длительность работы в аварийных условиях – 16 часов и более;

– возможность резервирования линий связи и питания.

Структура технических средств системы диспетчерского управления и шахтной автоматики III поколения – системы «Микон III» представлена на рис. 2.

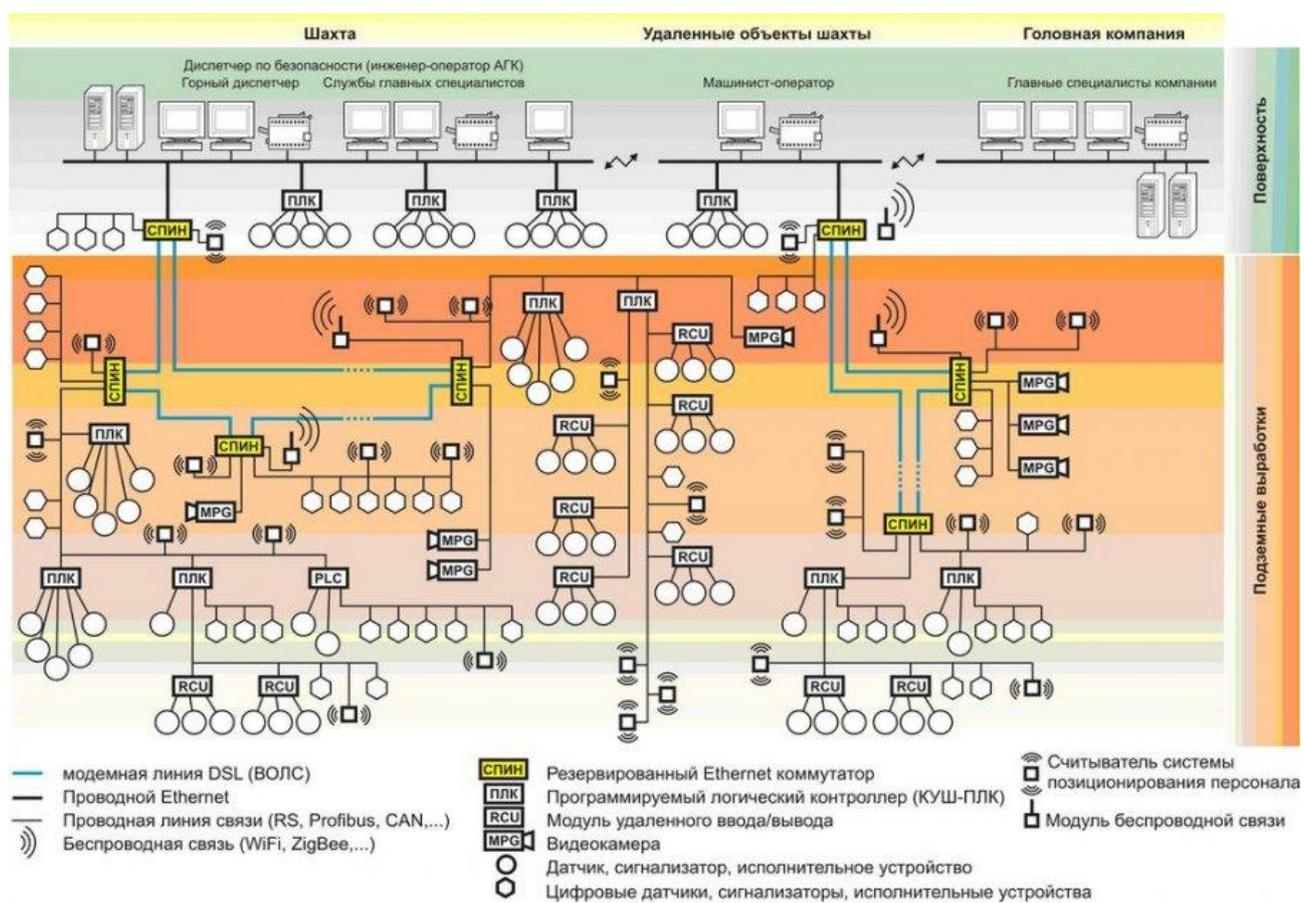


Рисунок 2. Структура технических средств системы «Микон III»

2.2. Система шахтной автоматики, стволовой сигнализации и связи «Шасси Микон»

Аппаратура шахтной автоматики, стволовой сигнализации и связи «Шасси Микон» предназначена для выполнения функций си-

стемы шахтной стволовой сигнализации, связи из клетки, громкоговорящей и прямой телефонной связи людского, грузолюдского и грузового подъема на шахтах и рудниках угольной и горнорудной промышленности и решения задач шахтной автоматики.

Аппаратура осуществляет координацию действий персонала (машиниста подъемной машины, рукоятчика, помощника рукоятчика, стволовых и их помощников), обслуживающего подъемную установку в следующих трех основных (люди, груз, негабарит) режимах и одном дополнительном (ревизия) режиме с несколькими подрежимами.

Возможности системы

Аппаратура обеспечивает возможность подключения до двух датчиков (основного и резервного) каждого контролируемого параметра или одного датчика с двумя независимыми выходными цепями (основной и резервной), совместимых со станциями приема сигналов на горизонтах и приемной площадке по электрическим параметрам сигнальных цепей. Аппаратура обеспечивает возможность работы подъемной установки с обходом стволовых блокировок, управление вспомогательными объектами приемной площадки, регистрацию избранных стволовых сигналов и их передачу диспетчеру. Аппаратура обеспечивает диагностику элементов системы стволовой сигнализации с представлением информации на панели диагностики по состояниям центральных контролеров, модулей ввода/вывода у рукоятчика и на горизонтах, коммуникационных модулей, оборудования и проводок системы передачи данных, оборудования и проводок системы электропитания, датчиков, электрических проводок к датчикам, световых и звуковых устройств сигнализации, цепей до кнопок СТОП и АВАРИЯ, других неисправностей аппаратуры, связанных как с безопасностью собственной работы, так и исправностью системы управления подъемной установкой. При этом обеспечивается архивация параметров диагностики аппаратуры с заданной глубиной. Аппаратура обеспечивает выполнение требований резервирования для:

- центральных контролеров системы;
- стволовой оптической линии передачи сигналов;
- стволовой линии питания подземных потребителей;
- датчиков или выходных цепей одного датчика;

- кнопок и переключателей или контактов кнопок и переключателей на пультах, постах и информационной панели машиниста;
- станций приема сигналов на горизонтах (при необходимости) за счет станции соседнего горизонта и двойного набора устройств ввода/вывода сигналов;
- кабельных линий передачи сигналов и питания между элементами аппаратуры.

Аппаратура питается от двух внешних независимых источников питания и имеет источник бесперебойного питания, обеспечивающий работоспособность системы при исчезновении напряжения внешнего источника питания. Передача информации с горизонтов и приемной площадки в шкаф центральных контролеров осуществляется по оптоволоконному кабелю, при этом также обеспечивается взаимное резервирование станций соседних горизонтов, все остальные соединения выполняются с помощью стандартных шахтных сигнальных или телефонных кабелей. Для питания с поверхности подземных потребителей, входящих в состав аппаратуры, используются контрольные или силовые бронированные кабели с броней из круглых проволок для исключения повреждений и деформации брони под собственным весом типа КПсПБШв, КВПБШв или им подобные. Сечение жилы кабеля питания должно быть не менее $2,5 \text{ мм}^2$. Кабель должен быть пригоден для вертикальной прокладки в стволе. Для питания и передачи сигналов между элементами аппаратуры под землей используются шахтные силовые, контрольные или телефонные кабели типа КГЭШ, КГРВШ1, КГВШ1, ТППКШнг, ТППШт или им подобные. Для передачи сигналов по стволу используется бронированный оптический кабель, предназначенный для вертикальной прокладки в стволе типа ЭКБ-ДПС-Н (в буферном исполнении) или ему подобный. Оптическое волокно кабеля должно быть многомодовым, рассчитанным на длину волны 820 нм, с диаметром сердцевины 62,5 мм и диаметром оболочки 125 мм.

Передача информации в аппаратуре осуществляется:

- по оптоволоконному кабелю – с горизонтов и приемной площадки в шкаф центральных контролеров, а также взаимное резервирование станций соседних горизонтов;
- по стандартному шахтному сигнальному или телефонному кабелю – все остальные соединения.

Структурная схема средств сигнализации в составе аппаратуры «Шасс Микон» представлена на рисунке 3.

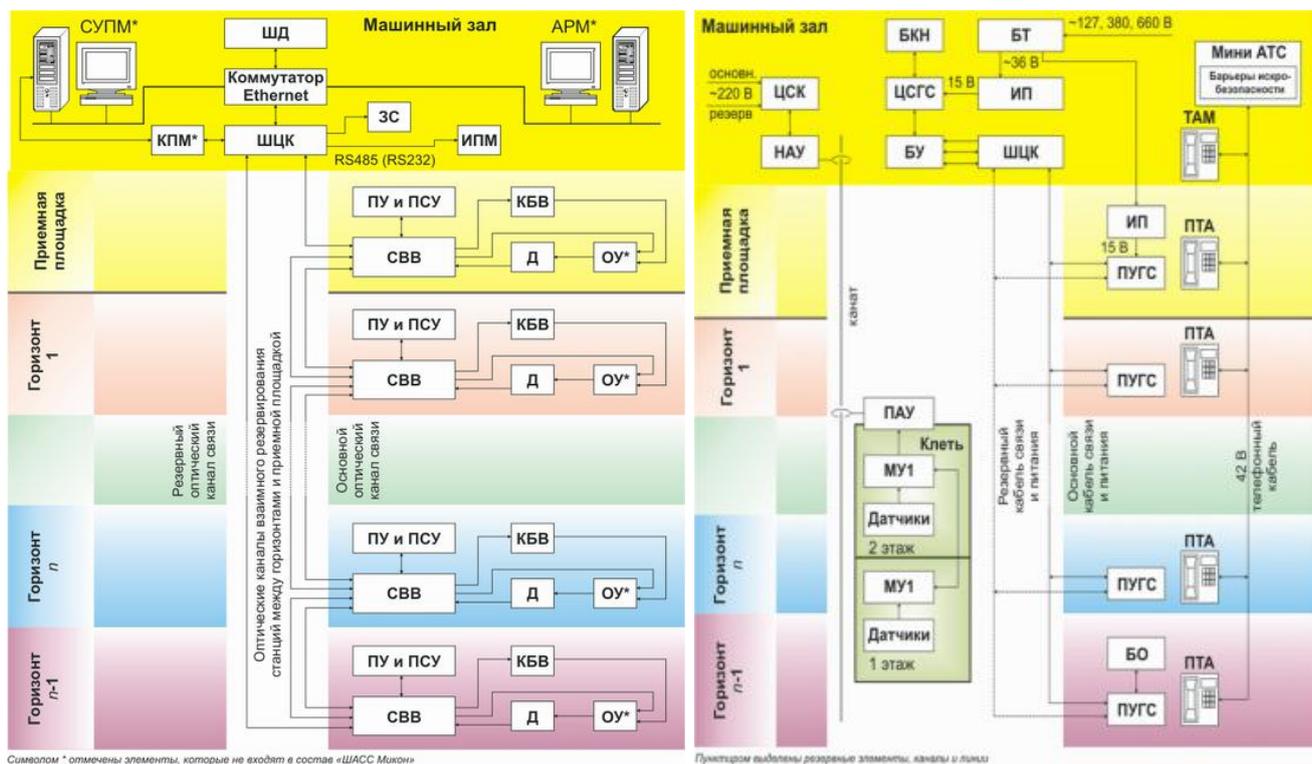


Рисунок 3. Структурная схема технических средств системы «Шасс Микон»

Основные функции:

- координация действий персонала (машинист подъемной машины, рукоятчик, помощник рукоятчика, ствольные и помощники ствольных), обслуживающего клетевую подъемную установку при выполнении операций по спуску-подъему людей, груза и оборудования;
- сбор информации о параметрах и состоянии технологических объектов клетевого подъема;
- обработку и анализ полученной информации, обнаружение предаварийных и аварийных ситуаций, формирование сигналов и сообщений в аварийных ситуациях;
- требуемые блокировки;
- хранение текстовых сообщений, информации о параметрах и состоянии оборудования;
- отображение текущих и архивных данных в удобной для восприятия форме.

Перечень функций шахтной автоматики и оперативного диспетчерского управления определяется индивидуально в каждом конкретном случае, но подразумевает использование структуры системы шахтной автоматики с централизованным контроллерным управлением, находящимся в наземном помещении, и системой распределенного ввода-вывода в горных выработках.

2.3. Датчик скорости движения воздуха СДСВ 01.03

Назначение – непрерывное измерение скорости движения воздушных потоков в горных выработках, каналах вентиляторов главного проветривания, вентиляционных системах угольных предприятий, воздуховодах систем газоотсоса и дегазации.

Область применения – подземные выработки шахт и рудников, в том числе опасных по газу, пыли, внезапным выбросам в соответствии с ПБ 05-618-03 и Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых».

СДСВ 01.03 (ТУ 4213-002-44645436-04) является одним из исполнений датчика СДСВ 01 и характеризуется наличием цифрового интерфейса связи для работы в составе шахтной полевой шины (рис. 4).

СДСВ 01.03 предназначен для использования в составе системы «Микон III» и в других измерительных и информационно-управляющих цифровых системах, поддерживающих спецификацию шахтной полевой шины.

Также датчик может использоваться как отдельное устройство – измеритель скорости движения воздуха (газовой смеси).

СДСВ обеспечивает работу систем АГК, автоматического проветривания тупиковых выработок (АПТВ) и систем контроля расхода воздуха (АКВ) в соответствии с РД-15-06-2006.

Датчик проводит ультразвуковое сканирование воздушного потока в канале измерительной головки 4 раза в секунду, после чего производится цифровая обработка результатов с учетом параметра «постоянная времени цифрового фильтра».



Рисунок 4. Датчик скорости движения воздуха СДСВ 01.03

Преимущества:

- высокая точность и стабильность показаний;
- не требует подстройки;
- цифровой интерфейс для работы в составе шахтной полевой шины;
- высокая степень защиты от несанкционированных действий с линиями связи и настроечными параметрами;
- встроенное реле для реализации блокировок и защитное телеуправление выходным реле;
- контроль направления движения воздушного потока;
- защита измерительной головки от капельной влаги;
- информационный интерфейс – OPC DA;
- низкая потребляемая мощность.

Основные функции:

- измерение (в диапазоне 0,1...30 м/с) и отображение (в диапазоне –60...+60 м/с) скорости воздушного потока;
- определение направления воздушного потока;
- преобразование результата измеренной скорости (в диапазоне –60...+60 м/с) в цифровой кодированный сигнал;
- местная и телесигнализация об отказе, реверсировании воздушного потока, преодолении пороговых уровней;
- телеуправление выходным реле;
- индикация наличия питания, состояния выходного реле и цифрового интерфейса;

- защита от несанкционированных действий с помощью пароля;
- местное и дистанционное задание параметров фильтрации результатов измерений, пороговых уровней, алгоритма работы релейного выхода, нормального состояния релейного выхода.

2.4. Система мониторинга атмосферы локальных объектов СМАЛО-01

Назначение – непрерывное измерение концентрации контролируемых компонентов атмосферы, контроль давления и температуры окружающей среды, записи, хранения в энергонезависимой памяти результатов измерения с привязкой по времени и передачи информации по каналам цифровой связи стационарных информационных систем по интерфейсу RS-485, мониторинг атмосферы локальных промышленных объектов, быстрое развертывание в местах, нуждающихся в комплексном мониторинге состава атмосферы в предаварийные и аварийные периоды и при нецелесообразности разворачивания стационарных систем аэрогазового контроля.

Область применения (согласно маркировке взрывозащиты) – АЗС, АГЗС, ГНС, газохранилища, нефтебазы и предприятия, связанные с возможностью появления опасных концентраций горючих газов и паров, а также в подземных выработках шахт и рудников, в том числе опасных по газу или пыли и внезапным выбросам (в соответствии с «Правилами безопасности в угольных шахтах» ПБ 05-618-03).

Система СМАЛО-01 является автоматической стационарной системой непрерывного действия с возможностью быстрого развертывания (см. рис. 5).

В зависимости от конфигурации система СМАЛО-01 относится согласно ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011 к взрывозащищенному оборудованию:

– группы I – с использованием блока аварийного питания (БАП) или без него в составе СМАЛО-01 – для шахт и рудников, опасных по газу и пыли;

– группы ПВ+Н2 – без использования БАП в составе СМАЛО-01 – для предприятий, связанных с возможностью появления опасных концентраций горючих и токсических газов и паров, НПЗ, АЗС, АГЗС, ГНС, газохранилищ, нефтебаз и др.



Рисунок. 5. Система СМАЛО-01

Преимущества:

- оперативное развертывание в короткие сроки;
- время прогрева не более 90 секунд;
- максимальная длина магистрального кабеля 2000 м;
- широкий диапазон рабочих температур;
- высокая точность и стабильность работы;
- поддержка протокола связи для датчиков с цифровым выходом (RS-485, MODBUS RTU);
- возможность подключения до 15 датчиков ИТС 2 на один блок СПИ;
- бесперебойная работа от блока БАП при отсутствии питающей сети до 50 часов;
- автоматическое определение типа подключенного датчика ИТС 2;
- питание от внешней искробезопасной цепи уровня «ia» с напряжением от 7 до 13,6 В;
- время работы без корректировки до 180 суток;
- световая индикация достижения установленных порогов сигнализации по каналу.

Основные функции:

- непрерывное измерение концентраций контролируемых компонентов в соответствии с типами подключенных датчиков;
- контроль температуры окружающего воздуха и атмосферного давления;
- световая и звуковая сигнализация о преодолении пороговых значений концентрации измеряемого компонента по каждому измерительному каналу;
- фиксация результатов измерения концентрации контролируемых компонентов в режиме реального времени;
- хранение зафиксированных значений концентрации контролируемых компонентов с привязкой к дате и времени фиксации;
- преобразование измеренных значений в цифровой код;
- обеспечение передачи зафиксированной информации по каналам цифровой связи стационарных информационных систем по интерфейсу RS-485;
- обеспечение передачи накопленной информации на автономный блок снятия и хранения информации (АБСИ) через ИК-порт;

2.5. Датчики горючих и токсичных газов: интеллектуальные и стационарные ИТС 2

ИТС 2 (ТУ 4215-012-76434793-10) являются стационарными, одноканальными приборами, режим работы которых определяется требованиями газоаналитической аппаратуры или информационно-измерительной системой, в которых используются датчики: непрерывный или по указанию управляющего контроллера (см. рис.6).

Принцип действия датчиков в зависимости от исполнения:

- термокаталитический для ИТС2-СН4-01...ИТС2-СН4-04, ИТС2-ГГ-07, ИТС2-ГГ-08, ИТС2-СХН-09, ИТС2-СХН-10;
- термокондуктометрический – ИТС2-СН4-05, ИТС2-СН4-06;
- электрохимический – ИТС2-СО-11...ИТС2-СО-14, ИТС2-02-15, ИТС2-02-16, ИТС2-Н₂S-18, ИТС2-СО₂-19, ИТС2-NO-22, ИТС2-NO-22, ИТС2-NO₂-23, ИТС2-NO₂-24, ИТС2-Н₂-27, ИТС2-Н₂-28;
- оптический инфракрасный – ИТС2-СО₂-20, ИТС2-NO-21, ИТС2-СН₄-25, ИТС2-СН₄-26.



Рисунок 6. Датчики ИТС 2

Назначение – в зависимости от исполнения для использования в составе газоаналитической аппаратуры или информационно-измерительных систем аэрогазового контроля атмосферы шахт, промышленных объектов:

- для непрерывного измерения концентраций метана;
- для непрерывного определения степени взрывоопасности контролируемой атмосферы, в которой могут содержаться горючие газы и пары нефтепродуктов (в том числе бензина). В качестве типичных представителей семейства химически подобных газов, измеряемых датчиком, выбраны метан, пропан, бутан и гексан;
- для непрерывного определения степени взрывоопасности контролируемой атмосферы, в которой может содержаться метановодородная смесь;
- для непрерывного измерения концентрации оксида углерода (CO), диоксида углерода (CO₂), кислорода (O₂), сероводорода (H₂S), оксида азота (NO), диоксида азота (NO₂) водорода (H₂).

Область применения – АЗС, АГЗС, ГНС, газохранилища, нефтебазы и предприятия, связанные с возможностью горючих газов и паров, а также подземные выработки шахт и рудников, в том числе опасные по газу (метану) и пыли, внезапным выбросам.

Основные функции:

- непрерывное измерение концентрации измеряемого компонента;
- преобразование измеренных значений, в зависимости от исполнения, в цифровой код с передачей по интерфейсу RS-485 или аналоговый сигнал;
- цифровая индикация на графическом дисплее;

- световая сигнализация превышения установленных пороговых значений концентрации;
- передача информации о превышении пороговых значений концентрации;
- передача информации о состоянии датчика.

2.6. Датчик метана стационарный ДМС03-03

Датчики могут использоваться в составе системы газоаналитической шахтной многофункциональной «Микон IP», «Микон III», в других измерительных и информационно-управляющих системах, а также как самостоятельные измерительные приборы.

ДМС03-03 (ТУ 4215-00-76434793-05) является модификацией датчика ДМС03 и отличается от ДМС03-01 и ДМС03-02 наличием цифрового интерфейса связи для работы в составе шахтной полевой шины (см. рис. 7).

ДМС03-03 предназначен для использования в составе системы и других измерительных и информационно-управляющих цифровых системах, поддерживающих спецификацию шахтной полевой шины, а также может использоваться как отдельный измерительный прибор.

Датчик проводит циклические измерения концентрации метана с периодом 2,5 с. Каждый цикл начинается с диагностики чувствительных элементов (ЧЭ) и других наиболее важных подсистем. При выявлении неисправностей датчик осуществляет местную и телесигнализацию об отказе и обеспечивает срабатывание выходного реле.

Датчик периодически определяет характеристики чувствительного элемента (ЧЭ), которые учитываются при проведении дальнейших измерений. Этот уникальный алгоритм самонастройки позволяет обеспечить работу датчика без подстройки показаний (без калибровки) в течение 30 суток при гарантированной погрешности измерений не более $\pm 0,1$ % об. и до 120 суток – для погрешности $\pm 0,2$ % об.

Датчик оборудован выносной измерительной головкой, которая может быть удалена от основного корпуса на расстояние до 30 м. Измерительная головка имеет защиту чувствительных элементов от прямого попадания воды, что позволяет использовать датчики для контроля концентрации метана в трубопроводах систем дегазации и газоотсоса.



Рисунок 7. Датчик метана стационарный ДМС03-03

Датчик оборудован кнопкой, предназначенной для проверки срабатывания контура АГЗ. Проверка срабатывания также может осуществляться дистанционно по команде телеуправления.

По типовым (согласованным с испытательной организацией) схемам ДМС может быть запитан от источников питания ШИП-С, ШИП-А и ШИП-У, ИПЗВВ, СПИН 00000-ИП01.21.3, и подключен через шахтную полевую шину к устройствам из состава системы «Микон-Ш» (СДСВ 01.03, ИВД-х, СУ-хх, КУШ-ПЛК, КУШ-УМН), подземным узлам связи и преобразователям интерфейсов системы передачи информации СПИН, устройствам системы позиционирования горнорабочих и транспорта СПГТ-41 (ПБИ-485, УРПТ-485) и аппаратуры «КРУГ».

ДМС03 является средством измерения (сертификат утверждения типа средств измерений RU.C.31.076.A № 26782 от 27.02.2007 № 33877-07 в Государственном реестре средств измерений). ДМС03 включены в измерительные каналы систем типа «Микоян» (сертификат утверждения типа средств измерений RU.C.31.001.A № 34204 от 30.12.2008 № 20198-08 в Государственном реестре средств измерений).

Назначение – непрерывный автоматический контроль концентрации горючих газов (метано-водородной смеси) в рабочей зоне на угольных предприятиях, в том числе шахтах, опасных по газу и пыли и внезапным выбросам.

Область применения – взрывоопасные зоны помещений и наружных установок согласно маркировке взрывозащиты, ГОСТ Р 51330.19-99 (МЭК 60079-20-96), гл. 7.3 ПУЭ и другим нормативным документам, регламентирующим применение электрооборудование, установленного во взрывоопасной зоне, а также подземные горные выработки угольных шахт и рудников, опасных по газу (метану) или пыли согласно ПБ 05-618-03 и Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых».

Основные функции:

- 1) измерение концентрации метана в диапазонах измерения;
- 2) индикация на жидкокристаллическом дисплее (ЖКД) значений концентрации в диапазоне от 0 до 99,99 %, объемная доля;
- 3) преобразование величины измеренной концентрации метана в цифровой код стандарта MODBUS (ДМС03-03);
- 4) сравнение измеренного значения концентрации метана с заданным значением порогов срабатывания сигнализации и формирование управляющего (защитного) воздействия (изменение состояния выходного реле) с учетом коэффициента возврата (по ГОСТ 24032-80) при превышении порога (ДМС03-03);
- 5) местная сигнализация о превышении значений предаварийного порога срабатывания сигнализации;
- 6) местная сигнализация о превышении аварийного порога срабатывания сигнализации и изменение состояния «сухого» контакта реле порогового устройства;
- 7) местная и телесигнализация о наличии напряжения питания;
- 8) местная и телесигнализация об отказе;
- 9) возможность установки защиты от несанкционированного доступа (через пароль доступа);
- 10) возможность формирования управляющего (защитного) воздействия (изменение состояния выходного реле) при потере связи;
- 11) возможность задания значения аварийного порога срабатывания сигнализации и коэффициента возврата;
- 12) возможность переключения с НЗ контакта выходного реле на НР контакт выходного реле;
- 13) возможность задания типа выходного сигнала (ток или напряжение);

14) возможность формирования управляющего воздействия (изменение состояния выходного реле порогового устройства) при нажатии на встроенную кнопку проверки (кнопка «КОНТР»).

Примечание: Установка параметров по пунктам с 9 по 12 может быть выполнена только на предприятии-изготовителе, в специализированных сервисных центрах или службами, оформленными в установленном порядке руководством эксплуатирующего датчик предприятия, о чем делается отметка в паспорте датчика.

2.7. Портативный многофункциональный газоанализатор М 02

М 02 (ТУ 4215-003-76434793-06) является переносным, автоматическим, многоканальным средством сбора информации по газовым составляющим при мониторинге окружающей среды (см. рис. 8).

Предназначен для индивидуального использования с местной сигнализацией и индикацией на самом приборе или в составе системы позиционирования горнорабочих и транспорта, с возможностью передачи информации о состоянии шахтной атмосферы по каналам сбора и передачи данных системы «СПГТ».

Действие газоанализатора по каналу измерения объемной доли метана (или горючих газов) основано на измерении сигнала термокаталитического датчика. В газоанализаторе используется схема периодической подачи напряжения на датчик с периодом 7,5 с и алгоритм автокорректировки показаний. При значении объемной доли метана, превышающем 5,0 %, газоанализатор автоматически переходит в режим термокондуктометрического определения содержания объемной доли метана в диапазоне до 100 %. Действие газоанализатора по каналу измерения объемной доли метана высокой концентрации (М 02-06) основано на термокондуктометрическом методе). Действие газоанализатора по каналам измерения объемной доли кислорода, оксид углерода и сероводорода основано на электрохимическом методе измерения.

Назначение – оперативное автоматическое непрерывное измерение степени взрывоопасности контролируемой среды, содержащей горючие газы метана (CH_4), концентрации кислорода (O_2), концентрации оксида углерода (CO), концентрации сероводорода (H_2S).



Рисунок 8. Газоанализатор М 02

Область применения (согласно маркировке взрывозащиты) – объекты общепромышленного назначения класса В-1а (по классификации ПУЭ, гл. 7.3), а также в подземных выработках шахт и рудников, в том числе опасных по газу или пыли и внезапным выбросам (в соответствии с ПБ 05-618-03).

Основные функции:

- непрерывное измерение и цифровая индикация контролируемого компонента в зависимости от исполнения;
- индикация и сигнализация (звуковой и световой прерывистые сигналы) в зависимости от исполнения о превышении установленных пороговых значений концентрации метана (или горючих газов), оксида углерода, кислорода, сероводорода;
- фиксация результатов измерения концентрации контролируемого компонента по команде оператора (сразу или задержкой) с занесением их в память газоанализатора;
- выборка и индикация зафиксированных значений из памяти газоанализатора;
- реализация функции «черного ящика» с привязкой к реальному времени;
- передача информации, заполненной в режиме «черного ящика» или отдельно по команде оператора, по инфракрасному порту в персональный компьютер;
- индикация текущей даты и времени;

- индикация температуры окружающей среды;
- индикация атмосферного давления;
- индикация неисправностей;
- управление зарядом, индикация и сигнализация о разряде аккумулятора;
- сигнализация о включенном состоянии.

2.8. Измеритель скорости воздушного потока переносной ПДСВ

ПДСВ предназначен для измерения скорости воздушного потока в горных выработках, вентиляционных системах шахт и рудников всех категорий, а также в системах промышленной вентиляции, при метеорологических измерениях на суше и на море, при аттестации рабочих мест лабораториями по охране труда и службами Госсанэпиднадзора (рис. 9).

Область применения – контроль скорости движения воздуха (газовых смесей) в подземных выработках шахт и рудников и их наземных строениях, в том числе опасных по газу, пыли и внезапным выбросам в соответствии с ПБ 05-618-03 и Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых».



Рисунок 9. Измеритель скорости воздушного потока переносной ПДСВ

Принцип действия – в ПДСВ при ультра звуковом зондировании воздушного потока измеряется время распространения ультразвука по направлению потока (Т1) и против направления потока (Т2). Прохождение воздушного потока через зондируемое пьезоэлектрическими преобразователями пространство вызывает изменение задержек Т1 и Т2, которое зависит от скорости воздушного потока. По измеренным Т1 и Т2 рассчитывается скорость потока.

Основные функции:

- измерение скорости воздушного потока в диапазоне 0,2...30 м/с;
- индикацию на ЖКД скорости воздушного потока со знаком в диапазоне –40...+40 м/с;
- измерение средней скорости потока за интервал времени;
- вычисление средней скорости потока по нескольким замерам;
- контроль и индикация уровня заряда батареи.

Преимущества:

- отображение скорости воздушного потока на встроенном ЖК-дисплее;
- поддержка режима непрерывного измерения текущего значения скорости воздушного потока;
- возможность измерения средней скорости потока за выбранный интервал времени;
- питание от встроенного аккумуляторного блока;
- индикация уровня заряда батареи;
- длительное время автономной работы на одном заряде батареи;
- выносная измерительная головка с удобной рукояткой;
- зарядное устройство в комплекте;
- наличие действующего сертификата.

2.9. Светильник головной малогабаритный «ИСЕТЬ»

СГМ «ИСЕТЬ» (ТУ 3148-017-78576787-2010) представляет собой малогабаритный облегченный светильник с улучшенными эксплуатационными и надежностными характеристиками (рис. 10).

СГМ «ИСЕТЬ» комплектуется радиоблоком для приема сигналов комплекса аварийного оповещения и персонального вызова СУБР1П (ТУ 3148-009-78576787-2005); устройством обмена сигналами.

лами с системой позиционирования горнорабочих и транспорта СПГТ741(ТУ 3148-200-44645436-2007); устройством генерации сигналов для системы поиска шахтера за и под завалами СПАС; индикатором отображения текстовых сообщений и служебной информации; фарой с блоком газоанализаторов (СФБГ).



Рисунок 10. Светильник головной малогабаритный «ИСЕТЬ»

Светильник принимает сигналы «Авария1», «Авария2» и индивидуальный вызов комплекса аварийного оповещения СУБР-1П и его модификаций.

СГМ «ИСЕТЬ» оборудуется новым радиоблоком, разработанным специально для этого светильника с возможностью установки индикатора и сенсорного управления, что позволяет кроме аварийных и индивидуального вызовов принимать сигналы текстовых сообщений и отображать информацию о состоянии газовой среды. В светильник СГМ «ИСЕТЬ» могут также устанавливаться радиоблоки прежних модификаций.

СГМ «ИСЕТЬ» оснащается специально разработанным поисковым маяком ГПС-1 для работы в составе системы поиска СПАС МИКОН, при этом время обнаружения шахтера составляет не менее 36 часов с момента аварии, даже если она произойдет в конце рабочего периода, т.е. после 10 часов свечения в режиме основного света.

Для работы в составе системы позиционирования горнорабочих и транспорта СПГТ-41 СГМ «ИСЕТЬ» оснащается высокочастотной меткой, которая, в отличие от других производителей, для повышения надежности и дальности обнаружения вынесена в фару.

СГМ «ИСЕТЬ» оснащается блоками газоанализа, размещаемые в фаре и обеспечивающие автоматическое непрерывное измерения

степени взрывоопасности контролируемой среды: концентраций метана (CH_4) концентраций кислорода (O_2), концентраций оксида углерода (CO).

Аккумулятор

СГМ «ИСЕТЬ» оснащаются современными Литий-Ионными (Li-Ion) аккумуляторами, которые отличаются от никель-кадмиевых (Ni-Cd) или никель-металл-гидридных продолжительным сроком службы, выгодными массогабаритными и мощностными параметрами, при этом у них полностью отсутствует эффект памяти, их не требуется разряжать перед каждым циклом заряда.

СГМ «ИСЕТЬ» имеет встроенный автоматический драйвер заряда и устройство защиты от короткого замыкания и переразряда, что позволяет ему заряжаться от любых столов, которые имеют постоянное напряжение в диапазоне от 4,8 В до 12 В. При этом не требуется контролировать ни ток заряда, ни время. Светильник можно оставлять на столе, он будет полностью заряжен без опасности перезаряда. Драйвер значительно продлевает срок службы аккумуляторов и делает СГМ «ИСЕТЬ» более универсальным по способам заряда.

Использование драйвера в светильнике позволяет, в случае необходимости, производить простую доработку уже имеющихся старых зарядных столов. Для этого достаточно установить на весь стол один единственный магистральный источник питания.

СГМ «ИСЕТЬ» также можно заряжать от выпускаемой предприятием универсальной зарядной панели типа ПЗС-1 «ИСЕТЬ», которая имеет 9 посадочных мест и ее можно устанавливать на большинство зарядных столов.

Освещение

Применяемый диод серии XP-J производства Cree (USA) имеет широкую диаграмму направленности и работает в паре со специально разработанным для него отражателем, вместе они обеспечивают конус света с углом более 90° , что обеспечивает хорошее боковое освещение. При этом освещенность по центру пятна, измеренная в конце рабочего периода в соответствии с приложением А2 (а) по ГОСТ Р 52066-2003, составляет в среднем 3000 Lx при требованиях 1500 Lx.

Используемый в фаре светодиод имеет хорошие цветовые характеристики нейтрально белого цвета, что в отличие от призрачно-голубого цвета многих диодов китайского производства обеспечивает хорошую цветовую различимость и комфорт.

Это важно при электромонтажных и взрывных работах.

В дополнение к светодиоду основного света СГМ «ИСЕТЬ» оснащается диодами экономного освещения, которые в отличие от других производителей, питаются от встроенного в фару преобразователя, это позволяет работать при низком напряжении на аккумуляторе вплоть до его полного разряда, увеличивая тем самым продолжительность свечения.

Назначение – индивидуальное освещение рабочего места, прием команд индивидуального и аварийного вызова; обеспечение определения положения шахтера в горных выработках; поиск шахтера за и под завалами; контроль за рудничной атмосферой с сигнализацией об опасных концентрациях контролируемых газов и передачей информации о газах на поверхность.

Область применения (согласно маркировке взрывозащиты, ПБ 05-618-03 и Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых») – в подземных выработках рудников и шахт, опасных по газу и пыли.

Преимущества:

- инновационная конструкция блока газа анализа и фары;
- конус света с углом более 90 (применяемый диод серии XP-J производства Cree (USA));
- применение специально разработанного отражателя;
- прекрасные цветовые характеристики нейтрально белого цвета;
- в два раза выше освещенность по центру пятна в конце рабочего периода;
- дополнительные диоды экономного освещения;
- заряд от любых источников напряжением в диапазоне от 4,8 В до 12 В;
- возможность установки блока газоанализаторов на метан, кислород и оксид углерода;
- звуковая сигнализация превышения концентрации газов;
- оснащение радио модулем приема сигналов системы СУБР-1П, системы позиционирования горнорабочих и транспорта СПГТ-41,

генератором поискового сигнала ГПС-1 для систем поиска (СПАС МИКОН);

- Li-Ion аккумуляторы (отсутствие эффекта «памяти»);
- отсутствие эффекта «перезаряда» аккумулятора благодаря встроенному контролеру заряда.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Преподаватель дает пояснения о цели работы, особенностях ее выполнения. Выдает каждому студенту одну на все лабораторные работы типовую рабочую схему вентиляции шахты в соответствии с возможной его будущей работой или по желанию. Типовые рабочие схемы вентиляции угольных и рудных шахт вычерчены на рабочих планшетах, вывешенных в лаборатории.

Студент вычерчивает схему на каждую лабораторную работу с рабочего планшета или ксерокопирует задание с полученной от преподавателя методички. На каждое занятие студент приходит с подготовленной рабочей схемой.

Преподаватель знакомит студента со способами автоматического измерения газоносности атмосферы. Лаборант выдает студентам методические пособия и приборы по каждой работе и принимает их по окончании работы.

Студент при выполнении лабораторной работы должен:

- получить рабочую схему от преподавателя, методички и приборы от лаборанта;
- ознакомиться с теоретическими положениями;
- изучить нормы по ПБ;
- ознакомиться с приборами и оборудованием;
- изучить методическую схему мест замера газовых параметров в шахте;
- провести замеры соответствующих газовых параметров в лаборатории;
- нанести места замера газовых параметров на выданную преподавателем рабочую схему вентиляции шахт;
- составить отчет по работе с учетом задания преподавателя по газовой съемке;
- защитить отчет.

5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГАЗОВОЙ СЪЕМКИ

При производстве замеров концентрации метана запрещается вблизи емкости с горючими газами допускать появление открытого огня или искр, т.к. горючие газы метановой группы способны взрываться при концентрации свыше 5 % по объему. При измерении концентрации газов химическими газоопределителями необходимо соблюдать осторожность при отламывании концов индикаторных трубок во избежание травмирования.

6. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по работе оформляется в специальных тетрадях. По каждому виду приборов изображается принципиальная схема их действия, и приводятся результаты замеров концентрации газов с одновременным сравнением с предельно допустимыми концентрациями, приведенными в ПБ 05-618-03.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Предназначение системы «Микон».
2. Сущность системы мониторинга.
3. Перечислить датчики горючих и токсичных газов.
4. Назвать стационарные датчики измерения метана.
5. Перечислить портативные датчики.
6. Принцип работы переносного ПДСВ.
7. Измерение метана головным переносным датчиком.

8. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федченко П. Н. Охрана труда в угольных шахтах / П. Н. Федченко, Ф. И. Евдокимов. – М.: Недра, 1987.
2. Правила безопасности в угольных шахтах : ПБ 05-618-03. – М. : Госгортехнадзор РФ, 2003.