$$\sigma_y \cdot k_K \geq [\sigma_{сж}] \cdot k_\phi,$$

где k_K - коэффициент концентрации при камерной системе разработки, $k_K=(b+a)/b$; k_ϕ – коэффициент формы, $k_\phi=b/h$ ($k_\phi = 3-7$); a – пролет камер, м (от 0,7 до 8 м); b – ширина междукammerного целика, м (от 0,5 до 6 м); h – высота целика, м ($h=0,7-4$ м).

Приведенные диапазоны величин учитывают возможные для Старобинского месторождения значения рассматриваемых параметров. Коэффициент формы имеет высокие значения (от 3), поскольку при использовании бурошнековых установок ширина целика 0,5 м является минимальным расстоянием между скважинами, а круглая форма целика является максимально устойчивой. При использовании для проходки камер комбайнов типа ПК или «Урал» коэффициент формы может составлять $k_\phi = 1-2$, однако, такие варианты технологии исключены из рассмотрения (хотя принципиально могут иметь место), поскольку в этом случае охрана панельных выработок будет осуществляться выемкой «пустой породы» в камерах (содержание KCl в горной массе будет составлять ~ 5 %).

Для расчета вертикальных напряжений в зоне расположения панельных выработок получена зависимость

$$\sigma_y = 9.8\gamma H \cdot k_{3КГ} \cdot k_{ОДЛ} \cdot k_{заш}$$

где $k_{заш}$ – коэффициент защитного действия камерной системы разработки по 12 с.с.:

$$k_{заш} = e^{(0,00055L+0,04)t_2} + 1,01^{t_2} - 2,05$$

где L – текущая координата (расстояние от краевой части массива до защищаемой выработки), м; t_2 – время прошедшее с момента начала разрушения камер, месяц.

Для разработанных зависимостей коэффициент корреляции составляет $\tau = 0,77$ при коэффициенте надежности 3,1.

Данные зависимости учитывают концентрацию напряжений от горных работ на 3 КГ, концентрацию напряжений от длинных очистных забоев нижерасположенных лав и защитное действие камерной системы разработки.

1. Буденный М.М., Чижилов Н.В., Солдатов А.И., Малакей А.Н., Репетенко М.В. Бурошневая добыча угля на шахтах Украины // Горные машины и автоматика. 2003, №10. С.2-4.
2. Методические указания по расчету и применению жестких естественных целиков различного назначения на калийных месторождениях / Сост. Нестеров М.П., Верткова С.К. - Л.: изд-во ВНИИГ, 1972.
3. Методические указания по расчету податливых междукammerных целиков на калийных месторождениях / Сост. Нестеров М.П. - Л.: изд-во ВНИИГ, 1982. – 104 с.
4. Шерман Д.И. К вопросу о напряженном состоянии междукammerных целиков // изв. АН СССР, 1952, №6-7, с.840-857, с.992-1010.

Красильников Е.А., Волкова К.Ю.

Актуальность использования устройств для мониторинга и контроля параметров окружающей среды, опасных веществ в бытовых, промышленных помещениях

*ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»
(Россия, Москва)*

doi:10.18411/spc-12-05-2019-10

idsp: sciencepublic-12-05-2019-10

В настоящее время остро встал вопрос обеспечения безопасности человека и с экологической точки зрения, и в процессе его повседневной деятельности. Одним из аспектов этого является контроль за содержанием опасных и загрязняющих веществ.

Во многом это относится к бытовым и производственным помещениям, ведь по статистике только за последние четыре года в России произошло двадцать два случая взрыва газа с человеческими жертвами в многоквартирных домах [1]. В жилых домах и квартирах используется газ, в состав которого входит метан и ряд дополнительных компонентов. Предварительная очистка газа и добавление в него примесей необходима для обеспечения максимальной безопасности использования инженерных систем в домах. Метан выступает основой топлива, содержание которого может составлять 70-98 %. Также в газе присутствуют бутан, пропан, углекислый газ, пары воды, сероводород.

Метан – это природный газ. Его химическая формула – CH_4 . Этот газ малорастворим в воде, намного легче воздуха и не имеет цвета и запаха. Накапливаясь в закрытом помещении, метан взрывоопасен при концентрации в воздухе от 4,4 до 17 %. Наиболее взрывоопасная концентрация 9,5 %. Для того, чтобы заметить утечку метана и предотвратить возникновение аварийных ситуаций, возгораний и взрывов в него добавляют специфический аромат путем добавления одорантов. Одоранты – это вещества, хорошо распознающиеся человеческим обонянием. Метан с запахом намного безопаснее при эксплуатации в жилых и промышленных помещениях [2].

В настоящий момент для предотвращения последующих взрывов газов и сокращения количества человеческих жертв в жилых помещениях устанавливаются газосигнализаторы. Газосигнализатор – прибор подачи аварийного сигнала при достижении предельно допустимой концентрации газа в воздухе [3]. Контроль над содержанием газового компонента производится непрерывно, измеряя при этом концентрацию горючего вещества в однородной смеси и сравнивая её с минимальным и максимальным пределом. Газосигнализаторы бывают переносными, стационарными или встроенными.

Сигнализаторы газа устанавливаются в помещениях, где возможно скопление вредных веществ, обычно на промышленных предприятиях. Традиционные газоанализаторы способны улавливать скопление угарного газа, пропана и природного газа (метана). Работа сигнализаторов газа основывается на различных датчиках: термомеханических, оптических или электромеханических, и их функциональным назначением является:

- световая и звуковая сигнализация;
- отключение подачи газа с помощью электромагнитного клапана;
- включение вытяжного устройства;
- подача сигнала на пожарный или диспетчерский щит.

Основным различием между газоанализаторами является вид улавливаемого газа. Самыми распространенными бытовыми сигнализаторами являются газоанализаторы для:

- угарного газа;
- метана;
- пропана.

Комбинированные газоанализаторы, способные улавливать сразу несколько видов газа.

Наиболее распространённым и целесообразным оказывается контроль метана в помещениях и шахтах, так как он является взрывоопасным газом и в высоких концентрациях вызывает удушье. Однако, его мониторинг в окружающей среде и атмосфере также важен, так как он относится к основным парниковым газам, наряду с углекислым газом и парами воды. Их повышенная концентрация и парниковый эффект приводит к глобальному потеплению и росту сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, психологических расстройств [4]. Хотя метан слабо токсичен и содержится в приземном слое атмосферы в низких концентрациях, его контроль – достаточно важная задача.

Следующим, наиболее востребованным для контроля газом, как внутри помещений, так и в атмосферном воздухе, является угарный газ CO . Оксид углерода –

не имеющий запаха и бесцветный ядовитый газ, возникающий при неполном сгорании органических соединений. Острая необходимость в применении датчиков контроля концентрации угарного газа в частном секторе, где в домах находятся печи/камины. При недостаточном количестве кислорода в области горения, СО не сгорает и распределяется по помещению. При кратковременном воздействии могут возникать головокружение, тошнота и слабость. При более длительном – нарушение дыхания, тахикардия, судороги и потеря сознания, что в свою очередь может привести к смерти.

В атмосфере контроль этого параметра также необходим, так как он выделяется в атмосферу в больших количествах в результате сжигания топлива и выбросов промышленными предприятиями. В настоящее время в результате деятельности человека в атмосферу поступает около 300 миллионов тонн угарного газа в год. Оксид углерода относится к числу восьми наиболее опасных и распространённых категорий загрязняющих веществ [4] в частности ввиду того, что образует стойкое соединение с гемоглобином [5]. Из-за этого нарушаются процессы транспортировки кислорода в организме, в следствие чего возникает гипоксия тканей, обморок, асфиксию дыхательных путей и смерть. Таким образом, использование датчиков концентрации угарного газа важно как на уровне индивидуального пользования, так и на уровне контроля параметров окружающей среды государственными органами и предприятиями.

Существует большое количество параметров, которые необходимо контролировать в воздухе, так как они имеют большое значение для благоприятной жизни человека. В Западной Европе выделяется 28 особо опасных химических элементов, соединений и их групп, в которые входят как органические, так и неорганические вещества. Они включены в международный реестр потенциально токсичных химических веществ и их мониторинг является приоритетным. В соответствии со статьёй 42 Конституции РФ «Каждый гражданин России имеет право на благоприятную окружающую среду и на достоверную информацию о ее состоянии». При этом государственный мониторинг атмосферного воздуха (контроль концентрации загрязняющих веществ) является составной частью государственного экологического мониторинга. Подобный контроль на территории Москвы осуществляет государственное природоохранное бюджетное учреждение «Мосэкомониторинг». Проанализировав параметры, по которым осуществляется контроль на территории Москвы, были выявлены наиболее приоритетные: СО – угарный газ, NO₂ – диоксид азота, SO₂ – сернистый ангидрид, O₃ – озон, H₂S – сероводород.

Все рассматриваемые параметры входят в число 28 особо опасных химических элементов. Например, диоксид азота – устойчивый токсичный газ желтого цвета, при постоянном вдыхании которого воздействует на печень, лёгкие и кровь, приводя, даже, к необратимым последствиям. В большом количестве он выделяется в результате человеческой деятельности, в частности, при работе электростанций и использовании автотранспорта. Общий выброс оксидов азота в год в мире превышает 50 млн. т [6]. Озон – вредный компонент городского смога, который чрезвычайно ядовит и имеет первый класс опасности. Его воздействие приводит к болезням и изменению функции лёгких, старению. Озон в сочетании с производными оксидов азота раздражают носоглотку, приводят к спазмам грудной клетки [7]. Диоксид серы – бесцветный газ с острым запахом, который также выделяется в атмосферу в результате работы теплоэлектростанций и при сжигании нефтепродуктов. Его повышенное и даже среднее содержание в воздухе оказывает пагубное влияние на фауну и способствует образованию кислотных дождей. Воздействие сернистого ангидрида в концентрациях, превышающих ПДК, приводит к возникновению осложнений болезней дыхательных путей, нарушению функции дыхания и воспалению бронхов и носоглотки. Сероводород – бесцветный газ с неприятным запахом, пары которого в сочетании с воздухом образуют взрывоопасные смеси. При его воздействии могут наблюдаться обмороки, удушья, боли в глазах вплоть до летального исхода при длительном воздействии.

Установлена прямая зависимость между уровнем загрязнения воздуха и такими заболеваниями, как поражение верхних дыхательных путей, сердечная недостаточность, бронхиты, астма, пневмония, эмфизема легких, а также болезни глаз. Следовательно, мониторинг всех вышеописанных параметров является важной и актуальной задачей как для отдельного человека, так и для государства в целом. Для упрощения измерений концентрации вредных веществ в атмосфере и наличия таких веществ в помещениях разрабатываются автоматизированные комплексы и приборы, которые осуществляют их постоянный мониторинг при минимальном участии человека. В частности, с 2010 года на территории РФ действует распоряжение, подписанное В.В. Путиным, определяющее стратегию деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года. Этот документ определяет направления развития деятельности в области метеорологии, мониторинга состояния окружающей среды и приоритетной задачей является модернизация и техническое перевооружение всех элементов системы наблюдения за состоянием окружающей среды (совершенствование систем получения, сбора, анализа и обработки данных) [8].

В настоящее время ведутся две работы по разработке автоматизированных систем мониторинга описанных веществ. Первая работа нацелена на разработку автоматизированного метеорологического комплекса, который помимо измерения параметров окружающей среды будет нацелен на определение концентрации таких вредных веществ, как CO, NO₂, SO₂, O₃ и H₂S, и передачу всех измеренных параметров оператору в центре мониторинга. Вторая работа ведётся в области разработки газосигнализатора, применяемого в жилых и производственных помещениях, измеряя при этом концентрацию взрывоопасных и горючих газов, таких как угарный газ и метан.

1. Статистика взрывов газа с человеческими жертвами [интернет-ресурс] <http://tass.ru/info/4255543> (дата обращения 29.04.2019)
2. Метан и его химические свойства [интернет-ресурс] http://www.niikm.ru/articles/element_articles/methane/ (дата обращения 03.05.2019)
3. Определение и принцип работы газосигнализатора [интернет-ресурс] <https://dic.academic.ru/dic.nsf/emergency/435/Газосигнализатор> (дата обращения 07.05.2019)
4. Калюкова Е.Н. Экологический мониторинг атмосферы: практикум для бакалавров направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» по профилю «Инженерная защита окружающей среды». – Ульяновск: УлГТУ, 2015. – 131 с.
5. Павлов А.Н. Экология: рациональное природопользование и безопасность жизнедеятельности [Текст]: учебное пособие/ А.Н. Павлов. – М.: Высшая школа, 2005. – 343 с.
6. Глазунов В.И. Санитарная оценка загрязнения атмосферы оксидами азота [Текст] / В.И. Глазунов, А.Б. Магид // Нефтяное хозяйство. – 2006. – №1. – С. 117 – 119.
7. Луценкова Е.О. Оценка и прогноз качества атмосферного воздуха в районе ямбургского нефтегазоконденсатного месторождения [Текст]: Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук – М.: РУДН, 2016. – 143 с.
8. Стратегия деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года: распоряжение от 3 сентября 2010 г. № 1458-р.

Лейсле А.В.

**Блок-схема обоснования безопасных параметров систем разработки
месторождений в сейсмически активных районах**

*Санкт-Петербургский горный университет
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi:10.18411/spc-12-05-2019-11

idsp: sciencepublic-12-05-2019-11

Множество месторождений мира и России располагаются в районах, характеризующихся интенсивно расчлененным рельефом, повышенной сейсмической активностью и сложной тектонической обстановкой (рудники ОАО