

УДК 622.817

Е. В. КОШЕЛЕВА, М. В. КРАВЧЕНКО

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

АНАЛИЗ ПРИЧИН ВЗРЫВОВ МЕТАНОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ В ПОДЗЕМНЫХ ГАЗООТСАСЫВАЮЩИХ УСТАНОВКАХ

Аннотация. В статье приведены результаты анализа аварий, связанных с взрывами метановоздушных смесей в подземных газоотсасывающих установках, а также раскрыты причины взрывоопасности этих установок и пути проникновения в них высокотемпературных источников. Обоснован переход от эпизодического контроля содержания метана в трубопроводах подземных газоотсасывающих установок к автоматическому контролю с применением газоанализаторов непрерывного действия.

Ключевые слова: шахта, метан, газоотсасывающая установка, взрывоопасность, авария, газоанализатор, контроль.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Стратегической линией развития подземной добычи угля стало максимально возможное повышение нагрузки на выемочные участки. Одним из сдерживающих факторов такого направления является высокая газообильность выемочных участков многих шахт, в том числе и находящихся на Донбассе [1].

В настоящее время широкое применение на угольных шахтах, обрабатывающих пласты механизированными комплексами, находит способ снижения газообильности, связанный с изолированным отводом из выработанного пространства метановоздушных смесей (МВС) с концентрацией, которая не достигла нижнего предела взрываемости (до 3,5 % об.). Отвод осуществляется с помощью газоотсасывающих установок, что позволяет существенно (более чем в два раза) увеличить допустимую по газовому фактору добычу угля [2, 3].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Детальное изучение публикаций, раскрывающих специфику изолированного отвода МВС из выработанного пространства, показывает, что в таких газотранспортных системах возможно появление взрывоопасных уровней содержания метана [4, 5]. Это создает потенциальную угрозу аварий при наличии высокотемпературных источников, способных воспламенить перемещаемые по трубопроводам смеси [6]. Данные обстоятельства нашли отражение в материалах расследования ряда аварий в угольных шахтах, но они не раскрывают общих закономерностей, позволяющих обоснованно подойти к решению вопроса обеспечения безопасного применения подземных газоотсасывающих установок.

ЦЕЛЬ

Цель данной работы заключается в обобщении сведений о взрывах МВС в подземных газоотсасывающих установках и выявлении факторов, оказывающих влияние на появление таких аварийных событий.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Изолированный отвод метановоздушных смесей крайне опасен при их транспортировке по трубопроводу газоотсасывающей установки, когда концентрация метана достигает значений 5...15 % об. и появляется источник воспламенения этой смеси (рисунок) [7].

© Е. В. Кошелева, М. В. Кравченко, 2019

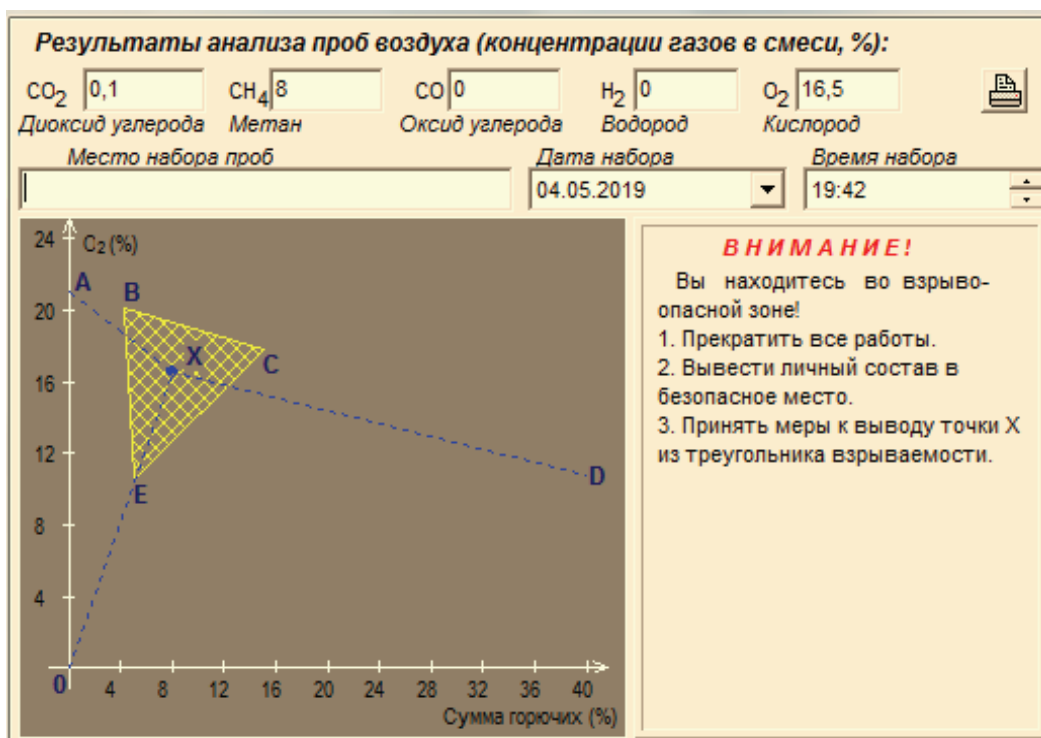


Рисунок – Пример треугольника «взрываемости» для пробы рудничного воздуха (точка X): кислород – 16,5 %, метан – 8 %, диоксид углерода – 0,1 %.

Примером может служить авария, которая произошла 9 мая 2007 г. в Украине в шахте «Краснолиманская». В газоотсасывающем трубопроводе вентиляторной установки ВМЦГ-7 произошел взрыв МВС. Причиной взрыва явилось воспламенение метана, выделившегося из дегазационной скважины при извлечении бурового инструмента, и попадание его в газоотсасывающий трубопровод. Взрывная МВС в трубопроводе образовалась в результате непрогнозируемого повышенного выделения метана из выработанного пространства [8].

Аналогичные аварии происходили и в угольных шахтах России [9].

Рассмотрение аварий, связанных с изолированным отводом метана при помощи подземных газоотсасывающих установок показало, что основными причинами их возникновения является образование взрывоопасных концентраций метановоздушных смесей в газоотсасывающих трубопроводах, формирование опасного скопления метана на выемочном участке вследствие неэффективного отвода метана из выработанного пространства и распространение газовых смесей по горным выработкам. При этом источниками воспламенения МВС могут быть электрические искры, фрикционные искры при ведении горных работ, искры от сварочных работ (на газоотсасывающих установках), тепловое воздействие на элементы газоотсасывающей установки (пожар, мощный электрический ток, перегрев агрегатов тяги и др.), горение МВС на входе и выходе газотранспортной системы и другие высокотемпературные источники. Кроме того, отсутствие постоянного контроля качества герметичности и целостности трубопровода газоотсасывающей установки увеличивает вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Газоотсасывающие установки должны работать непрерывно. Их остановка приводит к переходным процессам, которые могут способствовать загазированию горных выработок [10]. Так, прекращение электропитания газоотсасывающего вентилятора сопровождается быстрым (в течение 10–15 мин) ростом содержания метана в выработанном пространстве. Поэтому необходимо при проектировании изолированного отвода метана предусматривать мероприятия, обеспечивающие непрерывную работу газоотсасывающих установок.

Измерение содержания метана в газоотсасывающих установках производится в основном с помощью шахтных интерферометров, которые являются приборами эпизодического действия. Такой вид измерений легко реализуется на практике, но обладает существенным недостатком, связанным с низкой оперативностью получения информации о случаях опасного загаживания газотранспортных систем.

Следует отметить, что при длине трубопровода газоотсасывающей установки в 500 м и средней скорости движения смеси в 20 м/с уже через 30 секунд может произойти загазирование всей газотранспортной системы до взрывоопасных значений. Если сопоставить принятую на практике периодичность эпизодического контроля равную одному часу с временем загазирования указанной системы, то легко установить несоответствие между циклами измерений и безопасностью газоотсоса. Исключить это несоответствие позволяет непрерывный контроль газовой опасности транспортируемой смеси на основе автоматических анализаторов метана [8].

Таким образом, можно констатировать, что для повышения безопасности применения подземных газоотсасывающих установок в нынешних условиях имеются достаточно обоснованные предпосылки.

ВЫВОДЫ

1. В газоотсасывающих установках могут спорадически формироваться взрывоопасные концентрации метана.
2. В подземных газоотсасывающих установках взрывы МВС происходят в подавляющем большинстве в их газотранспортных трубопроводах.
3. Поджигание взрывчатых МВС в подземных газоотсасывающих установках происходит из-за неудовлетворительной герметизации фланцевых соединений или повреждений трубопроводов.
4. Эпизодический контроль содержания метана не позволяет своевременно обнаружить наличие взрывоопасных смесей в трубопроводах подземных газоотсасывающих установок.
5. Для повышения оперативности контроля взрывоопасности смесей, транспортируемых с помощью газоотсасывающих установок, необходимо оснащение этих установок автоматическими анализаторами метана непрерывного действия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Угольная отрасль Украины: энергоресурсы, ретроспектива, состояние, проблемы и стратегия развития [Текст] / В. С. Топалов, Б. А. Грядущий, С. Я. Петренко. – Донецк : ООО «Алан», 2005. – 408 с.
2. Расследование и предотвращение аварий на угольных шахтах [Текст] : в 3 т. / [А. М. Брюханов, В. И. Березинский, В. П. Колосюк и др.] ; под ред. А. М. Брюханова. Т. I. – Донецк : Норд-Пресс, 2004. – 548 с.
3. Балинский, Б. В. Исследование эффективности и безопасности изолированного отвода метана из выработанных пространств с помощью газоотсасывающих вентиляторных установок [Текст] : автореф. дисс. на соискание степени канд. техн. наук. : спец. 05.26.01 / Б. В. Балинский. – Москва : МГИ, 1975. – 17 с.
4. Управление газовой выделением на угольных шахтах [Текст] / С. Г. Калиев, Е. И. Преображенская, В. А. Садчиков и др. – М. : Недра, 1980. – 221 с.
5. Повышение взрывобезопасности выемочных участков угольных шахт, применяющих отвод метана с помощью газоотсасывающих установок [Текст] / В. П. Колосюк, Ю. В. Товстик, О. Г. Болтунов // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах : сб. науч. тр. – 2011. – Вып. I (27). – С. 68–86.
6. Взрывопожаробезопасность горного оборудования [Текст] / С. П. Ткачук, В. П. Колосюк, С. А. Ихно. – К. : Основа, 2000. – 696 с.
7. Решение задач техносферной безопасности в компьютерной системе «Вентиляция шахт» [Текст] / М. В. Кравченко, Н. М. Кравченко, П. С. Пашковский // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах : материалы XII Междунар. науч.- практ. конф. (Кемерово, 22–23 ноября 2017 г.). – Кемерово : КузГТУ. – 2017. – С. 117–1–117–8.
8. Основы технической реализации анализаторов метана для газоотсасывающих установок [Текст] / О. И. Кашуба, В. Н. Медведев, Е. В. Беляева, В. В. Артемов // Науковий вісник УкрНДІПБ. – 2011. – № 2(24) – С. 40–46.
9. Подготовка и разработка высокогазоносных угольных пластов [Текст] / А. Д. Рубан, В. Б. Артемьев, В. С. Забурдаев и др. – М. : Горное дело, 2011. – 501 с.
10. Обеспечение бесперебойности электроснабжения газоотсасывающих установок и вентиляторов местного проветривания [Текст] / А. М. Брюханов, В. П. Колосюк, Е. А. Вареник, В. Н. Савицкий // Уголь Украины. – 2013. – № 5. – С. 32–37.

Получено 01.03.2019

К. В. КОШЕЛЁВА, М. В. КРАВЧЕНКО
АНАЛІЗ ПРИЧИН ВИБУХІВ МЕТАНОПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ В
ПІДЗЕМНИХ ГАЗОВІДСМОКТУВАЛЬНИХ УСТАНОВКАХ
ДОНУ ВПО «ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

Анотація. У статті наведено результати аналізу аварій, пов'язаних з вибухами метаноповітряної суміші в підземних газовідсмоктувальних установках, а також розкрито причини вибухонебезпечності цих установок і шляхи проникнення в них високотемпературних джерел. Обґрунтовано перехід від епізодичного контролю вмісту метану в трубопроводах підземних газовідсмоктувальних установок до автоматичного контролю із застосуванням газоаналізаторів безперервної дії.

Ключові слова: шахта, метан, газовідсмоктувальна установка, вибухонебезпечність, аварія, газоаналізатор, контроль.

EKATERINA KOSHELEVA, MIKHAIL KRAVCHENKO
ANALYSIS OF THE CAUSES OF METHANE-AIR-MIXTURES EXPLOSIONS IN
UNDERGROUND GAS-ASSAYING INSTALLATIONS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article presents the results of the analysis of accidents related to the explosions of methane-air mixtures in underground gas-extracting installations, as well as the reasons for the explosion hazard of these installations and the ways of penetration of high-temperature sources into them. The transition from the episodic control of the methane content in the pipelines of the underground gas recovery units to the automatic control using gas analyzers of continuous action has been substantiated.

Key words: mine, methane, gas suction unit, explosion hazard, accident, gas analyzer, control.

Кошелева Екатерина Вадимовна – магистрант кафедры техносферной безопасности ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: безопасность работы газоотсасывающих установок.

Кравченко Михаил Валентинович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры техносферной безопасности ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: математическое моделирование аварийных вентиляционных режимов, оптимизация планов ликвидации аварий для промышленных объектов

Кошелева Катерина Вадимівна – магістрант кафедри техносферної безпеки ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: безпека роботи газовідсмоктувальних установок.

Кравченко Михайло Валентинович – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри техносферної безпеки ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: математичне моделювання аварійних вентиляційних режимів, оптимізація планів ліквідації аварій для промислових об'єктів.

Kosheleva Ekaterina – Master's student, Technosphere Safety Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientifics interests: safety of gas recovery units.

Kravchenko Mikhail – Ph. D. (Physical and Mathematical Sciences), Associate Professor, Technosphere Safety Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientifics interests: mathematical modeling of emergency ventilation modes, optimization of emergency response plans for industrial facilities.