

УДК 622.867:[622.411.3:543.27.05]

ОБ АВАРИЙНОСТИ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ И ПРИМЕНЕНИИ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ СОСТАВА ШАХТНОЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Агарков А. В., инженер 1 категории, аспирант

(Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР, г. Донецк, ДНР)

aleksander_agarkov@mail.ru

Выполнен комплексный анализ аварийности, в том числе подземных пожаров, взрывов газа и угольной пыли, на предприятиях угольной промышленности, анализ частоты и конкретных случаев применения дистанционного контроля состава шахтной среды в аварийных участках в ходе ликвидации аварий на горных предприятиях. Приведены примеры из практики ликвидации пожаров и других аварий, при которых имели место взрывы газозоодушных смесей, в то время как по результатам анализа дистанционно отобранных проб воздуха смесь была не взрывчатой, а также обратная ситуация, когда по результатам дистанционного контроля шахтной среды в аварийных участках наблюдалась взрывоопасная ситуация, а взрывов не было.

Ключевые слова: горная промышленность, угольная шахта, горноспасательная служба, аварийный участок, анализ аварийности, подземные пожары, взрывы газа и угольной пыли, газовая обстановка, дистанционный контроль состава шахтной среды.

Приоритетными направлениями экономического и социального развития Донецкой Народной Республики, Российской Федерации и ряда других стран на период до 2030 года предусматривается дальнейшее развитие угольной промышленности, которая является одной из ключевых отраслей народного хозяйства, залогом энергетической и государственной безопасности, гарантом бесперебойной и эффективной работы металлургической, коксохимической и других отраслей промышленности [1–9].

Основными требованиями со стороны органов государственной и исполнительной власти к горным предприятиям и подразделениям горноспасательной службы являются гарантиро-

ванное обеспечение безопасности работ, улучшение уровня охраны труда, пожарной и промышленной безопасности, а также повышение эффективности и безопасности ведения горноспасательных работ [10–12]. Последнее во многом зависит от качества и действенности применяемых технологий ликвидации аварий, методов организации и управления горноспасательными работами, а также уровня подготовленности подразделений горноспасательной службы и обслуживаемых ими шахт к оперативным действиям в аварийных ситуациях.

Разнообразие и сложность процессов возникновения и развития аварий, большой объем управляющей информации, высокая ответственность за принимаемые решения, необходимость гарантии того, что эти решения в любом случае будут правильными и эффективными – вот те условия, которые определяют деятельность руководителей ликвидации аварии и горноспасательных работ на угольных шахтах.

Горная промышленность Донбасса характеризуется сложностью горно-геологических условий и технологических процессов, добыча угля производится подземным способом, характеризующимся высокой трудоемкостью и большими эксплуатационными издержками. Функционирование угольных предприятий постоянно подвержено угрозам срыва или ухудшения работы из-за объективного и субъективного влияния внутренних и внешних факторов. Такими факторами являются изменчивость и непредсказуемость горно-геологических условий, сложные и опасные условия труда, высокая степень изношенности оборудования и прочее [13–14]. Несмотря на принимаемые меры по совершенствованию техники безопасности, угольная промышленность остается потенциально опасной по возникновению чрезвычайных ситуаций отраслю народного хозяйства.

Согласно статистическому материалу, предоставленному Департаментом Государственной военизированной горноспасательной службы Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики (далее – ГВГСС МЧС ДНР), на объектах, обслуживаемых ГВГСС МЧС ДНР (в прошлом – ГВГСС Министерства энергетики и угольной промышленности Украины), за период с 2000 по 2018 гг. произошло 2068 аварий и

аварийных ситуаций (в среднем – 109 аварий и аварийных ситуаций в год), в ликвидации которых принимали участие подразделения горноспасательной службы. Среди них 331 подземный пожар (в среднем – 18 подземных пожаров в год), 54 взрыва газа и угольной пыли (в среднем – три взрыва газа и угольной пыли в год), 46 внезапных выбросов угля и газа (в среднем – три внезапных выброса угля и газа в год), 288 обрушений горных выработок (в среднем – 15 обрушений горных выработок в год), 15 затоплений горных выработок (в среднем – одно затопление горных выработок в год), 186 аварий на поверхности (в среднем – 10 аварий на поверхности в год), 1148 аварийных ситуаций (в среднем – 60 аварийных ситуаций в год). Общий ущерб от происшедших за данный период аварий составил порядка 2454768 тыс. руб. (в среднем – 129198 тыс. руб. в год). Статистика аварийности на угольных шахтах за период с 2000 по 2018 гг. представлена в табл. 1.

Таблица 1

Статистика аварийности на угольных шахтах за период с 2000 по 2018 гг.

Наименование показателя	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Всего аварий и аварийных ситуаций	159	150	190	184	143	144	130	113	99
в том числе подземных пожаров, всего	39	38	38	32	21	23	16	18	19
взрывов газа и угольной пыли	4	4	3	0	2	1	2	2	5
внезапных выбросов угля и газа	3	7	4	1	1	5	3	3	2
обрушений горных выработок	15	24	30	32	24	17	18	13	25
затоплений горных выработок	0	0	1	2	1	2	1	0	0
аварий на поверхности	16	16	9	12	8	12	11	12	12
аварийных ситуаций	82	61	105	105	86	84	79	65	36
Общий ущерб от аварий, тыс. руб.	169487	400124	105586	20267,6	261689	63868,7	100887	92432,4	356447

Продолжение табл.1

Наименование показателя	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Всего аварий и аварийных ситуаций	112	86	93	80	80	111	50	25	84	35
в том числе подземных пожаров, всего	19	12	14	12	11	14	2	1	1	1
взрывов газа и угольной пыли	7	5	5	4	3	4	1	0	1	1
внезапных выбросов угля и газа	2	4	1	2	4	4	0	0	0	0
обрушений горных выработок	19	13	18	13	12	6	4	0	1	4
затоплений горных выработок	1	0	2	1	1	0	1	0	1	1
аварий на поверхности	10	8	13	6	9	12	3	5	6	6
аварийных ситуаций	54	44	40	42	40	71	39	19	74	22
Общий ущерб от аварий, тыс. руб.	126914	62608,3	142894	239890	155324	106614	43591	4258	179	1705

Весомую опасность для угольных шахт представляют подземные пожары, а также взрывы газа и угольной пыли. Согласно статистическим данным количества аварий и аварийных ситуаций за период с 2000 по 2018 гг., подземные пожары на угольных шахтах, обслуживаемых ГВГСС МЧС ДНР (в прошлом – ГВГСС Министерства энергетики и угольной промышленности Украины), по частоте возникновения составляют порядка 16 % аварий и аварийных ситуаций из общего количества и 45 % подземных аварий, встречающихся на предприятиях угольной промышленности. Взрывы газа и угольной пыли составляют порядка 2,6 % аварий и аварийных ситуаций из общего количества и 7,4 % подземных аварий. На рис. 1, 2 представлены динамика и распределение аварий и аварийных ситуаций (в т.ч. подземных аварий) по видам.

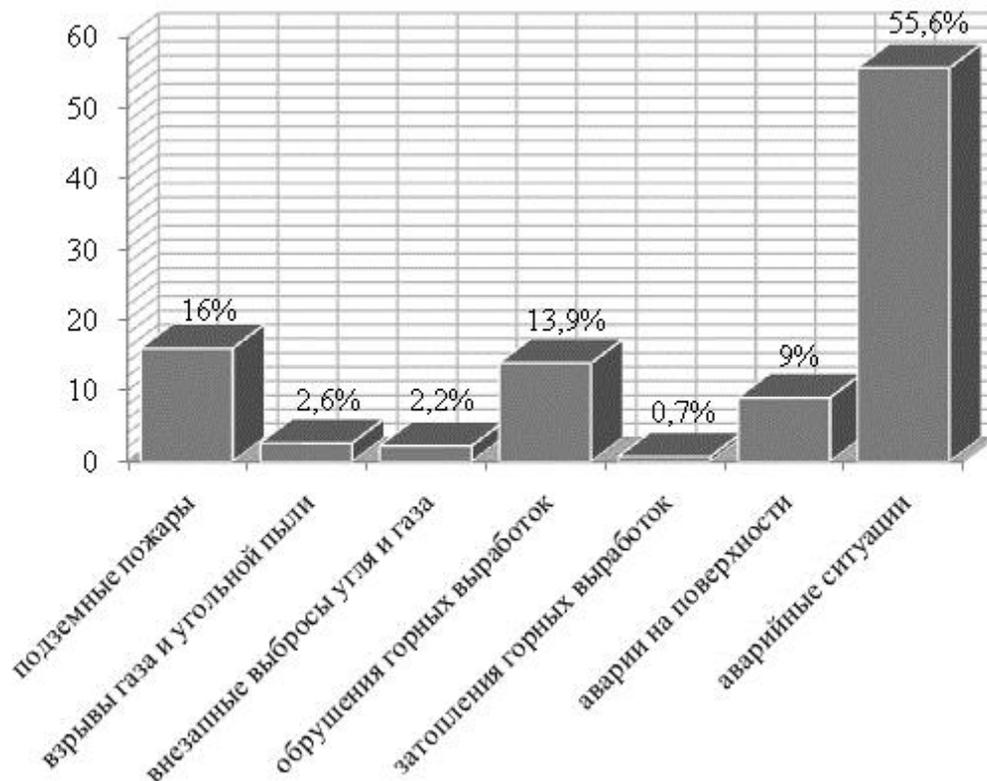


Рис. 1. Динамика аварий и аварийных ситуаций по видам

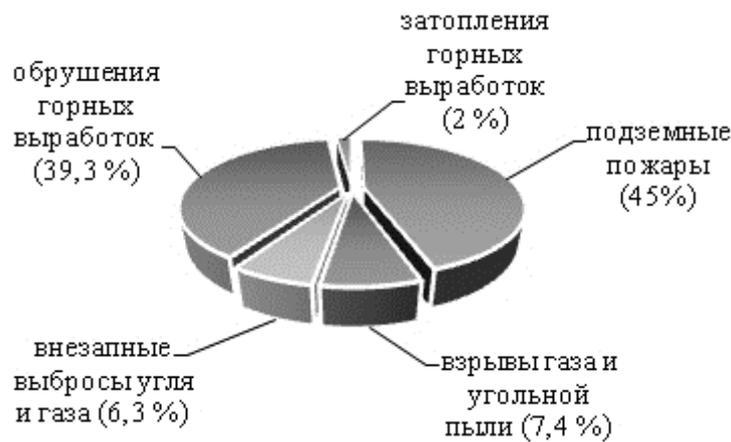


Рис. 2. Распределение подземных аварий по видам

Неудовлетворительное состояние пожарной безопасности не может объясняться только безответственностью руководителей и исполнителей работ. Оно связано с тенденцией развития горнодобывающей отрасли, с широким применением в подземных условиях шахт резинотехнических и синтетических материалов и

изделий: минерального масла, конвейерных лент, оболочек гибких электрических кабелей и других горючих материалов, которые в сочетании с углем и метаном создают горючую среду, способную воспламениться даже от кратковременного действия маломощных тепловых источников. Помимо наличия в горных выработках горючих материалов (деревянной крепи, резинокабельных изделий, масла и пр.), высокая пожароопасность угольных шахт также обусловлена насыщенностью очистных и подготовительных забоев электрическим и механическим оборудованием, нарушение правил эксплуатации которого может вызвать воспламенение горючих материалов, газообильностью угольных пластов и большим содержанием летучих веществ в угольной пыли, а также оставлением в выработанном пространстве целиков и отбитого угля, склонного к самовозгоранию [15, 16].

Особенно опасны пожары в газообильных шахтах, так как их тушение сопряжено с возможностью взрыва газовой смеси из-за возможных ее скоплений в районе действующего пожара до взрывоопасных концентраций [15, 16].

Согласно предоставленным Департаментом горнотехнического надзора Государственного Комитета горного и технического надзора Донецкой Народной Республики сведениям о категоричности шахт на 2019 год, из общего числа угольных шахт Донбасса (в т.ч. входящих в структуру Министерства угля и энергетики Донецкой Народной Республики, карта расположения которых представлена на рис. 3), которое составляет: 19 шахт (входящих в состав государственных предприятий как обособленные подразделения), семь шахт (крупных самостоятельных), 29 шахт (малых частных), шесть шахт (входящих в состав ГП «Донбас-суглереструктуризация»); семь шахт отнесены к сверхкатегорным, одна шахта к третьей категории по метану, семь шахт ко второй категории, 28 шахт к первой категории по метану, три шахты не газовые, 15 шахт являются опасными по внезапным выбросам угля и газа, 14 шахт отнесены к опасным по взрывчатости угольной пыли.

На рис. 4 представлена диаграмма распределения шахт, подконтрольных Государственному Комитету горного и технического надзора Донецкой Народной Республики, на 2019 год по категориям (по метанообильности).

ных шахт Донбасса, начатой в 2014 г. Однако доля этого вида подземных аварий в процентном соотношении все так же занимает лидирующую позицию с показателем – 45 %.

Взрывы газа и угольной пыли в шахтах являются одним из самых опасных видов аварий. Взрывная волна, распространяясь по выработкам, разрушает крепь, в результате чего образуются завалы, в ряде случаев преграждающие выход пострадавших из охваченных взрывом участков и проход к ним вспомогательных горноспасательных команд. Застигнутые аварией люди подвергаются угрозе поражения взрывной волной, а также опасности отравления ядовитыми продуктами взрыва [17]. Взрывы газа и угольной пыли в шахтах Донбасса в среднем случаются 2...3 раза в год и составляют 7,4 % подземных аварий.

При ликвидации пожаров и последствий взрывов газа и угольной пыли нередко возникают условия, опасные для жизни горноспасателей. Соответственно, подразделениям горноспасательной службы нередко приходится использовать, имеющуюся в настоящее время на оснащении, систему дистанционного контроля состава шахтной среды с целью получения данных о газовой обстановке (содержание горючих и взрывоопасных газов) в аварийных участках (выработках) угольных шахт.

Применение данной системы регламентировано нормативными правовыми и ведомственными документами [18–22].

Согласно Уставу [18], на протяжении всего времени выполнения работ по тушению подземного пожара необходимо осуществлять проверку состава шахтного воздуха и контролировать его температуру. Памятка руководителю горноспасательных работ [18] гласит о том, что на аварийном участке необходимо организовывать контроль газовой обстановки путем дистанционного отбора проб шахтного воздуха. Периодический контроль шахтной среды следует производить путем отбора и анализа проб шахтного воздуха в специализированной газоаналитической лаборатории. При этом следует определять концентрацию метана, оксида углерода, диоксида углерода, кислорода, водорода, а при необходимости – других газов. Места, количество и периодичность отбора проб шахтного воздуха определяются ответственным руководителем работ по ликвидации аварии и руководителем горноспасательных работ [18].

На сегодняшний день дистанционный контроль состава шахтной среды заключается в дистанционном отборе проб газозвушной смеси по специально проложенному трубопроводу с последующим их анализом в специализированной газоаналитической лаборатории. Система дистанционного отбора проб состоит из побудителя расхода (установки эжекторной или вакуум-насоса), пробоотборного трубопровода (газовой магистрали), а также вспомогательных приспособлений и инструментов (штуцеров для соединения труб, влагоотделителей, фильтров и т.п.). Принцип используемого способа дистанционного отбора проб основан на непрерывном прокачивании газозвушной смеси через пробоотборный трубопровод благодаря разрежению, создаваемому установкой эжекторной или вакуум-насосом. За время прокачивания пробы происходит продувка линии дистанционного отбора проб, достаточная для получения пробы.

Перечень оборудования для дистанционного отбора проб шахтного воздуха приведен во Временных нормах [23]. Способ и технические средства для дистанционного отбора проб шахтного воздуха были разработаны в результате выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проводимых в 70...80-е годы прошлого столетия научными сотрудниками и инженерами Всесоюзного научно-исследовательского института горноспасательного дела, а также других научно-исследовательских организаций и горноспасательных подразделений.

Согласно предоставленному Департаментом ГВГСС МЧС ДНР материалу об аварийности, анализе аварий и проведении горноспасательных работ на предприятиях, обслуживаемых подразделениями ГВГСС МЧС ДНР (в прошлом – ГВГСС Министерства энергетики и угольной промышленности Украины) за период с 2000 по 2018 гг., был выполнен анализ частоты и приведены конкретные случаи применения дистанционного контроля состава шахтной среды при авариях в угольных шахтах. Статистика применения дистанционного контроля состава шахтной среды на горных предприятиях за период с 2000 по 2018 гг. приведена в табл. 2.

Таблица 2

Статистика применения дистанционного контроля состава шахтной среды на горных предприятиях за период с 2000 по 2018 гг.

Дата	Шахта (шахтоуправление, подразделение), государственное предприятие	Аварийный участок (аварийная выработка)	Вид аварии
07.02.2003	Шахта «Вергелевская» ГП «Луганскуголь»	4-я восточная лава пл. L ₆	Пожар
11.05.2003	Шахта «Самсоновская- Западная» ГП «Краснодонуголь»	3 восточная лава пл. K ₂ ^H	Пожар
04.12.2003	Шахта им. Ф.Э. Дзержинского ГП «Ровенькиантрацит»	Обходная откаточного штрека № 41 пл. H ₈	Пожар
20.04.2004	Шахта им. 50-летия СССР ГП «Краснодонуголь»	Сопряжение главного венти- ляционного ходка и западного конвейерного ходка	Пожар
04.07.2004	Шахта «Самсоновская- Западная» ГП «Краснодонуголь»	3 западная лава пл. K ₂ ^H	Пожар
19.07.2004	ГП «УК «Краснолиманская»	11 южная лава центрального уклона пл. l ₃	Взрыв газа
16.08.2004	Шахта им. 60-летия ВОСР ГП «Шахтерскантрацит»	Сопряжение 11 восточного вентиляционного штрека и 11 восточной лавы пл. m ₃	Пожар
15.11.2004	Шахта им. В.И. Ленина ГП «Артемуголь»	Выемочный участок № 84-бис	Пожар
18.11.2004	Шахта «Перевальская» ГП «ЛУР»	20 западный откаточный штрек пл. K ₅	Пожар
04.12.2004	Шахта им. Н.П. Баракова ОАО «Краснодонуголь»	8-й южная лава пл. K ₅ ^H	Пожар
27.03.2005	Шахта «Самсоновская-Западная» ОАО «Краснодонуголь»	Забой тупиковой части люд- ского уклона пл. K ₂	Пожар
28.05.2005	Шахта № 5 АО «Ждановкауголь»	Конвейерный наклонный ствол	Пожар
17.08.2005	Шахта им. А.Ф. Засядько	12 западный вентиляционный штрек пл. l ₁	Пожар
03.07.2006	Шахта «Юбилейная» ОАО «Павлоградуголь»	578 сборный штрек пл. C ₆	Пожар
01.02.2007	Шахта «Самсоновская- Западная» ОАО «Краснодонуголь»	Сопряжение восточного ярус- ного конвейерного штрека с монтажной камерой 4 восточ- ной лавы пл. K ₂ ^H	Пожар
26.02.2007	Шахта «Дуванная» ОАО «Краснодонуголь»	4 западная лава пл. K ₂	Пожар
18.11.2007	Шахта им. А.Ф. Засядько	13 восточная лава пл. l ₁	Взрыв газа
14.12.2007	ГП «УК «Краснолиманская»	Конвейерный ходок западной лавы пл. l ₃	Пожар

Продолжение табл. 2

Дата	Шахта (шахтоуправление, подразделение), государственное предприятие	Аварийный участок (аварийная выработка)	Вид аварии
17.10.2008	ОАО «Угольная компания «Шахта Красноармейская-Западная № 1»	1 северная лава блока № 2	Пожар
17.03.2009	Шахта «Щегловская-Глубокая» ПАО «Шахтоуправление «Донбасс»	4 западная лава пл. l_1	Пожар
27.05.2009	Шахта «Западно-Донбасская» ОАО «Павлоградуголь»	1021 лава пл. C_{10}^B	
17.03.2010	Шахта им. А.Г. Стаханова ГП «Красноармейскуголь»	1 северная лава группового уклона пластов l_1-l_3 блока 2	Пожар
23.09.2010	Шахта «Пионер» ГП «Добропольеуголь»	2 северная лава пл. m_4^2	Пожар
18.07.2011	Шахта им. А.И. Гаевого ГП «Артемуголь»	Участок № 114	Пожар
22.10.2011	Шахта «Днепровская» ПАО «ДТЭК Павлоградуголь»	1086 бортовой штрек выемочного участка пл. C_{10}	Взрыв газа
02.02.2012	ОП «Шахта им. М.И. Калинина» ГП «ДУЭК»	2 восточная лава центрального панельного уклона (ЦПУ) пл. h_{10}	Пожар
30.03.2012	Шахта «Степная» ГП «Львовуголь»	120 конвейерный штрек лавы № 1190	Пожар
19.04.2012	Шахта «Западно-Донбасская» ПАО «ДТЭК Павлоградуголь»	1010 сборный штрек выемочного участка пл. C_{10}	Взрыв газа
27.07.2012	Шахта «Северная» ГП «Дзержинскуголь»	Выемочный участок № 71 пл. l_5	Пожар
16.09.2012	Шахта «Самсоновская-Западная» ОАО «Краснодонуголь»	6 восточный конвейерный уклон пл. k_2^H	Пожар
14.04.2013	Шахта «Южная» ГП «Дзержинскуголь»	Откаточный штрек участка № 123 пл. k_4	Пожар
11.09.2013	Шахта им. Артема ГП «Луганскуголь»	4 восточный штрек пл. k_6	Взрыв газа
19.09.2013	Шахта № 22 «Коммунарская» ПАО «Шахтоуправление «Донбасс»	12 западный вентиляционный штрек пл. k_5	Пожар
05.08.2014	Шахта «Пионер» ГП «Добропольеуголь»	Вентиляционный штрек 3 северной лавы пл. m_4^2	Пожар

На основании предоставленного Департаментом ГВГСС МЧС ДНР материала об аварийности в угольных шахтах, анализе аварий и горноспасательных работ на предприятиях, обслуживаемых подразделениями горноспасательной службы, карт учета ава-

рий, сведений о результатах работы горноспасательной службы, а также на основании анализа отчетов, научной литературы и специальных литературных источников, установлено, что недостатком существующего способа и применяемых технических средств является невысокая достоверность отобранных проб, так как в практике ликвидации пожаров, последствий взрывов газа и угольной пыли, а также других аварий имеют место случаи взрывов газозвоздушной смеси, в то время как по результатам анализа дистанционно отобранных проб шахтного воздуха смесь была не взрывчатой, а также обратная ситуация, когда по результатам дистанционного контроля состава шахтной среды в аварийном участке наблюдалась взрывоопасная ситуация, а взрывов не было.

Так, в ходе оценки ведения горноспасательных работ и ликвидации ряда аварий (например, на шахте «Вергелевская» ГП «Луганскуголь» вследствие происшедшего пожара 07.02.2003 г.) установлено, что смесь горючих газов на аварийных участках являлась взрывоопасной, в то время как результаты дистанционно отобранных проб указывали на отсутствие угрозы взрыва из-за крайне неудовлетворительной организации дистанционного контроля состава шахтной среды, а также неудовлетворительной организации работы специализированной газоаналитической лаборатории в период ликвидации аварии.

На шахте им. А.Ф. Засядько 01.12.2007 г. в аварийном участке 13 восточной лавы пласта l_1 произошел взрыв газозвоздушной смеси, в то время как результаты анализа проб шахтного воздуха в контролируемых местах, отобранные до взрыва, составляли: метан (CH_4) – 2,7 %; окись углерода (CO) – 0,2 %; углекислый газ (CO_2) – 0,7 %; кислород (O_2) – 18,5 %; водород (H_2) – 0 %. Следовательно взрывоопасного содержания горючих газов в контролируемых местах не было. Это же повторилось на следующий день. 02.12.2017 г. в аварийном участке 13 восточной лавы пласта l_1 снова произошел взрыв газозвоздушной смеси. При этом результаты анализа отобранных проб шахтного воздуха указывали на отсутствие взрывоопасного содержания горючих газов в контролируемых местах: метан (CH_4) – 2,4 %; окись углерода (CO) – 0,008 %; углекислый газ (CO_2) – 1,0 %; кислород (O_2) – 19,7 %; водород (H_2) – 0 %.

Также в ряде случаев наблюдалась обратная ситуация. Так, например, при ликвидации пожара в 120 конвейерном штреке лавы № 1190 на шахте «Степная» ГП «Львовуголь» наблюдалась взрывоопасная концентрация газовоздушной смеси: метан (CH_4) – 9,84 %; окись углерода (CO) – 0,3 %; кислород (O_2) – 15,6 %; водород (H_2) – 0,26 %, однако взрыва не произошло.

Определение взрываемости смеси горючих газов при подземных пожарах и других авариях производится с помощью треугольника взрываемости. Методика расчета изложена в Уставе [18].

Для упрощения расчета треугольника взрываемости смеси горючих газов подразделениями горноспасательной службы используются различные программные системы и комплексы, например, «РЕВОД» (разработчики – В. И. Назаренко, В. В. Лукин, А. Ю. Иванов, Н. С. Почтаренко, И. А. Турута, Д. А. Охрименко, О. В. Жебелев) [24, 25], «Вентиляция шахт» (разработчики – Н. М. Кравченко, М. В. Кравченко) [26 – 28] и прочие. Внешний вид программы для расчета треугольника взрываемости смеси горючих газов представлен на рис. 5.

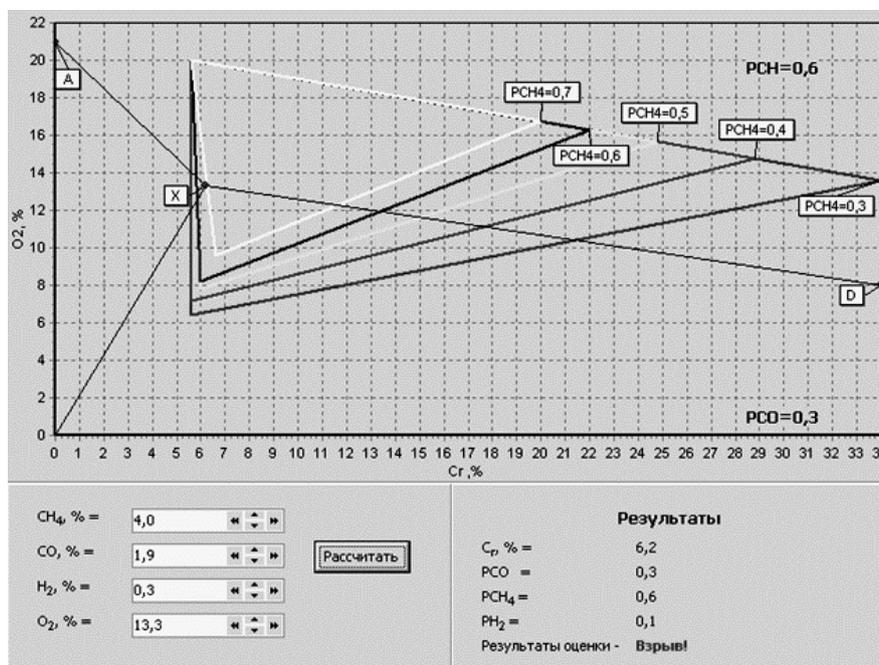


Рис. 5. Внешний вид программы для расчета треугольника взрываемости смеси горючих газов

Данные программные системы и комплексы позволяют рассчитывать координаты треугольника взрываемости и точки газо-

вой смеси. Результаты решения графически представляются на экране дисплея. Изображение на экране сопровождаются текстовые сообщения с описанием газовой ситуации на участке и перечнем возможных мероприятий для ее изменения. Для дальнейшего прогноза корректируется исходная информация и с новыми данными повторяется расчет.

Исходными данными являются объемные содержания, %: метана CH_4 , оксида углерода CO , водорода H_2 , кислорода O_2 . Допустимый диапазон изменения концентраций CH_4 , CO и H_2 принят от 0 до 20 %, O_2 – от 0 до 21 %.

По корректным значениям исходных данных программа вычисляет общее содержание горючих газов

$$C_G = C_{\text{CH}_4} + C_{\text{CO}} + C_{\text{H}_2},$$

и относительные доли каждого газа

$$P_{\text{CH}_4} = \frac{C_{\text{CH}_4}}{C_G}; \quad P_{\text{CO}} = \frac{C_{\text{CO}}}{C_G}; \quad P_{\text{H}_2} = \frac{C_{\text{H}_2}}{C_G}.$$

Все эти значения округляются до 0,1 таким образом, чтобы при этом выполнялось равенство

$$P_{\text{CH}_4} + P_{\text{CO}} + P_{\text{H}_2} = 1.$$

После этого определяется взрываемость заданной смеси горючих газов и результаты расчета выдаются на экран.

Анализируя материал прошлого периода [29], следует отметить, что в практике тушения пожаров и ликвидации других аварий с применением такого же или аналогичного оборудования для дистанционного отбора проб шахтного воздуха, которое состоит и сейчас на оснащении подразделений ГВГСС МЧС ДНР, ранее также имели место случаи взрывов газоздушных смесей, в то время, как по результатам анализа дистанционно отобранных проб шахтного воздуха смесь была не взрывчатой.

Так, на шахте № 43 ГП «Торезантрацит» в 70-е годы прошлого столетия в аварийном пожарном участке два взрыва газоздушной смеси произошли при содержании метана (CH_4) – 0,3 % и 39,0 %, кислорода (O_2) – 20,4 % и 5,4 % и окиси углерода (CO) –

0,007 % и 0,009 % соответственно. В 1975 г. на шахте им. Румянцева ГП «Артемуголь» при тушении эндогенного пожара на пласте K_4^1 «Андреевский» выемочный участок был изолирован и после этого произведен запуск расчетного количества углекислоты. В результате этого за перемычками, установленными на вентиляционном штреке, содержание кислорода (O_2) снизилось до 11,0 %, а метана (CH_4) возросло до 23,0 %. Однако, спустя некоторое время, в изолированном пространстве произошло несколько взрывов. Аналогичный случай имел место и на шахте им. Бажанова ГП «Макеевуголь» в августе 1972 г. В процессе тушения пожара изолированные горные выработки аварийного участка заполнялись парогазовой смесью при помощи генератора инертных газов ГИГ-4. После остановки генератора у перемычки на вентиляционном штреке состав шахтного воздуха (газовоздушной смеси) был не взрывчатым: углекислый газ (CO_2) – 8,2 %; кислород (O_2) – 9,7 %; окись углерода (CO) – 0,9 % и метан (CH_4) – 3,2 %, но в изолированном пространстве произошел взрыв.

Приведенные примеры говорят о том, что отобранные пробы не достаточно полно характеризовали газовую обстановку аварийных участков. На это указывает также случай взрыва газовоздушной смеси, происшедший 10.11.1981 г. на шахте им. Димитрова ГП «Южкузбассуголь». По данным анализа проб газовоздушной смеси, отобранным дистанционно на исходящей струе изолированного аварийного участка, содержание метана (CH_4) в 2,5 раза превышало значение нижнего предела, а кислорода (O_2) – ниже критического. При проведении разведки на вентиляционном горизонте газовоздушная смесь была не взрывчата, а на основном штреке – взрывоопасна. Руководствуясь данными анализа проб, отобранных на вентиляционном горизонте, было принято решение о сокращении объема изолированного участка. При выполнении этих работ произошел взрыв метановоздушной смеси. Причиной взрыва явилось наличие утечек через изолированный участок, способствовавших образованию в зоне пожара взрывоопасных концентраций метана [29].

Известны также случаи, когда по результатам дистанционного контроля в изолированном пространстве аварийного участка наблюдалась взрывоопасная концентрация, а взрывов не было.

Так, на шахте «Ясиновская-Глубокая» ГП «Макеевуголь» в августе 1973 г. через двое суток после закрытия проемов образовался следующий состав шахтной среды: углекислый газ (CO_2) – 1,7 %; кислород (O_2) – 15,0 %; окись углерода (CO) – 0,02 % и метан (CH_4) – 7,5 %, но взрыв не произошел [29].

Изучая материалы об авариях в угольных шахтах за рубежом [30], следует отметить, что применяемые способ и технические средства дистанционного контроля состава шахтной среды в аварийных участках также не лишены недостатков и имеют место взрывы газовоздушных смесей, в то время как по результатам анализа дистанционно отобранных проб воздуха смесь была не взрывчатой, а также обратная ситуация, когда по результатам дистанционного контроля аварийного участка наблюдалась взрывоопасная ситуация, а взрывов не было. Одним из ярких примеров может служить случай ликвидации пожара на шахте «Thurcroft Main» [30], при котором применялся способ дистанционного контроля состава шахтной среды в аварийном участке, аналогичный применяемому подразделениями ГВГСС МЧС ДНР в настоящий период. Пробы шахтного воздуха для анализа отбирались через каждые 30 мин. Содержание горючих в смеси все это время было слишком малым (метан (CH_4) – 2,0 %; окись углерода (CO) – 0,6 %; водород (H_2) – 0,2 %; кислород (O_2) – 4,4 %), чтобы быть взрывоопасным, но в то же время в аварийном участке несколько раз наблюдались ясно выраженные признаки взрывов, сопровождающиеся крупными выбросами в исходящую струю продуктов взрыва.

Из вышеизложенного следует, что существующие на сегодняшний день техника и технологии дистанционного контроля состава шахтной среды в аварийных участках не лишены недостатков, которые влияют на получение достоверных данных и не позволяют объективно оценить газовую обстановку аварийного участка. Применяемые подразделениями горноспасательной службы способ и технические средства дистанционного отбора проб шахтного воздуха при выполнении аварийно-спасательных работ, особенно на большом расстоянии, также часто оказываются малоэффективными, и не отвечают условиям безопасности.

Таким образом, изучение и разработка новых, или совершенствование существующих способа и технических средств дистанционного контроля состава шахтной среды при выполнении

аварийно-спасательных работ является актуальной научно-технической задачей, решение которой позволит повысить эффективность горноспасательных работ, сократить время ликвидации аварий и уменьшить экономический ущерб от них.

Задачами дальнейших исследований являются: изучение и анализ отечественных и зарубежных технологий и оборудования для дистанционного контроля состава шахтной среды, определение основных факторов, влияющих на достоверность оценки газовой обстановки аварийных участков дистанционным способом, поиск перспективных решений по разработке новых или совершенствованию применяемых способов и технических средств дистанционного контроля состава шахтной среды в аварийных участках.

Библиографический список

1. Экономика Донецкой Народной Республики: состояние, проблемы, пути решения: научный доклад / коллектив авторов ГУ «Институт экономических исследований» в рамках сотрудничества с Институтом народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук; под науч. ред. А. В. Половяна, Р. Н. Лепы; Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики. ГУ «Институт экономических исследований». – Донецк, 2017. – 84 с.

2. Экономика Донецкой Народной Республики: состояние, проблемы, пути решения: научный доклад / коллектив авторов ГУ «Институт экономических исследований»; под науч. ред. А. В. Половяна, Р. Н. Лепы; ГУ «Институт экономических исследований». – Донецк, 2018. – 260 с.

3. Приоритетные направления развития Донецкой Народной Республики. [Электронный ресурс]. URL: <https://dnr-online.ru/denis-pushilin-nazvaltri-prioritetnyh-napravleniya-razvitiya-respubliki/> (дата обращения: 23.04.2019).

4. Погоржельская, Н. В. Тенденции развития угольной промышленности / Б. Г. Шелегеда, Н. В. Погоржельская // «Вести Автомобильно-дорожного института». – 2017. – № 1 (20). – С. 77 – 84.

5. Яновский, А. Б. Основные тенденции и перспективы развития угольной промышленности России // Уголь. – 2017. – № 8. – С. 10 – 14. – URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082017.pdf> (дата обращения: 23.04.2019).

6. Иванченко, А. Д. Направления развития угольной промышленности в России // Молодой ученый. – 2017. – № 32. – С. 50 – 53. – URL: <https://moluch.ru/archive/166/45362/> (дата обращения: 23.04.2019).

7. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21.06.2014 № 1099-Р «Программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года».

8. Перспективы развития угольной отрасли в мире. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.metalbulletin.ru/publications/2992/> (дата обращения: 23.04.2019).

9. Мировые тенденции развития угольной отрасли. [Электронный ресурс]. URL: <https://mining-media.ru/ru/article/ekonomic/14525-mirovye-tendentsii-razvitiya-ugolnoj-otrasli> (дата обращения: 23.04.2019).

10. Меры по повышению уровня промышленной безопасности на предприятиях ТЭК. [Электронный ресурс]. URL: <http://smdnr.ru/v-donecke-obsudili-mery-po-povysheniyu-urovnya-promyshlennoj-bezopasnosti-na-predpriyatiyah-tek-respubliki/> (дата обращения: 24.04.2019).

11. Уровень промбезопасности на предприятиях ТЭК. [Электронный ресурс]. URL: <https://dnr-online.ru/2019/02/18/postoyanno-dejstvuyushhaya-komissiya-minuglya-rassmotrela-uroven-prombezopasnosti-na-predpriyatiyah-tek/> (дата обращения: 24.04.2019).

12. Горноспасательная служба и её организация. [Электронный ресурс]. URL: <http://coalguide.ru/podzemnye-pozhary-i-gornospasatelnoe-delo/406-gornospasatelnaya-sluzhba-i-ejo-organizatsiya/> (дата обращения: 24.04.2019).

13. Ткачева, А. А. Анализ состояния развития угольной промышленности и направления преодоления кризисных тенденций / А. А. Ткачева, И. В. Кочура // Проблемы управления производственно-экономической деятельностью субъектов хозяйствования: сборник научных работ VI Международной научной конференции молодых ученых и студентов, 19 апреля 2012 г., г. Донецк, ДонНТУ. – Т. 2. – Донецк: ДонНТУ, 2012. – 274 с.

14. Мартякова, Е. В. Хозяйственные риски: оценка и прогнозирование: монография / Е. В. Мартякова, И. В. Кочура; ГОУ ВПО «ДонНТУ». – Донецк, 2008. – 220 с.

15. Гладков, Ю. А. Справочник горноспасателя [Текст] / Ю. А. Гладков, А. И. Козлюк, Н. И. Привалов, А. Е. Ильин. – Донецк: Донбасс, 1988. – 247 с.

16. Соболев, Г. Г. Организация и ведение горноспасательных работ в шахтах. 3-е изд., перераб. и доп. [Текст] / Г. Г. Соболев. – М: Недра, 1988. – 280 с.

17. Соболев, Г. Г. Горноспасательное дело [Текст] / Г. Г. Соболев. – М: Недра, 1972. – 360 с.

18. Устав по организации и ведению горноспасательных работ Государственной военизированной горноспасательной службой Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики: утв. МЧС ДНР 09.12.2015 № 965. – Донецк, 2015. – 331 с.

19. Наставление по тактической подготовке основного личного состава подразделений Государственной военизированной горноспасательной службы Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики: утв. МЧС ДНР 05.12.2017 № 417. – Донецк, 2017. – 324 с.

20. Методические рекомендации по отбору проб рудничного воздуха дистанционным способом: утв. начальником ВГСЧ Донбасса 30.05.1990. – Донецк, 1990. – 22 с.

21. Методические рекомендации по контролю шахтной атмосферы при ведении горноспасательных работ в угольных шахтах: утв. начальником ВГСЧ Донбасса 18.07.1988. – Донецк, 1988. – 28 с.

22. Система дистанционного отбора газовых проб в выработках шахт «Дистоп»: инструкция / Центральный штаб ВГСЧ Донбасса. – Донецк, 1971. – 24 с.

23. Временные нормы табельной положенности горноспасательного оборудования, медицинского оснащения, имущества и транспортных средств Государственных военизированных горноспасательных подразделений Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики: утв. МЧС ДНР 02.08.2017 № 281. – Донецк, 2017. – 66 с.

24. Программная система «РЕВОД» (руководство по эксплуатации). [Электронный ресурс]. URL: <http://revod.com.ua/doc/rev/doc1.pdf> (дата обращения: 22.05.2019).

25. Программная система «РЕВОД». [Электронный ресурс]. URL: <http://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/2664/1/REVOD.pdf> (дата обращения: 22.05.2019).

26. Кравченко, М. В. Решение задач вентиляции шахт на ПЭВМ / М. В. Кравченко, Н. М. Кравченко // Состояние и перспективы развития Восточного Донбасса: Сб. научных трудов. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. – С. 70 – 72.

27. Пашковский, П. С. Комплекс программ для решения задач проветривания шахт в нормальных и аварийных условиях / П. С. Пашковский, М. В. Кравченко, Н. М. Кравченко, Б. В. Бокий // 10-я сессия Международного Бюро по Горной Теплофизике (14 – 18 февраля 2005 г.). – Гливице, Польша, 2005. – С. 565 – 574.

28. Кравченко, М. В. Опыт внедрения программного комплекса «Вентиляция шахт» / М. В. Кравченко, Н. М. Кравченко // Уголь Украины. – 2003. – № 2. – С. 26 – 28.

29. Разработать Руководство по определению мест отбора проб воздуха в пожарных участках с целью получения достоверных данных о газовой обстановке [Текст]: отчет о НИР (заключ.): утв. директором ВНИИГД; рук. В.Н. Орлов, В.С. Сергеев; исполн.: И.Н. Зинченко, А.В. Ревякин,

Ю.А. Жирный. – Донецк, 1983. – 95 с. – Библиогр.: с. 75 – 79. № ГР 01827043533. – Инв. № 02830084802.

30. Chapman D., Hartley A. Sealing, remote sampling and reopening following an ignition and fire at Thurcroft Main Colliery. «Mining Eng.» (Gr. Brit.), 1972, № 141, 431 – 443, Discuss., 443 – 445 (англ.).

Agarkov Aleksandr, engineer of the first category, post-graduate student (The «Respirator» State Scientific Research Institute of Mine-Rescue Work, Fire Safety and Civil Protection of the Ministry of the Donetsk People’s Republic for Civil Defense Affairs, Emergencies, and Liquidation of Consequences of Natural Disasters, Donetsk, DPR)

ANALYSIS OF EMERGENCY IN COAL MINE AND ANALYSIS OF THE SYSTEM OF REMOTE CONTROL OF THE COMPOSITION OF THE MINE ENVIRONMENT WHEN CARRYING OUT A MINING RESCUE

A comprehensive analysis of accidents, including underground fires, gas and coal dust explosions, at coal industry enterprises, analysis of the frequency and specific cases of remote monitoring of the composition of the mine environment in emergency areas during the liquidation of accidents at mining enterprises was performed. Examples are given from the practice of extinguishing fires and other accidents in which gas-air mixtures exploded, while the analysis of remotely sampled air resulted in a mixture that was not explosive, as well as the reverse situation where explosive situation, and there were no explosions.

Keywords: mining industry, coal mine, mountain rescue service, emergency site, accident analysis, underground fires, gas and coal dust explosions, gas situation, remote control of the composition of the mine environment.