

УДК 622.83

**А.М. ЕРМОЛАЕВ**д-р техн. наук, научный консультант  
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово**М.Т. КОБЫЛЯНСКИЙ**д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой  
ФГБОУ ВПО «КузГТУ им. Т.Ф. Горбаче-  
ва», г. Кемерово  
e-mail: mixail.prof@yandex.ru

## АНАЛИЗ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ СМЕРТЕЛЬНОГО ТРАВМАТИЗМА В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*В статье представлен анализ смертельного травматизма при крупных авариях, происшедших в угольных шахтах в основных угледобывающих странах мира за 111 лет. Отмечено, что наиболее разрушительные катастрофы происходят при взрывах метановоздушной смеси и угольной пыли. Газовыделение в рабочее пространство очистного забоя ограничивает нагрузку на очистной забой. Даны рекомендации по организации работ для предотвращения крупных аварий в угольных шахтах.*

**Ключевые слова:** СМЕРТЕЛЬНЫЙ ТРАВМАТИЗМ, УГОЛЬНАЯ ШАХТА, ВЗРЫВ, МЕТАН, УГОЛЬНАЯ ПЫЛЬ, ОЧИСТНОЙ ЗАБОЙ

Анализ смертельного травматизма при крупных авариях, происшедших в угольных шахтах 27 основных угледобывающих странах мира за последние 111 лет, свидетельствует, что наиболее разрушительные катастрофы происходят при взрывах метановоздушной

смеси и угольной пыли (таблица 1) [1]. В таблице 1 приведены аварии с числом погибших не менее 12 человек за случай. Причинами аварий послужили взрывы газа (В.Г.), взрывы пыли (В.П.), пожары, обвалы и др.

Таблица 1 – Крупнейшие аварии на угольных шахтах мира в XX-XXI вв.

п/п	Погибло, чел	Страна	Год	Название шахты	Причина аварии
1	3 000	Китай	1931	Шахта в месторождении Фушунь	В.Г.
2	1 572	Китай	1942	«Хонкейко»	В.П.
3	1 230	Франция	1906	«Курьер»	В.Г.
4	687	Япония	1914	«Нооцуои»	В.Г.
5	684	Китай	1960	«Laobaidong colliery»	В.Г.
6	500	США	1907	«Иоленд»	В. Г.
7	471	Япония	1907	«Торооко»	В.Г.
8	449	Япония	1963	«Mitsue Milke», «Омута», «Кюсю»	В.Г. и В.П.
9	439	Англия	1913	«Universal Colliery»	В. Г.

п/п	Погибло, чел	Страна	Год	Название шахты	Причина аварии
10	437	ЮАР	1960	«Coalbrook»	В.Г.
11	427	Южная Родезия	1971	«Yanki»	В.Г.
12	372	ФРГ	1962	«Luisenthal Mine»	В.Г.
13	372	Индия	1975	«Chasnala Sudamdith Colliery»	В.Г.
14	348	Германия	1908	«Ceche Radbod Schacht 1/ 2	В.Г. и пожар
15	300	Мексика	1969	Шахта вблизи Барротеррано	В.Г. и пожар
16	299	США	1964	«Люзекталь»	В.Г.
17	271	Германия	1930	«Grube Аппа»	В.Г.
18	268	Индия	1965	«Dhori colliery»	В.Г. и В.П.
19	265	Англия	1934	«Gresford Colliery»	В.Г.
20	263	Турция	1992	«Incirharmani»	В.Г. и пожар
21	263	Бельгия	1956	«Bois du Cazier Cjlliery»	В.Г. и пожар
22	218	Индия	1958	«Асансоль»	В.Г.
23	214	Китай	2005	«Sunjiawan», «Фусинь», «Ляонин»	В.Г.
24	200	Мексика	1908	«Mina Rosita Vieja»	В.Г.
25	200	Мексика	1910	«Паола»	В.Г.
26	200	Канада	1914	«Хильресг»	В.Г.
27	209	Япония	1929	«Северная»	В.Г.
28	195	США	1934	«Матер№ 1»	В.Г.
29	187	Польша	1941	«Нова-Руда»	Выброс CO2
30	186	Германия	1941	«Rubengrabe»	В.Г.
31	183	Япония	1942	Шахта в городе Тесей	В.Г.
32	180	Югославия	1990	«Добрня»	В.Г. и В.П.
33	180	Китай	2009	«Синьсин»	В.Г.
34	150	Франция	1930	Шахта в бассейне Фюво	Г.У. и В.Г.
35	150	Польша	1930	«Waclaw»	В.Г.
36	150	Мозамбик	1977	Шахта в бассейне Моатиз	В.Г.
37	147	Китай	1991	«Саньзяохэ»	В.Г.
38	145	Польша	1923	«Rozbark»	В.П.
39	136	Германия	1925	«Zecyt Minister Stein»	В.Г.
40	127	Югославия	1934	«Кокань»	В.Г.
41	124	Югославия	1965	«Кокань»	В.Г. и обвал
42	120	Россия (Кузбасс)	1944	«Байдаевская»	В.Г.
43	119	США	1951	«Ориент» № 2	В.Г.
44	118	СССР (Черногорск)	1931	Шахта № 8	В.Г.
45	115	Германия	1912	«Zeche Lothringen 1/2»	В.Г.
46	110	Россия	2007	«Ульяновская»	В.Г.
47	109	США	1947	«Сентралиа»	В.Г.
48	106	ЧССР	1961	«Больна»	В.Г.
49	103	Российская империя	1908	Макарьевский рудник	В.Г.
50	103	Тайвань	1984	«Лейсянь»	В.Г.
51	102	Польша	1954	«Barbara-Wyzwolene»	В.Г.

п/п	Погибло, чел	Страна	Год	Название шахты	Причина аварии
52	101	Украина	2007	Шахта им. Засядько	В.Г.
53	100	Индия	1973	«Дханбад»	В.Г.
54	98	Турция	1983	Шахта Зонгулдакского угольного бассейна	В.Г.
55	91	Россия (Кузбасс)	2010	«Распадская»	В.Г.
56	84	Колумбия	1977	«Вильва Диана»	В.Г.
57	83	Япония	1984	«Mitsui milke»	В.Г.
58	81	ФРГ	1955	«Дальбуш»	В.Г.
59	81	Англия	1951	«Изингтон»	В.Г.
60	78	Германия	1950	«Дальбуш»	В.Г.
61	72	СССР (Караганда)	1980	«Сакурская»	В.Г.
62	68	Турция	1972	«Кайдамер»	В.Г.
63	67	Россия (Кузбасс)	1997	«Зырянская»	В.Г.
64	66	СССР (Луганская обл.)	1980	«Горская»	В.Г.
65	65	Чехословакия	1981	«Плутто»	В.Г.
66	63	ЮАР	1983	«Хлобейн»	В.Г.
67	63	Украина	1998	Шахта им. А.А. Скочинского	В.Г. и обвал
68	60	Перу	1964	«Эльдорадо»	В.Г. и В.П.
69	59	СССР (Копейск)	1964	Ш. «Капитальная»	В.Г.
70	54	СССР (Донецкая обл.)	1952	Ш. № 1-1 бис.	В.Г.
71	49	Румыния	1980	«Урикани»	В.Г.
72	47	Россия	2004	Ш. Тайжина	В.Г.
73	45	Китай	1988	Шахта в юго-западной провинции Гуйчжоу	В.Г.
74	43	ЧССР	1976	«Стажич»	В.Г.
75	42	Франция (Лиэван)	1974	Шахта №3	В.Г.
76	41	Румыния	1965	«Урикани»	В.Г.
77	41	Казахстан	2006	Шахта им. Ленина	В.Г.
78	40	Китай	2015	«Синхуа»	В.Г.
79	39	Мексика	1988	«Кустро и Медико»	В.Г.
80	39	Россия	2007	«Юбилейная»	В.Г.
81	38	Иран	1972	«Дамегха»	В.Г.
82	36	Россия	2016	«Северная», «Воркута»	В.Г.
83	35	СССР	1951	Ш. № 9, Осинники	В.Г.
84	33	Англия	1905	«Кэмбриэн»	В.Г.
85	34	Польша	1979	«Dymitrow»	В.Г.
86	33	Украина	2015	Шахта им. Засядько	В.Г.
87	29	США	2010	«Upper Big branch Mine-South»	В.Г. и В.П.
88	27	США	1984	«Wilberg Mine»	Пожар
89	26	СССР	1960	«Абашевская-2»	В.Г.
90	25	Россия	2005	«Есаульская»	В.Г.

п/п	Погибло, чел	Страна	Год	Название шахты	Причина аварии
91	26	Россия	2011	«Суходольская».	В.Г.
92	25	Россия (Кузбасс)	1992	Ш. им. Шевякова	Пожар
93	23	Польша	2006	«Халемба»	В.Г.
94	18	Россия (Воркута)	2012	«Варгашорская»	В.Г.
95	15	СССР	1991	«Первомайская»	В.П. и В.Г.
96	14	Китай	2015	Шахта в провинции Шаньдун	обвал
97	13	СССР (Кузбасс)	1951	Ш. №9/15	Обр. кровли
98	13	Россия (Кузбасс)	2004	«Листвяжная»	В.Г.
99	12	Австралия	1986	«Маура - № 4»	В.Г.
100	12	Румыния	2008	«Петрила»	В.Г.
101	12	СССР (Донецк)	1928	Ш. №17	В. динамита
102	12	Россия (Кузбасс)	2000	«Комсомолец»	В.Г.
103	12	Россия (Кузбасс)	2003	«Зиминка»	В.Г.
104	12	Россия (Кузбасс)	1990	Ш. им. Димитрова	В.Г.
105	12	Россия (Кузбасс)	1920	Ш. им. Димитрова	Наводнение
106	12	Китай	2016	Шахта в провинции Цзилинь	В.Г.

Из таблицы 1 следует, что общее число смертельного травматизм по основным угле- добывающим странам. погибших в 106 авариях составляет 20182 че- ловека. В таблице 2 представлены сведения

Таблица 2 – Сведения о смертельном травматизме по основным угледобывающим странам

Страна	Погибло человек за отдельный случай	Общее число погиб- ших	Число случаев
Китай	3000; 1572; 684; 214; 180;147; 45;40;14;12	5908	10
Франция	1230; 150; 42	1422	3
Южная Родезия	427	427	1
Япония	687; 471; 449; 183; 83; 209	2082	6
Бельгия	263	263	1
ЮАР	437; 63	500	2
Индия	218; 268; 100; 372	958	4
ФРГ	81; 372	453	2
Англия	439; 265; 81; 33	818	4
Канада	200	200	1
США	500; 299; 195; 119; 109; 29; 27;	1278	7
Германия	348; 271; 186; 136; 115; 78	1134	6
Мексика	200; 200; 300; 39	739	4
Мозамбик	150	150	1
Турция	263; 68; 98	429	3
Югославия	127; 124; 180	431	3
Польша	145; 150; 187; 102; 34; 23	641	6
Тайвань	103	103	1
Колумбия	84	84	1
ЧССР	65; 106; 43	214	3

Страна	Погибло человек за отдельный случай	Общее число погибших	Число случаев
Перу	60	60	1
Казахстан	72;41;	113	2
Украина	63; 101; 12; 54; 66;33	329	6
Россия	120; 118,110; 103; 91; 67; 59; 47; 36; 35; 26; 25; 26; 25; 18; 15; 13; 13; 12; 12; 12; 12;	995	22
Иран	38	38	1
Румыния	41; 49; 12	102	3
Австралия	12	12	1
Итого: 27 стран	См. в табл.1	20182	107

Сведения из таблицы 2 показывают, что наиболее высокие показатели по смертельному травматизму шахтеров наблюдаются в Китае, Франции и Японии.

В таблице 3 приводятся сведения смертельного травматизма в угольной промышленности 27 стран мира с интервалами в 5-10 лет (с 1905 по 2016 гг.).

Таблица 3 – Сведения смертельного травматизма в угольной промышленности 27 стран мира с интервалами в 5-10 лет

Годы	Число случаев	Число погибших за один случай	Общее число погибших за период
1905-1910	8	33; 1230; 500; 348; 200; 200; 103; 417	2885
1911-1920	5	115; 439; 200; 687; 12	1453
1921- 1930	7	145; 136; 12; 150; 271; 150; 209	1073
1931-1940	5	3000; 195; 265; 127;118	3705
1941-1950	7	186; 187; 1572; 183; 120; 109; 78	2435
1951-1960	12	119; 81; 54; 102; 26; 81; 263; 218; 684; 437; 35; 13	2113
1961-1970	10	106; 372; 449; 60; 299; 59; 41; 124; 268; 300	2078
1971-1980	13	427; 68; 38; 100; 42; 372; 43; 84; 150; 72; 34; 49; 66	1545
1981-1990	11	65; 39; 98; 63; 27; 103; 83; 12; 45; 180; 12	727
1991-2000	7	147; 263; 67; 63; 25; 15; 12	592
2001-2010	15	214; 110; 101; 91; 47;33; 41; 29; 25; 23; 12; 13; 12; 180; 12	943
2011-2016	7	40; 36; 33; 26; 18; 14; 12	179

Из таблицы 3 следует, что как в предвоенные годы, перед Первой и Второй мировыми войнами, так и в военное время безопасности шахтеров-угольщиков уделялось мало внимания.

В связи с вышеизложенным становится очевидным положение с безопасностью в угольных шахтах – требуется новый подход, необходимо разработать концепцию по снижению травматизма в этой отрасли.

В таблице 4 приводятся сведения смертельного травматизма по доле участия

отдельных аварий. Из данной таблицы следует, что наиболее разрушительные катастрофы происходят при взрывах метановоздушной смеси и угольной пыли. Их возникновение возможно при совмещении во времени и пространстве трех факторов: наличие взрывоопасной концентрации метана определенного объема, отложений угольной пыли по сети горных выработок и источника воспламенения метана (пожары, взрывные работы, фрикционное трение, неисправное электрооборудование, грозовые разряды и пр.).

Таблица 4 – Смертельный травматизм по долевному участию отдельных аварий

№ п/п	Вид аварии	Число погибших	В % от общего числа
1	Выброс CO <sub>2</sub>	187	0,928
2	Горный удар и выброс газа	150	0,744
3	Пожар	52	0,258
4	Обрушение кровли и обвал	13+14	0,134
5	Наводнение	12	0,06
6	Взрыв динамита	12	0,06
7	Взрыв пыли	145	0,719
8	Взрыв газа и взрыв пыли	806	3,999
9	Взрыв газа и пожар	1354	6,718
10	Взрыв газа	16837	83,426
всего		20182	100

Наиболее частой причиной смертельного травматизма является повышенный уровень метана. Чтобы снизить смертельный травматизм шахтеров, необходим коренной перелом основ современной технологии и новые рекомендации, которые сводятся к следующему. Уголь добывается открытым и подземным способами. Смертельный травматизм при подземном способе добычи на порядок выше, чем при открытом способе. Но полностью отказаться от подземного способа добычи угля с целью полного исключения смертельного травматизма или снижения его до приемлемых величин пока невозможно. Необходимо совершенствовать способы извлечения угля из недр.

Некоторые государства закрыли свои опасные шахты (Япония, Франция, Великобритания, Словакия, Чехия, Германия) [1]. В других странах были приняты законы, запрещающие отработку угольных пластов с высокой газоносностью (США, Австралия, ЮАР).

В РФ действует закон о дегазации угольных шахт; принято Постановление Правительства РФ о нормах содержания опасных газов в угольных шахтах, из которого следует, что разработка угольных пластов с газоносностью более 9 м<sup>3</sup> на одну тонну угля без дегазации запрещена.

Взрывы и опасные газодинамические явления за последние годы из подготовительных выработок переместились в очистные. Современные очистные выемочные машины – комбайны, выпускаемые отечественными и

зарубежными заводами, – имеют характеристики, позволяющие разрабатывать пласты мощностью до 6 м и более со скоростью подачи до 26 м/мин.

Элементарный расчет показывает, что комбайны с глубиной захвата 1 м ежеминутно могут разрушать и грузить на забойный конвейер до 156 м<sup>3</sup> угля. Если газовыделение с одного м<sup>3</sup> угля составляет 9 м<sup>3</sup> метана (норма минимально допустимого газовыделения без дегазации), то в очистной забой выделится  $156 \cdot 9 = 1404$  м<sup>3</sup>/мин метана или 23,4 м<sup>3</sup>/с.

Для разбавления этого метана до допустимой нормы меньше 1 % потребуется подать в очистной забой более 2340 м<sup>3</sup>/с воздуха. Скорость воздуха, движущаяся по очистному забою, ограничена (4 м/с). Следовательно, сечение рабочего пространства должно быть в пределах  $2340 : 4 = 585$  м<sup>2</sup>. С другой стороны, механизированные крепи очистных забоев имеют определенный размер, меньший 585 м<sup>2</sup> в 50 раз. Если на пласте мощностью 6 м механизированные крепи имеют сечение рабочего пространства 13-15 м<sup>2</sup>, то максимальное количество воздуха, пропускаемое через рабочее пространство, составит 52-60 м<sup>3</sup>/с.

Следовательно, в очистной забой выделение метана ограничено цифрой 0,52-0,6 м<sup>3</sup>/с (или 36 м<sup>3</sup>/мин). Объем извлекаемого выемочной машиной угля - А зависит от мощности пласта - m, от глубины захвата - b и от длины лавы, которую проходит комбайн за единицу времени - F (предельной скорости

движения комбайна при выемке угля).

На рисунке 1 показаны диаграммы предельной скорости комбайна на различных пластах по мощности при глубине захвата  $b=0,63$  м в зависимости от газовыделения -

$q$ , м<sup>3</sup>/т. На рисунке 2 показаны диаграммы предельной скорости движения комбайна на различных пластах по мощности при выемке угля с глубиной захвата  $b = 1$  м в зависимости от газовыделения [2].

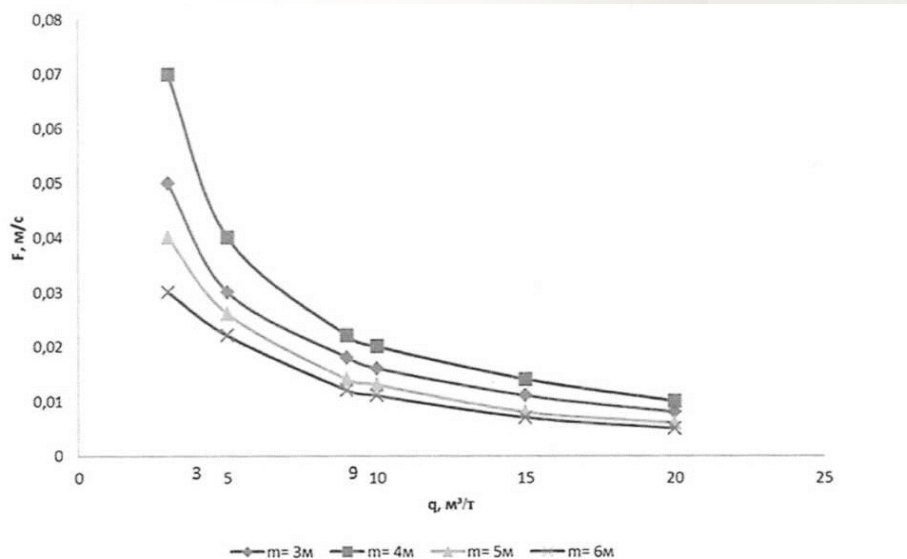


Рисунок 1 – Диаграммы предельной скорости движения комбайна при выемке угля (м/с) на различных пластах мощности при глубине захвата комбайна ( $b=0,63$  м) в зависимости от газовыделения ( $q$ , м<sup>3</sup>/т)

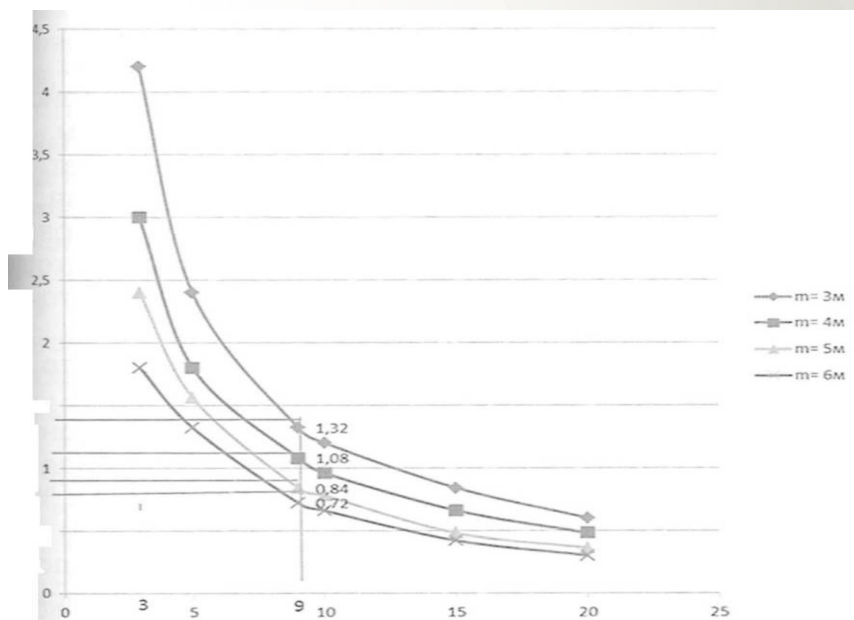


Рисунок 2 – Диаграммы предельной скорости движения комбайна при выемке угля (м/мин) в зависимости от газовыделения ( $q$ , м<sup>3</sup>/т)

Предельная скорость движения комбайна в зависимости от газовыделения определится по формуле

$$F = \frac{W}{mbqY} \quad (1).$$

Из диаграмм, изображенных на рисунке 2, можно установить, что предельные скоро-

сти движения комбайна при выемке угля при ограниченном газовыделении  $q = 9$  м<sup>3</sup>/т и глубине захвата  $b = 1$  м на различных пластах по мощности составят:

- при  $m = 3$  м предельная скорость движения комбайна при выемке угля составит  $F=1,62$  м/мин;

- при  $m = 4$  м –  $F = 1,23$  м/мин;
- при  $m = 5$  м –  $F = 0,99$  м/мин;
- при  $m = 6$  м –  $F = 0,82$  м/мин.

Сменная производительность очистного забоя по газовому фактору -  $A_{см}$  определяется по формуле:

$$A_{см} = T \mu F m b Y, \quad (2)$$

где  $T$  - продолжительность смены, мин;  
 $\mu$  - коэффициент машинного времени работы комбайна по выемке угля.

Произведенные расчеты (для условий: глубина захвата комбайна  $b = 1$  м, коэффициент машинного времени  $\mu = 0,6$  и плотность угля  $Y = 1,35$  при различной мощности пласта) дали следующие результаты:

- $A_{см} = 1050$ , т/смену при мощности пласта  $m = 3$  м;
- $A_{см} = 1063$ , т/смену при  $m = 4$  м;
- $A_{см} = 1079$  т/смену при  $m = 5$  м;
- $A_{см} = 1062$  т/смену при  $m = 6$  м.

Результаты равнозначны, расхождение незначительное из-за округления скорости движения комбайна. Среднесменная допустимая нагрузка составит  $A_{см} = 1062$  т/см, тогда суточная добыча на очистной забой (лаву) при режиме три смены по добыче и одна ремонтно - подготовительная смена составит 3186 т/сутки.

На рисунке 2 показаны диаграммы предельной скорости движения комбайна (м/мин) на различных пластах по мощности при выемке угля с глубиной захвата  $b=1$  м и  $Y=1,35$  т/м<sup>3</sup> в зависимости от газовыделения.

Необходимо применять схемы проветривания выемочных полей, исключаяющие попадание метана, выделяющегося из угля при его транспортировании по горным выработкам в очистные забои [3]. Работу в очистном забое следует организовать так, чтобы комбайн работал по выемке угля с коэффициентом машинного времени, приближающимся к 1.

Анализ аварии на шахте «Ульяновская» показывает, что на высокопроизводительных шахтах недопустимо вести одновременно на одном выемочном поле очистные и подготовительные работы.

Необходимо разделить (автономизировать) работы так, чтобы самые высокообъемные по выделению метана очистные работы

велись на отдельном пласте, крыле, выемочном поле, а подготовительные выработки, монтажные, демонтажные работы и пр., выполняемые специализированными организациями или участками, велись на другом пласте, крыле, выемочном поле. Чрезмерная концентрация работ и большое количество работающих в тесных шахтовых условиях не способствует снижению травматизма.

В кузбасских шахтах участились случаи обрушения кровли выработок, закрепленных анкерной крепью. Так, при взрыве метана на шахте «Распадская» исчезли выработки пласта 6, на шахте «Бутовская» в одну ночь исчезло 450 м штрека на пласте Артельном, на другой шахте обрушилось сопряжение, вырвало кабель из пусковой аппаратуры, произошел взрыв метана, погибли шахтеры.

Обрушилась крепь, не учли свойства массива горных пород, скопление метана взрывчатой концентрации – все это служба ВТБ могла предупредить или не допустить.

Требуется срочный пересмотр инструкции и методики расчетов крепления горных выработок, закрепленных анкерной крепью.

Специалисты регионального института повышения квалификации [4] в своих исследованиях рассказывают, что шахтеры придумывают и используют до 160 различных способов загробления показания датчиков метана только для того, чтобы автоматическая система контроля не мешала работать и выдавать уголь, то есть «зарабатывать».

Возможно, это было и на Воркутинской шахте «Северная». Следовательно, автоматическая система должна сама автоматически регулировать скорость движения выемочной машины так, чтобы в атмосфере очистного забоя содержание метана не достигало и не превышало 1%.

Следует напомнить требования Правил Безопасности (ПБ): на исходящей вентиляционной струе из очистного забоя недопустимо иметь содержание метана 1% (при содержании метана в исходящей из очистного забоя струе, равном 1%, электроэнергия со всех машин и механизмов должна быть снята, работа по добыче угля прекращена).



Сомнения основаны на литературе, которую опубликовали в источнике [5]. Авторы [5] на стр. 157 пишут:

С – допустимая концентрация газа в исходящей струе, %, примем 0%;

СО – допустимая концентрация газа в поступающей струе, %, примем 1%.

Однако, как уже отмечалось выше, согласно ПБ, на исходящей струе из лавы уровень метана не должен быть равным 1%.

Рекомендуется каждому, кто спускается в шахту, выдавать под роспись инструкцию об основных свойствах метана, о том, как не допустить скопления его в горных выработках и как предотвратить его воспламенение и взрыв («Памятку для лиц, спускающихся в шахту»).

Как отмечают авторы [6], в современных условиях горная промышленность нуждается в малогабаритных и легких самоспасателях с достаточным временем защитного действия (не менее 2-х часов). А пока решается вопрос о разработке новых средств индивидуальной защиты, необходимо устанавливать передвижные пункты спасения или камеры, где хранятся самоспасатели. Камеры должны проветриваться свежей струей воздуха, подаваемой через скважины с поверхности.

Авторы [7] отмечают, что причиной взрывов метана, происходящих в угольных шахтах, в основном являются очаги самовозгорания угля, возникающие в выработанном пространстве, которые при комбинированном способе проветривания выемочных участков, как правило, не обнаруживаются.

Следовательно, комбинированный способ проветривания выемочных участков, при котором через завал лавы пропускают до 30-40% воздуха, необходимо запретить (аварии

на шахте «Тайжина» в Кузбассе).

Авторы исследовательской работы [8] отмечают, что основными причинами крупных аварий в шахтах России является недопустимо низкая организация производства, неэффективное управление персоналом.

Используемые организационно-технические решения в отношении средств и способов обеспечения промышленной безопасности угольных шахт устарели и не соответствуют современному уровню развития техники и технологии работ по выемке и транспортировке угля.

Для предотвращения крупных аварий требуется слаженная квалифицированная работа всего коллектива на всех уровнях управления производством.

На основании всего вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Метан взрывается при концентрации его в газозооной смеси от 5 до 16% и при наличии пламени с температурой свыше 650°C.

2. Чтобы предотвратить смертельный травматизм в угольных шахтах необходимо тщательно проветривать все горные выработки, особенно выработки, где ведутся горные работы, и не допускать скопления метана.

3. Метан, даже высокой концентрации, без наличия воспламенителя не взрывается, следовательно, в шахте необходимо исключить появление открытого огня, искры, разряда электричества.

4. При взрыве метана выделяется огромное количество энергии, что является индикатором более мощного взрыва угольной пыли. С целью снижения травматизма необходимо всемерно бороться с появлением и скоплением угольной пыли и метана.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Целевая программа «Система предупреждения крупных аварий и катастроф на угольных шахтах». – Кемерово: АО «НЦ ВостНИИ», 2012 г.
2. Ермолаев А.М. Шахтный метан - ограничитель нагрузки на очистной забой / А.М. Ермолаев, В.А. Адамков // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2012. – № 65. – С. 44–46.
3. Ермолаев А.М. Согласование схем транспорта со схемой подачи свежего воздуха в лаву – резерв повышения нагрузки на очистной забой / А.М. Ермолаев, Д.А. Шуравин // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2008. – № 2 [37]. – С. 43–46.
4. Абрамов В.В. Промышленная безопасность в угольной промышленности / В.В. Абрамов, М.Г. Брилев, В.В. Власов, О.В. Абрамов // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2010. – № 4 [51]. – С. 51–54.

5. Харитонов В.Г. Теория проектирования и методы создания многофункциональных шахто-систем / В.Г. Харитонов, А.В. Ремезов, С.В. Новоселов. – Кемерово, 2011. – 352 с.
6. Голик А.С. Безопасность жизнедеятельности горняков и горноспасателей при чрезвычайных ситуациях в угольных шахтах / А.С. Голик, А.Ф. Син, В.Р. Дингес // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2004. – № 1 [14]. – С. 47–52.
7. Скрицкий В.А. О результатах анализа аварий на высокопроизводительных выемочных участках шахт Кузбасса / В.А. Скрицкий, П.А. Шлапаков, В.В. Колыхалов, А.Ю. Ерастов // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2013. – № 1.2. – С. 125–129.
8. Павлов А.Ф. Анализ и управление риском крупных аварий на угольных шахтах России / А.Ф. Павлов, С.И. Голоскоков, С.В. Шатириков, А.В. Сурков // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2012. – № 2. – С. 125–135.

**A.M. Ermolaev**

Doctor of Technical Science, scientific consultant  
JSC «NC VostNII», Kemerovo

**M.T. Kobyljanskij**

Doctor of Technical Science, prof., head of the department  
FGBOU VPO «KuzSTU named after T.F. Gorbacheva»,  
Kemerovo  
e-mail: mixail.prof@yandex.ru

**ANALYSIS AND WAYS OF FATAL ACCIDENT REDUCTION IN COAL INDUSTRY**

*The analysis of fatal injuries in coal mines large-scale accidents in the major coal-mining countries over 111 years in the article is established. It is mentioned that the most destructive large-scale accidents occur during methane and dust explosions. Gas emission in the working space of coal face limits its productivity. Work organization recommendations for large-scale accidents prevention in coal mines are given.*

*Key words: FATAL INJURIES, COAL MINE, EXPLOSION, METHANE, COAL DUST, COAL FACE*

**REFERENCES**

1. Celevaja programma «Sistema preduprezhdenija krupnyh avarij i katastrof na ugolnyh shahtah» (The target program «The System for Prevention of Major Accidents and Catastrophes in Coal Mines»). Kemerovo: АО «NC VostNII», 2012.
2. Ermolaev A.M. Shahtnyj metan – ogranichitel nagruzki na ochistnoj zaborj (Coalmine methane – per face output limiter / A.M. Ermolaev, V.A. Adamkov // TJeK i resursy Kuzbassa. 2012. № 65. pp. 44–46.
3. Ermolaev A.M. Soglasovanie shem transporta so shemoj podachi svezhego vozduha v lavu – rezerv povyshenija nagruzki na ochistnoj zaborj (Harmonization of transport schemes with a scheme for supplying fresh air in face - a reserve of load increase on coal face) / A.M. Ermolaev, D.A. Shuravin // TJeK i resursy Kuzbassa. 2008. № 2 [37]. pp. 43–46.
4. Abramov V.V. Promyshlennaja bezopasnost v ugolnoj promyshlennosti (Industrial safety in the coal industry) / V.V. Abramov, M.G. Brilev, V.V. Vlasov, O.V. Abramov // TJeK i resursy Kuzbassa. 2010. № 4 [51]. pp. 51–54.
5. Haritonov V.G. Teorija proektirovanija i metody sozdaniya mnogofunkcionalnyh shahto-sistem (Theory of design and methods for creating multifunctional mine systems) / V.G. Haritonov, A.V. Remezov, S.V. Novoselov. Kemerovo, 2011. p. 352.
6. Golik A.S. Bezopasnost zhiznedejatelnosti gornjakov i gornospasatelej pri chrezvychajnyh situacijah v ugolnyh shahtah (Miners and mine rescuers life safety in emergency situations in coal mines) / A.S. Golik, A.F. Sin, V.R. Dinges // TJeK i resursy Kuzbassa. 2004. № 1 [14]. pp. 47–52.
7. Skrickij V.A. O rezultatah analiza avarij na vysokoproizvoditelnyh vyemochnyh uchastkah shaht Kuzbassa (On the results of accidents analyses at high production extraction sections of Kuzbass mines) / V.A. Skrickij, P.A. Shlapakov, V.V. Kolyhalov, A.Ju. Erastov // Vestnik Nauchnogo centra po bezopasnosti rabot v ugolnoj promyshlennosti. 2013. № 1.2. pp. 125–129.
8. Pavlov A.F. Analiz i upravlenie riskom krupnyh avarij na ugolnyh shahtah Rossii (Analyses and risks of vast accidents control at coal mines of Russia) / A.F. Pavlov, S.I. Goloskokov, S.V. Shatirov, A.V. Surkov // Vestnik Nauchnogo centra po bezopasnosti rabot v ugolnoj promyshlennosti. 2012. № 2. pp. 125–135