

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ТРУДА

УДК 622.271

В.А. Портола, Н.Л. Галсанов, М.В. Шевченко, Н.Ю. Луговцова

ЭНДОГЕННАЯ ПОЖАРООПАСНОСТЬ ШАХТ КУЗБАССА

Добыча полезных ископаемых сопровождается проявлением негативных факторов, угрожающих целостности предприятий, здоровью и жизни людей. Особенно опасны в шахтах пожары, развитие которых сопровождается образованием большого количества токсичных газов, распространяющихся по всему объему горных выработок в потоках подаваемого в шахту воздуха. Длительное горение может вызвать обрушение горных выработок, что снижает количество проходящего воздуха. Нарушение проветривания сопровождается повышением концентрации метана, что может привести к образованию взрывоопасной газовой смеси с последующим взрывом. Мощность взрыва существенно увеличивается из-за вовлечения в процесс горения угольной пыли, переведенной во взвешенное состояние ударной волной.

Действующие подземные пожары значительно осложняют ведение горных работ, приводят к потере подготовленных к выемке запасов угля, дорогостоящей угледобывающей техники. Подземные пожары наносят и огромный экономический ущерб, связанный с проведением работ по тушению пожаров. Особенно сложно тушение эндогенных пожаров, возникающих в результате процесса самовозгорания угля. Основная часть эндогенных пожаров возникает в выработанном пространстве, что затрудняет их обнаружение на ранней стадии развития и определение координат очагов. Из-за отсутствия точных данных о состоянии и местонахождении пожара резко снижается эффективность подачи хладагента, а для тушения используется метод изоляции. Поэтому, в условиях повышения значимости промышленной безопасности и охраны труда, возникает необходимость повысить эффективность мер по предупреждению развития процессов самовозгорания угля и способов ликвидации развившихся пожаров.

Проблема предотвращения эндогенных пожаров в шахтах осложняется зависимостью процесса самовозгорания от большого количества факторов, обусловленных свойствами угля и внешними воздействиями окружающей среды. Причем влияние многих факторов неоднозначно и зависит от целого комплекса других факторов, а их значение может варьироваться в широких пределах. Например, в литературе имеются противоречивые данные о роли влаги на химическую активность угля, на динамику изменения температуры уголь-

ного скопления при окислении. Так, в работах [1, 2] утверждается, что вода, воздействуя на уголь, играет роль катализатора в процессе окисления, ускоряя развитие самовозгорания угля. Однако в ряде других исследований установлено, что скорость поглощения кислорода углем снижается при увеличении его влажности [3–6]. Неоднозначны результаты исследований о влиянии скорости воздуха, фильтрующегося через скопление угля, на процесс самовозгорания [7–12].

Анализ статистических данных показал, что добыча угля на шахтах Кузбасса сопровождалась возникновением эндогенных пожаров в течение всего периода эксплуатации угольного месторождения. Наиболее пожароопасным в регионе является Прокопьевско-Киселевское месторождение, к особенностям которого относится наличие крутопадающих пластов с большой химической активностью угля. Так, за период 1951–1961 гг. только на шахтах этого района ежегодно возникало до 43 эндогенных пожаров [13]. В последующие годы, в результате проведенных исследований, позволивших разработать способы профилактики самовозгорания угля, их число постепенно снижалось.

Особенно резкое уменьшение количества ежегодно возникающих эндогенных подземных пожаров наблюдалось с началом реструктуризации угольной промышленности России, приведшей к закрытию шахт с наиболее опасными условиями труда. В первую очередь ликвидировались шахты с большим количеством эндогенных пожаров, затрудняющих угледобычу и наносящих огромный экономический ущерб предприятиям. Так, в 1990–1998 гг. на шахтах России ежегодно регистрировалось около 30 пожаров от самовозгорания угля, в том числе в Кузбассе около 20 эндогенных пожаров, а с 1999 г. это число снизилось до 10–15 эндогенных пожаров (в Кузбассе около 10 [14]).

Применение более совершенной и высокопроизводительной угледобывающей техники привело к дальнейшему уменьшению количества возникающих на шахтах экзогенных и эндогенных пожаров. Общее количество подземных пожаров на шахтах Кузбасса за последние годы см. в табл. 1.

Анализируя приведенные данные, можно сделать вывод, что общее количество ежегодно возникающих подземных пожаров, особенно эндогенного происхождения, резко сократилось в 2000 году.

Таблица 1. Количество подземных пожаров на шахтах Кузбасса

Год	Общее количество	эндогенных	экзогенных
2010	6	4	2
2009	2	2	-
2008	2	2	-
2007	5	3	2
2006	4	3	1
2005	4	2	2
2004	8	8	-
2003	7	6	1
2002	6	2	4
2001	7	6	1
2000	6	3	3
1999	10	8	2
1998	19	12	7
Всего за период	87	62	25

Следующее существенное снижение количества подземных пожаров на шахтах Кузбасса произошло в 2005 году. В последующие годы число ежегодно регистрируемых подземных пожаров остается на одном уровне. Причем большая часть подземных пожаров (более 70 %) составляют пожары от самовозгорания угля. Особенно эта си-

туация характерна в последние три года, за которые возникло только два экзогенных пожара и восемь эндогенных пожаров.

Экономический ущерб, причиненный подземными пожарами угольным шахтам Кузбасса за последние годы, представлен на рис. 1. Эти данные свидетельствуют, что наибольший экономический ущерб на угольных шахтах обусловлен эндогенными пожарами. Так, на их долю приходится около 62 % от ущерба, причиняемого всеми подземными пожарами. Потери, вызванные пожарами, в том числе эндогенного происхождения, в последние годы незначительно колеблются относительно среднего уровня. Исключение составляет 2010 г., в котором произошло резко вырос экономический урон от эндогенных пожаров. В последние три года основные экономические потери происходят от возникновения самовозгорания угля. Так, в 2008-2010 гг. ущерб от эндогенных пожаров превышает 90 % от общих потерь.

В табл. 2 приведен средний экономический ущерб, обусловленный возникновением на шахтах Кузбасса эндогенных и экзогенных пожаров.

Представленные сведения свидетельствуют о том, что средний ущерб от одного пожара в шахте составляет 15 млн. 653 тыс. руб. Причем, учиты-

Таблица 2. Средний экономический ущерб от одного подземного пожара

Год	Средний ущерб от одного подземного пожара, тыс. руб.	Средний ущерб от одного эндогенного пожара, тыс. руб.	Средний ущерб от одного экзогенного пожара, тыс. руб.
2010	45560,7	60815,8	15050,4
2009	24999,5	24999,5	-
2008	15849,5	15849,5	-
2007	10539,7	982,4	24875,6
2006	8424,1	10028,2	3611,6
2005	15954,3	686,2	31222,5
2004	2641,1	2641,1	-
2003	10935,3	12479,5	1670,0
2002	17713,3	250,0	26445,0
2001	3827,7	460,8	29,3
2000	28644,2	26692,0	30596,3
Средний ущерб от одного пожара	15653,2	13397,9	21576,5

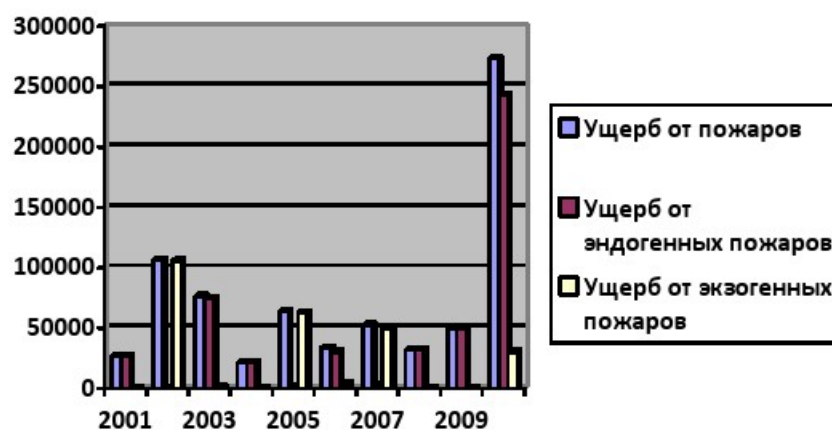


Рис. 1. Экономический ущерб (тыс. руб.) от подземных пожаров в Кузбассе за последние десять лет

вая значительное изменение условий возникновения и протекания пожаров, наблюдается существенное колебание потерь, обусловленных этими авариями. Так, в различные годы средний ущерб от возникновения одного подземного пожара колеблется от 2,6 до 45,5 млн. руб. Еще более значительные изменения среднего экономического ущерба происходит в случае самовозгорания угля (от 250 тыс. руб. до 60 млн. 815 тыс. руб.). Средний урон, наносимый экзогенными пожарами, составляет 21 млн. 276 тыс. руб.

Однако опасность эндогенных пожаров, регистрируемых в шахтах, существенно возрастает из-за низкой эффективности способов тушения очагов самовозгорания, возникающих в выработанном пространстве. Многие эндогенные пожары, несмотря на применяемые меры по их тушению, могут гореть годами. Нередки случаи рецидива эндогенных пожаров после проведенных мероприятий по ликвидации аварии, что свидетельствует не только о ненадежности применяемых способов тушения, но и о недостатках используемых способов и средств контроля за ходом тушения пожаров. В табл. 3 приведены данные о действующих пожарах на шахтах Кузбасса по состоянию на 01.03.2011 г. Здесь видно, что эффективность тушения эндогенных пожаров не удовлетворяет требованиям производства. Так, на 01.03.2011 г. на шахтах Кузбасса действовало 24 подземных пожара (один эндогенный пожар не могут потушить более 21 года). Неоднократно

наблюдаются рецидивы эндогенных пожаров.

Существенно снизить экономические потери от возникновения эндогенных пожаров позволяет своевременное обнаружение процесса самовозгорания и быстрая ликвидация очага в выработанном пространстве. Так, анализ аварийности за 2009 г. показал, что ущерб от двух возникших в этом году эндогенных пожаров составил 49999 тыс. руб., а средние экономические потери от одного пожара достигли 24999,5 тыс. руб. (табл. 2). В этот же год на шахтах Кузбасса были зарегистрированы четыре инцидента, закончившиеся быстрой ликвидацией очагов самовозгорания на ранней стадии развития. Общий экономический ущерб от этих инцидентов составил 15763 тыс. руб., а средние потери от одного инцидента равны 3940 тыс. руб. Из приведенных данных видно, что в случае раннего обнаружения и быстрой ликвидации очага самовозгорания средний экономический ущерб снижается в 6,3 раза.

Внедрение новой угледобывающей техники двояко влияет на эндогенную пожароопасность шахт. Так, более широкие возможности и рост производительности техники приводят к снижению количества теряемого в выработанном пространстве угля и сокращению времени контакта этого угля с воздухом, что уменьшает вероятность развития самовозгорания. Одновременно при работе высокопроизводительных угледобывающих комплексов резко увеличивается образование угольной пыли, большая часть которой оказывает

Таблица 3. Сведения о действующих пожарах на шахтах Кузбасса на 01.03.2011 г

№	Наименование шахты	Номер пожара	Дата возникновения	Примечание
1	ОАО Заречная		28.01.2011г.	Самонагревание
2	ОАО «Шахта Полысаевская»	3	07.09.2007г.	Производится мониторинг
3	ОАО «Шахта Полысаевская»	39р	06.09.2004г.	Производится мониторинг
4	ООО Шахта Листвяжная»	14	23.11.1989 г.	Производится мониторинг
5	ОАО «Шахта № 12»	444	30.11.1999г.	Пассивный способ тушения
6	ОАО «Шахта № 12№»	449	22.04.2003г.	Пассивный способ тушения
7	ОАО «Шахта № 12»	456	26.11.2008г.	Производится тушение
8	ОАО «Поляны» (Краснокаменская)	433	04.10.1996г.	Производится подача глинистой пульпы
9	ОАО «Луговое» (Дальние горы)	446	13.07.2001г.	Пожар активизировался, расширен контур пожара
10	ООО «Шахта им. Ворошилова»	850	23.02.2000г.	Отбор проб через скважины
11	ООО «Шахта им. Ворошилова»	378р	14.02.2009г.	Тушение с поверхности через скважины
12	Зиминка	869	23.08.2010г.	
13	Красногорская	856р	26.03.2010г.	
14	ООО «Шахта им. Дзержинского»	851-2р	13.07.2009 г.	Подается пена с поверхности
15	ООО «Шахта им. Дзержинского»	868	13.06.2010г.	
16	ООО «Шахта им. Дзержинского»	871	01.12.2010 г.	
17	Коксовая	870	25.09.2010г.	
18	ОАО «Шахта Алардинская»	1 экз.	17.12.2002г.	Производится мониторинг
19	ОАО «Шахта Алардинская»	75	25.04.2005г.	Производится мониторинг
20	ОАО «Шахта Алардинская»	79	25.02.2011г.	
21	ОАО «Шахта Есаульская»	1	08.02.2005г.	Производится мониторинг
22	ОАО «Шахта им. Ленина»	23р	21.06.2001г.	Производится подача воды
23	ОАО «Шахта им. Ленина»	55	18.11.1996г.	Подача глинистой пульпы, инертной пены
24	Шахта «Ольжерасская-Новая»	66	16.08.2010г.	

в выработанном пространстве. Исследования показывают, что химическая активность угольной пыли по отношению к кислороду значительно выше, чем у угля. Поэтому возникновение очага эндогенного пожара в скоплении угольной пыли происходит за короткое время и для развития процесса самовозгорания требуется незначительное количество пыли.

Однако в настоящее время угольную пыль рассматривают в основном как фактор, негативно влияющий на здоровье шахтеров и способный образовать взрывчатую смесь в атмосфере горных выработок. Поэтому угольную пыль стараются осадить на почву с помощью орошения. В результате она оказывается в выработанном пространстве, где начинается процесс ее окисления. Учитывая опасность ее самовозгорания, необходимо

разработать способы, снижающие ее образование и вынос в выработанное пространство, а также методы дезактивации пыли в местах отложения.

Быстрая ликвидация очагов самовозгорания возможна при использовании объемных средств обработки выработанного пространства, способных поглотить максимальное количество тепла. Одним из перспективных средств тушения подземных пожаров являются инертные смеси, получаемые при совместном распылении жидкого азота и воды [15]. Подача такого состава инерттизирует атмосферу выработанного пространства, что предотвращает выделение тепла за счет окисления и возможность взрыва горючих газов и угольной пыли. Значительное количество тепла отнимается у очага на фазовые переходы и нагревание компонентов смеси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Линденау Н.И. Происхождение, профилактика и тушение эндогенных пожаров / Н.И. Линденау, В.М. Маевская, В.Ф. Крылов. – М.: Недра, 1977. – 319 с.
2. Физические основы самовозгорания угля и руд / ИГД им. А. А. Скочинского. – М.: Наука, 1972. – 148 с.
3. Саранчук В. И. Окисление и самовозгорание угл. – Киев: Наукова думка, 1982. – 166 с.
4. Чернов О. И. Скорость поглощения кислорода сухим и увлажненным углем // Уголь. – 1968. – № 5. – С. 66–67.
5. Чернов О. И. Влияние увлажнения угля при заливании на процессы, приводящие к эндогенным пожарам // Вопросы безопасности в угольных шахтах. – М., 1970. – С. 39–46. – (Труды / Вост. науч.-исслед. ин-т по безопасности работ в горной пром-сти; т. 2).
6. Ярцев В. А. Роль влагообмена в тепловом балансе самовозгорающегося угля // Изв. вузов. Горный журнал. – 1970. – № 7. – С. 75–78.
7. Глузберг Е.И. Теоретические основы прогноза и профилактики шахтных эндогенных пожаров. – М.: Недра, 1986. – 161 с.
8. Портола В.А. Оценка влияния некоторых факторов на процесс самовозгорания угля // ФТПРПИ. – 1996. – № 3. – С. 61–68.
9. Маевская В.М. Определение влияния оптимальных утечек воздуха на процесс самовозгорания угля при щитовой системе разработки // Научные сообщения ВостНИИ по безопасности работ в промышленности. – Кемерово, 1961. – № 2. – С. 54–62.
10. Маевская В.М. О допустимой депрессии щитовых выемочных участков / В.М. Маевская, Л.П. Белавенцев, А.П. Рапоцевич // Уголь. – 1968. – № 10. – С. 57–59.
11. Влияние режима проветривания щитовых выемочных участков на их пожароопасность / В.М. Маевская, А.П. Рапоцевич, Л.П. Белавенцев, П.А. Парахин // Вопросы безопасности в угольных шахтах. – М.: Недра, 1969. Т. II. – С. 147–162.
12. Игишев В. Г. Роль молекулярной диффузии кислорода в возникновении эндогенных пожаров / В. Г. Игишев, В. А. Портола // Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело: реф. сб. / ЦНИЭИ-уголь. – 1981. – № 3. – С. 24–25.
13. Борьба с подземными пожарами от самовозгорания угля / Н.Ф. Дмитрюк, Ф.Ф. Эйнер, К.М. Ремезов, З.Л. Рыкова. – Москва, 1962. – 128 с.
14. Портола В. А. Обоснование и разработка способов обнаружения, локации и контроля за ходом тушения очагов самовозгорания угля в шахтах: Дис. ... докт. техн. наук. - Кемерово, 2002. - 317 с.
15. Портола В.А., Галсанов Н.Л. Повышение эффективности применения азота для подавления самовозгорания угля // Вестник КузГТУ, 2011 г. № 5. - С. 59–63.

□ Авторы статьи:

Портола
Вячеслав Алексеевич,
докт. техн. наук, проф.
каф. АОТП КузГТУ,
проф. каф. БЖДЭ и ФВ Юргинского технол. ин-та ТПУ
E-mail: portola1@yandex.ru

Галсанов
Нима Лайдапович,
соискатель каф. АОТП
КузГТУ, зам. технического
директора ОАО
«СУЭК-Кузбасс»
Тел.: (38456) 31693

Шевченко
Марина Валерьевна,
ст. преподаватель
каф. АОТП КузГТУ
тел.: 396370

Луговцова
Наталья Юрьевна,
аспирант ТПУ, ассистент
каф. БЖДЭ и ФВ Юргинского технологического
института ТПУ
Тел.: (38451) 62401