

УДК 622.822

Зубарева Вера Андреевна, доцент, к.т.н.
(КузГТУ, г. Кемерово)
Zubareva Vera Andreevna, Associate Professor
(KuzSTU, Kemerovo)

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ САМОВОЗГОРАНИЯ И ТУШЕНИЕ ЭНДОГЕННЫХ
ПОЖАРОВ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИМИ СОСТАВАМИ**

**PREVENTION OF SELF-COMBUSTION AND EXTINGUISHING ENDOGENIC
FIRES WITH GEL-FORMING COMPOSITIONS**

Подземные эндогенные пожары относятся к одному из наиболее опасных видов аварий на угольных шахтах. Последствия, связанные с их возникновением, приводят к консервации огромных запасов угля, подготовленных к выемке, сдерживают развитие горных работ, приносят большой материальный и социальный ущерб. Проведение горноспасательных работ при локализации и тушении пожаров сопряжено также с опасностью для жизни горноспасателей. Поэтому на шахтах при разработке углей, склонных к самовозгоранию, выполняют большой объем пожарно-профилактических мероприятий. Профилактика эндогенных пожаров основана на подавлении и устранении физических условий самовозгорания.

Анализ аварийности за последние 10 лет показал, что, аварийность характеризуется значительным сокращением абсолютного числа аварий. Такое снижение связано с внедрением многофункциональных систем безопасности, состав которой предусматривает противопожарную защиту, включающую систему обнаружения ранних признаков эндогенных и экзогенных пожаров и локализацию экзогенных пожаров, контроль и управление пожарным водоснабжением.

Структура аварийности сохранилась, и значительное место среди общего числа аварий по-прежнему занимают эндогенные пожары, как по количеству, так и по наносимому ими ущербу.

Государственный надзор в области промышленной безопасности на предприятиях угольной промышленности в 2018 году осуществлялся на 95 шахтах, 279 разрезах (из них 245 осуществляют добычу), 86 объектах обогащения угля. К поднадзорным объектам I класса опасности относятся 94 шахты (из них 60 осуществляют добычу); II класса опасности — 1 шахта, 211 разрезов и 86 объектов обогащения угля; III класса опасности — 61 разрез; IV класса опасности 7 разрезов.

Динамика общего количества аварий, взрывов и вспышек метана в период с 2005 по 2018 год представлена на рис. 1.

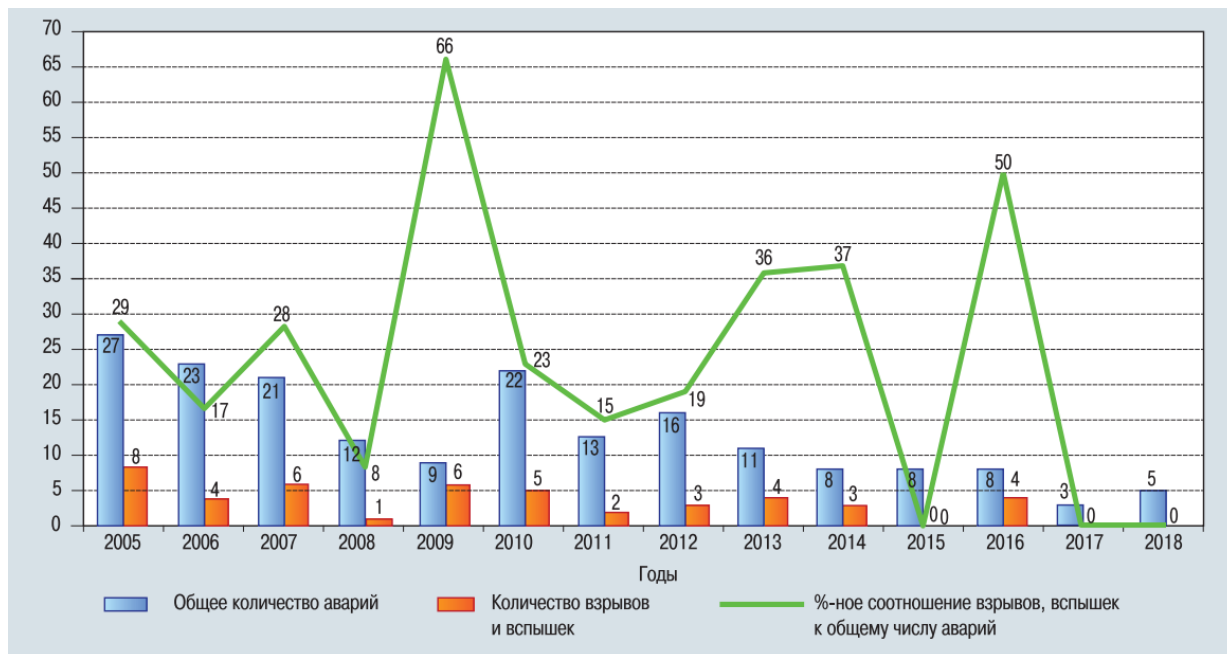


Рис. 1. Динамика общего количества аварий, взрывов и вспышек метана в 2005–2018 годах

Распределение аварий по видам и несчастных случаев со смертельным исходом по травмирующим факторам за 2017 и 2018 годы представлено в табл. 1. по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2018 году.

Таблица 1 - Распределение аварий по видам и несчастных случаев со смертельным исходом по травмирующим факторам в 2017–2018 годах

№ п/п	Вид аварии, смертельных травм	2017–2018 гг. аварии		±/–	2017–2018 гг. смертельные травмы		±/–
1	Пожар (ПГР)/ (ОГР)/ (П)*	—	4/—/—	+4/—/—	—	—	—
2	Внезапный выброс угля, породы, газа (ПГР/ОГР/П)	1/—/—	—	—1/—/—	1/—/—	—	—1/—/—
3	Транспорт (ПГР /ОГР/П)	—	—	—	3/1/—	3/—/—	0/—1/—
4	Электроток (ПГР /ОГР/П)	—	—	—	—/2/—	—/2/—	—/0/—
5	Машины и механизмы (ПГР /ОГР/П)	—	—	—	5/1/1	5/2/—	0/+1/—1
6	Затопления горных выработок, прорыв воды,	—/—/1	—	—/—/—1	1/—/—	—	—1/—/—

	глины (ПГР /ОГР/П)						
7	Обрушение горной массы, крепи (ПГР / ОГР /П)	1/—/—	—	—1/—/—	2/1/—	4/—/—	+2/—1/—
8	Буровзрывные работы	—	1/—/—	+1/—/—	—	1/—/—	+1/—/—
9	Итого:	$\frac{2/-/1}{3}$	$\frac{5/-/—}{5}$	$\frac{+3/-/—1}{+2}$	$\frac{12/5/1}{18}$	$\frac{13/4/—}{17}$	$\frac{+1/-1/-1}{-1}$

* Подземные горные работы (ПГР)
Открытые горные работы (ОГР)
Поверхность (П)

Причины аварий в результате возникновения эндогенных пожаров:

- отсутствие контроля со стороны инженерно-технических работников и надлежащего автоматического газового контроля за ранними признаками самонагревания угля и состоянием атмосферы в выработанном пространстве;
- недостаточность работ по локации очагов самонагревания (самовозгорания) в целиках угля и выработанном пространстве;
- недостаточный уровень организации и осуществления производственного контроля;
- внесение необоснованных изменений в схему проветривания шахты, приведших к повышению аэродинамического давления в выработанном пространстве лавы;
- ведение очистных и демонтажных работ в лаве в сроки, значительно превышающие сроки календарного графика ввода и выбытия очистных забоев.

Причины аварий в результате возникновения экзогенного пожара:

- накопление газа метана горючей концентрации в лаве;
- отсутствие расчетного расхода воздуха в лаве;
- фрикционное искрение в результате фрикционного трения струга об породу кровли при отсутствии взрывозащитного орошения по лаве;
- отсутствие контроля за состоянием вентиляционных сооружений с выводом информации оператору АГК;
- отсутствие контроля за состоянием взрывозащитного орошения в лаве;
- неэффективный способ предотвращения утечек воздуха в выработанное пространство с поддерживаемых выработок при прямоточной схеме

В настоящее время известно много способов и средств предупреждения самовозгорания угля, но проблема профилактики и ликвидации эндогенных пожаров остается.

Известен способ борьбы с эндогенными пожарами, основанный на использовании гелеобразующих составов.

Гелеобразующий состав представляет собой коллоид, который из исходного состояния с реологическими свойствами воды, переходит в

желеобразную массу - гель, характеризующийся определенными механическими свойствами. Идея заключалась в использовании физико-химических свойств гелеобразующих составов, позволяющих доставлять их к месту применения и комплексно воздействовать на процесс самовозгорания, увеличивая аэродинамическое сопротивление, влагосодержание выработанного пространства и снижая способность угля к окислению.

Экспериментальное и опытное применение гелеобразующих составов в шахтах Кузбасса в начале 90-х годов показало техническую и экономическую целесообразность их применения для борьбы с эндогенными пожарами. Но из-за политических и экономических перемен в стране, которые обусловили отсутствие финансирования, работы по применению способа были прекращены.

Технология приготовления гелеобразующих составов предусматривает смешивание воды, концентрированных растворов жидкого стекла и соли аммония.

До начала перехода в состояние геля (пеногеля) состав имеет реологические свойства воды и может транспортироваться по трубам или по пожарным рукавам. Вспенивание состава целесообразно проводить непосредственно у места его применения, так как объем пеногеля в 5-45 раз больше объема пенообразующего состава. Время гелеобразования является одним из наиболее важных технологических параметров, определяющих эффективность его применения, и зависит как от количества реагентов в концентрированных растворах, так и от работы смесителя. При неустойчивой работе смесителя нарушается соотношение и однородность смешивания компонентов в составе, что приводит к изменению его свойств.

Оборудование включает смесители насосный и эжекторный и пеногенераторы.

Комплекс оборудования для приготовления и подачи ГОС, включает смесители насосный, работающий в комплексе с насосом 1В20/10-16/10, и эжекторный, выполненный в двух вариантах: – одинарный с двумя всасами и двойной с параллельно соединенными эжекторами, каждый из которых оснащен одним всасом; пеногенераторы и вспомогательное оборудование - прободборники, индикаторы плотности концентрированных растворов, всасывающие и нагнетательные рукава.

Экспериментально было установлено, что гелеобразующие составы, обладающие антипирогенными свойствами, приготавливаются из двух исходных компонентов: сульфата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и жидкого стекла Na_2SiO_3 . При этом процесс гелеобразования происходит при однородно перемешанной смеси воды, 1-3% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и 2-5% Na_2SiO_3 , а время гелеобразования от минут до нескольких часов регулируется путем изменения плотности концентрированного раствора сульфата аммония в пределах 1,08-1,12 т/м³.

В результате опытного применения гелеобразующих составов для предупреждения самовозгорания и тушения эндогенных пожаров на шахтах Кузбасса 19 случаях были получены следующие результаты:

1. Определена возможность создания объемной изоляции в заданном районе выработанного пространства гелеобразующим составом за счет заданного периода гелеобразования, превышающим время доставки на 25%.

2. Доказано, что обработка разрушенного угольно-породного массива гелеобразующим составом приводит к комплексному воздействию на очаг самовозгорания за счет снижения химической активности угля к кислороду воздуха до 80%, создания объемной изоляции, снижающей утечки воздуха от 60 до 80%, и повышенного влагосодержания атмосферы, сохраняющегося более 13 сут.

3. Установлено, что торможение развития процесса окисления и самовозгорания достигается за счет сокращения площади контакта кислорода с активной поверхностью угля при обработке его гелеобразующим составом с применением разработанного оборудования.

4. Установлена работоспособность комплекса оборудования производительностью от 9,7 до 18 м³/ч геля и 48,5-150 м³/ч пеногеля, конструкция которого защищена авторским свидетельством на изобретение №281160, кл.А62С5/04.

5. Разработана технология приготовления на способ подачи гелеобразующих составов для предупреждения эндогенных пожаров на пластах пологого, наклонного и крутого падения, тампонажа целиков угля, герметизации перемычек и получено свидетельство на полезную модель №27637 кл.7Е21F5/00

6. Основные положения «Руководства по применению гелеобразующих составов для предупреждения самовозгорания угля в шахтах», включены в бассейновую «Инструкцию по предупреждению и тушению эндогенных пожаров в шахтах Кузбасса» (Кемерово, 1999).

Приведенное показывает о возможности применения гелеобразующих составов для предупреждения самовозгорания угля в шахтах, а также для предотвращения самовозгорания складов угля.

Для обеспечения безопасности ведения горных работ на пластах угля, склонного к самовозгоранию, как и при наличии других опасностей природного происхождения, необходимо научное сопровождение горных работ по добыче угля, специалистами прикладных и учебных институтов, занимающихся вопросами обеспечения промышленной безопасности. Такая практика применялась в до перестроечное время.

Список литературы

1. Портола В. А., Овчинников А. Е., Жданов А. Н. Оценка мер по предупреждению эндогенных пожаров в угольных шахтах // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 12. – С. 205–214.

2. Портола В.А., Жданов А.Н., Бобровникова А.А. Перспектива применения антипирогенов для предотвращения самовозгорания складов угля. Уголь. – 2019. – № 4. – С. 14-19.

3. Портола В. А., Жданов А. Н., Бобровникова А. А. Исследование процесса самовозгорания в штабеле угля // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 10. – С. 155–162.
4. Портола В.А., Скударнов Д.Е., Протасов С.И., Подображин С.Н. Оценка параметров очагов самовозгорания породных отвалов угольных карьеров и способов их тушения. Безопасность труда в промышленности. – 2017. – № 11. – С. 42–47.
5. Проблемы и пути снижения пожароопасности при добыче угля открытым способом / В.А. Портола, С.И. Протасов, С.Н. Подображин //Безопасность труда в промышленности. – 2004, № 11. – С.41-43.
6. Portola V.A. Assessment of the effect of some factors on spontaneous coal combustion. Journal of Mining Science. 1996. 32(6). P. 536-541.

Заявка	
на участие в работе конференции СИБРЕСУРС-2020	
Фамилия, имя, отчество: Зубарева Вера Андреевна	
1. Место работы, должность: доцент кафедры АОТиП КузГТУ	
2. Ученая степень к.т.н.	
3. Почтовый адрес: г. Кемерово, ул. Весенняя, 28	
4. Телефон 396370	Факс 396370
E-mail aotp2012@yandex.ru	
5. Я намерен принять участие в работе конференции (нужное отметить): а) с выступлением и публикацией доклада в Сборнике материалов конференции; б) в качестве слушателя без выступления, но с <u>публикацией</u> в Сборнике материалов конференции; в) в качестве слушателя без выступления и публикации в Сборнике материалов конференции; г) в качестве заочного участника, только с публикацией в Сборнике материалов конференции (без посещения конференции).	
6. Название доклада ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ САМОВОЗГОРАНИЯ И ТУШЕНИЕ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИМИ СОСТАВАМИ	
6. Направление: 1. Добыча угля: технологические и экологические проблемы	

7. Требуется ли гостиница? НЕТ