

УДК 622.822

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИДКОГО АЗОТА ДЛЯ БОРЬБЫ С ЭНДОГЕННЫМИ ПОЖАРАМИ В ШАХТАХ

Галсанов Н.Л. (СУЭК, соискатель КузГТУ)

Пожары, возникающие в угольных шахтах, представляют большую угрозу для людей из-за выделения токсичных газов, опасности взрыва горючих газов и пыли, возможности обрушения горных выработок. Учитывая огромную опасность, возникающую в случае развития эндогенного пожара в шахте, изучением процесса самовозгорания угля занимались ученые из различных научно-исследовательских организаций [1,2]. Изучение условий возникновения эндогенных пожаров на шахтах [3], позволило разработать ряд способов борьбы с подземными пожарами, внедренных на угольных предприятиях, что уменьшило количество возникающих пожаров [4].

Большая часть эндогенных пожаров в шахтах Кузбасса возникает в выработанном пространстве, что затрудняет обнаружение и тушение очагов самовозгорания. Опыт подачи воды и глинистой пульпы показал, что эти хладагенты стекают по почве пласта и зачастую не оказывают тушащего действия на очаги подземных пожаров. Для повышения эффективности тушения подземных пожаров были разработаны способы поверхностной газовой съемки, позволяющие определить местонахождение подземных очагов [5,6], и контроля суммарного влагосодержания воздуха для обнаружения ранней стадии самовозгорания [7].

Одновременно были разработаны способы тушения пожаров в выработанном пространстве, предусматривающие подачу хладагентов, производящих объемную обработку скоплений горных пород. Так, в работах [8,9] обосновано применение пены для предупреждения, локализации и тушения очагов самовозгорания в выработанном пространстве шахт. Данный способ позволяет проводить очистные работы одновременно с профилактикой самовозгорания угля в выработанном пространстве и подавлять процессы самонагревания угля. Сотрудниками ВостНИИ был разработан способ предупреждения эндогенных пожаров в выработанном пространстве путем распыления жидкого аэрозоля в потоке воздуха, поступающем в отработанную часть пласта [10].

Объемным воздействием на выработанное пространство обладает и инертный газ. Наибольшее распространение на шахтах Кузбасса получил азот [11]. Значительная часть азота поступает на шахты в жидком виде, а его газификацию осуществляют у места подачи в шахту путем пропускания через теплообменный аппарат. Однако азот обладает малой плотностью и теплоемкостью, что затрудняет его применение в качестве хладагента. Поэтому целесообразно усилить его хладагентное действие за счет получение инертного состава при одновременном распылении жидкого азота и воды. Получаемая смесь содержит частицы замерзшей воды, отнимающие у очага значительное количество тепла на плавление, нагрев и испарение жидкой фазы.

Проведенные расчеты показали, что с ростом температуры получаемого инертного состава, при неизменной температуре исходной воды, увеличивается расход воды, используемый для газификации жидкого азота, и возрастает удельная теплоемкость и плотность инертного состава.

Параметры инертного состава, полученного при перемешивании частиц жидкого азота и воды, имеющего температуру -100 °С, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры инертного состава с температурой  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , полученного  
при перемешивании воды и жидкого азота

Температура воды, $^{\circ}\text{C}$	Отношение расхода азота к воде при получении состава	Масса поданной воды на 1 кг азота, кг/кг	Массовая доля азота в составе	Массовая доля частиц льда в составе	Теплоемкость состава, $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$
0	1,820	0,549	0,645	0,355	1,39
20	2,105	0,475	0,678	0,322	1,35
40	2,398	0,418	0,705	0,295	1,32
60	2,680	0,373	0,728	0,272	1,30
80	2,960	0,337	0,748	0,252	1,28
100	3,250	0,307	0,765	0,235	1,26

Из приведенных результатов видно, что в случае повышения температуры воды, используемой для газификации жидкого азота, снижается удельная теплоемкость получаемого инертного состава. Одновременно наблюдается и уменьшение доли частиц льда в составе. Хладагентные свойства инертного состава будут также уменьшаться при росте температуры распыляемой с жидким азотом воды.

Для получения инертного состава было разработано и изготовлено устройство, схема которого приведена на рис. 1. Устройство состоит из теплообменной камеры цилиндрической формы, трубопроводов для подвода жидкого азота и воды или пара к кольцевым распылителям, а также форсунок для распыления компонентов.

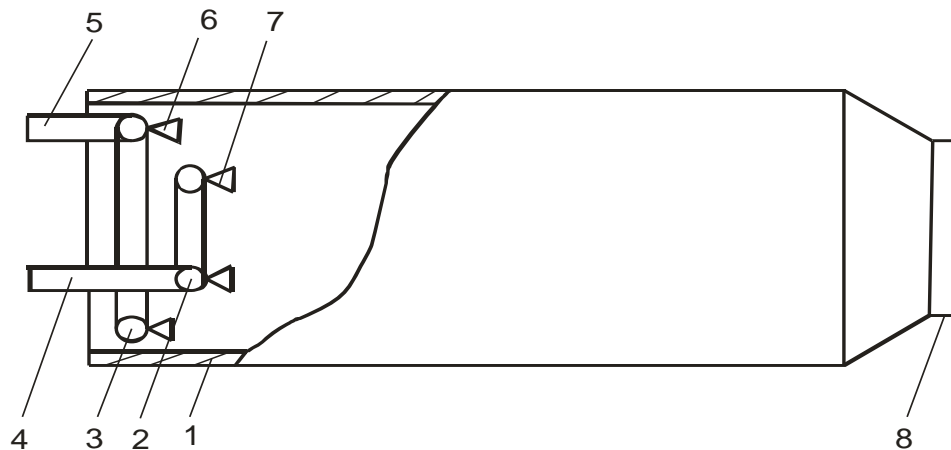


Рис. 1. Устройство для получения инертных составов:

- 1 – цилиндрический корпус с теплоизолирующим слоем; 2 – кольцевой распылитель воды (пара); 3 – кольцевой распылитель жидкого азота;
- 4 – трубопровод подачи воды (пара) к кольцевому распылителю;
- 5 – трубопровод подвода жидкого азота; 6 – форсунки для распыления жидкого азота; 7 – форсунки для распыления воды (пара); 8 – патрубок для выдачи инертного состава

Проведенные испытания опытного образца показали, что в камере смешения происходит интенсивный теплообмен между частицами жидкого азота и воды. Температура исходящего инертного состава составляла  $-87\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Образующийся состав, состоящий

из газообразного азота и взвешенных частиц льда, подавался через патрубок 8 в трубопровод.

#### Литература

1. Скочинский А.А., Огиевский В.М. Рудничные пожары. – М.: Углетехиздат, 1954. – 387 с.
2. Линденау Н.И., Маевская В.М., Крылов В.Ф. Происхождение, профилактика и тушение эндогенных пожаров. – М.: Недра, 1977. – 319 с.
3. Портола В.А. Оценка влияния некоторых факторов на процесс самовозгорания угля // ФТПРПИ. – 1996. – № 3. – С. 61–68.
4. Портола В.А., Галсанов Н.Л., Шевченко М.В., Луговцова Н.Ю. Эндогенная пожароопасность шахт Кузбасса. Вестник КузГТУ. – 2012. – № 2. – С. 44–47.
5. Портола В.А. Локация очагов подземных пожаров с поверхности: Монография / Под ред. В.А. Колмакова; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2001. – 176 с.
6. Портола В.А. О газовых аномалиях над источниками подземных газовыделений // ФТПРПИ. – 1996. – № 6. – С. 110–117.
7. Портола В.А. Обнаружение ранней стадии процесса самовозгорания угля в шахтах: монография / В.А. Портола, С.Н. Лабукин; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 133 с.
8. Игишев В. Г. Борьба с самовозгоранием угля в шахтах / В. Г. Игишев. – М. : Недра, 1987. – 176 с.
9. Игишев В.Г., Портола В.А. Оценка параметров пены, необходимых для тушения очагов самовозгорания // ФТПРПИ. – 1993. – № 4. – С. 74–78.
10. Белавенцев Л. П. Аэрозольная профилактика эндогенных пожаров в угольных шахтах : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.15.11 / Белавенцев Лев Петрович. – Кемерово, 1988. – 47 с.
11. Портола В.А. Перспектива применения азота для борьбы с пожарами и взрывами в шахтах // Вестник КузГТУ, 2006. № 3, – С. 57–59.