

**УДК 622.822**

Портола Вячеслав Алексеевич, профессор  
(КузГТУ, г. Кемерово)  
Син Сергей Александрович, аспирант  
(КузГТУ, г. Кемерово)

Portola Vyacheslav Alekseevich, Professor  
(KuzSTU, Kemerovo)  
Sin Sergey Alexandrovich, postgraduate student  
(KuzSTU, Kemerovo)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРОФИЛАКТИКИ  
САМОВОЗГОРАНИЯ УГЛЯ В ВЫРАБОТАННОМ  
ПРОСТРАНСТВЕ**

**TECHNOLOGICAL SCHEMES FOR THE PREVENTION OF  
AUTO-COMBUSTION OF COAL IN THE WORN-OUT SPACE**

Пожары являются самой распространенной аварией на угольных шахтах Кузбасса. Особенно большой экономический ущерб угледобывающим предприятиям наносят эндогенные пожары, возникающие от самовозгорания угля [1-4]. Большая часть эндогенных пожаров зарождается в выработанном пространстве, что затрудняет своевременное обнаружение очагов самовозгорания и их тушение. Процессы самовозгорания происходят на земной поверхности, например, породных отвалах [5], складах угля [6], скоплениях угольной пыли [7].

Для борьбы с подземными пожарами в последние годы используют средства, способные распространяться по объему выработанного пространства, что увеличивает вероятность их попадания в очаг. Так, получил распространение пенный способ профилактики и ликвидации очагов самовозгорания [8]. Попадание пены в очаг приводит к снижению температуры угля из-за потерь тепла на нагрев и испарение жидкости. Используется подача в выработанное пространство инертных газов [9], позволяющих снизить концентрацию кислорода, что сокращает выделение тепла.

Повысить эффективность работ по профилактике и тушению очагов самовозгорания угля в выработанном пространстве можно комбинируя подачу пены и азота. Для получения азота целесообразно использовать воздухоразделительные установки. Так, мембранные воздухоразделительные установки МВа-1, впервые использованная в Кузбассе для борьбы с подземными пожарами, имела производительность – 600 н.м<sup>3</sup>/ч при чистоте азота 99,5 %. При повышении производительности до 1000 м<sup>3</sup>/ч чистота азота равнялась 98 %. Давление азота на выходе – 1,3 МПа. Площадь размещения – 36 м<sup>2</sup>. Масса установки – 18 т.

Воздух в установку забирается из атмосферы компрессором и подается в ресиверы. Затем из воздуха удаляют влагу и подают в мембранный модуль. Остаточный газ с повышенным содержанием кислорода поступает из мембранного модуля в атмосферу. Схема локализации и тушения очага самовозгорания, возникшего в отработанном и изолированном участке, приведена на рис. 1. Для подачи азота можно использовать мембранные воздухоразделительные установки или криогенную емкость с жидким азотом, который газифицируют перед подачей в шахту.

Источник азота 5 размещают у скважины 4, пробуренной с поверхности в выработанное пространство 1 с очагом самовозгорания 2 аварийного подземного участка, изолированного от действующих горных выработок перемычкой 3. Данную схему можно использовать и для предотвращения развития процесса самовозгорания в выработанном пространстве, если методом изоляции не удается добиться снижения концентрации кислорода до требуемого уровня.

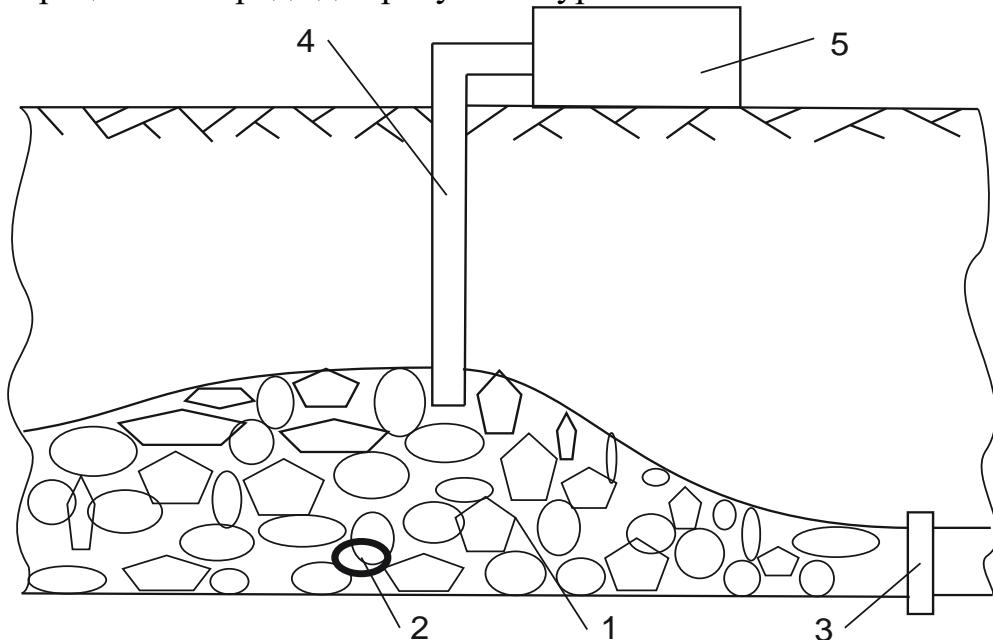


Рис. 1. Схема инертизации атмосферы отработанного и изолированного участка: 1 – выработанное пространство; 2 – очаг самовозгорания; 3 – изолирующая перемычка; 4 – скважина; 5 – установка подачи азота

В случае невозможности или сложности бурения скважин с земной поверхности подачу азота в выработанное пространство изолированного участка можно осуществлять через трубы, проложенные из действующих горных выработок (рис. 2). Для инертизации изолированного участка в выработанное пространство 1 прокладывают трубу 4 из горной выработки 3. Затем выработанное пространство изолируют перемычкой 2, а к трубе 4 подключают источник азота 5. Состав газов в изолированном пространстве контролируют через пробоотборники, установленные в перемычках.

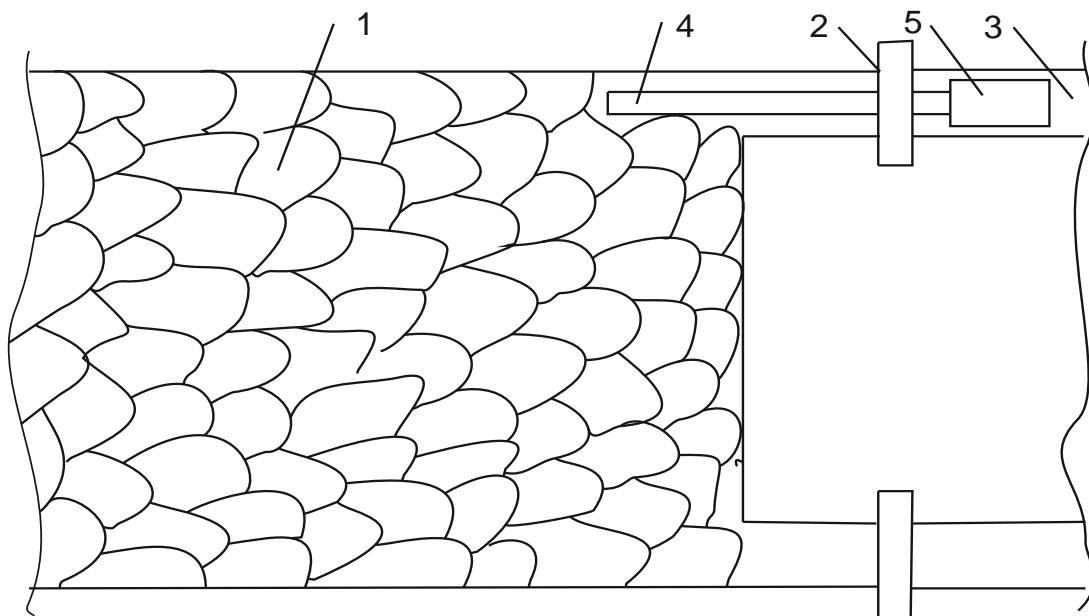


Рис. 2. Подача азота в изолированное выработанное пространство из горных выработок: 1 – выработанное пространство; 2 –перемычка; 3 – горная выработка; 4 – трубопровод для подачи азота; 5 – установка выдачи азота

Повышение эффективности профилактики самовозгорания требует бурения с поверхности на угольный пласт ряда скважин. Скважины, выбуренные в кровлю пласта впереди очистного забоя, перекрываются заглушками. На первой скважине от забоя монтируется установка для отсоса части струи с примесью метана и угольной пыли, образующихся в процессе выемки угля. В результате в породах под газоотсасывающей скважиной образуется скопление мелкодисперсной угольной пыли.

По мере отработки лавы вскрывается новая скважина и на неё переключается газоотсасывающая установка. На отработанной скважине монтируется воздухоразделительная установка 5 типа МВа-1, которая решает задачи дезактивации угольной пыли и инертизации её скопления. Профилактическая работа ведётся в два этапа. На первом этапе, с учётом высокого дезактивирующего эффекта при обработке неокисленного угля и угольной пыли антипирогенами на водной основе, в скважину подаётся инертная пена. После наработки критического объёма пены в скважину подаётся только инертный газ.

Расстояние между дегазационными скважинами на практике изменяется в пределах 30-70 м. Частая передвижка установки МВа-1 требует больших временных и стоимостных затрат. В связи с этим очевидна необходимость определения для конкретной установки максимальной дальности подачи инертного газа по используемому трубопроводу.

Для оценки первого параметра воспользуемся методикой, приведённой в работе [10]. В качестве исходных принимаем: производительность установки – 16,6 м<sup>3</sup>/мин; давление на выходе-1,3 МПа; диаметр трубопровода-100 мм. Из методики видно, что при приведённой длине

трубопровода диаметром 100 мм, равной 50 км, пропускная способность в 16,6 м<sup>3</sup>/мин обеспечивается при давлении в трубопроводе 0,5 МПа. Из расчетов следует, что даже при давлении в трубопроводе в 2,6 раза меньшем достигаемого установкой МВа-1, обеспечивается транспортировка азота на длину в 59 км. Это значит, что с одной точки размещения технические характеристики установки МВа-1 позволяют использовать инертный газ с производительностью в 16,6 м<sup>3</sup>/мин на всей длине выемочных столбов, которая в отдельных случаях достигает 3,0 км.

### Список литературы

1. Скочинский А.А., Огиевский В.М. Рудничные пожары. – М.: Издательство «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2011. – 375 с.
2. Самовозгорания промышленных материалов / В.С.Веселовский, Н.Д.Алексеева, Л.Н.Виноградова, Г.Л. Орлеанская, Е.А. Терпогосова. – М.: Наука, 1964. – 246 с.
3. Игишев В.Г. Борьба с самовозгоранием угля в шахтах. – М.: Недра, 1987. – 176 с.
4. Игишев В.Г., Син С.А. Современное состояние проблемы с эндогенными пожарами в шахтах Кузбасса // Уголь. – 2012. – № 7. – С. 108–110.
5. Портола В.А., Бобровникова А.А., Протасов С.И., Серегин Е.А., Еременко А.А. Оценка склонности к самовозгоранию и газовыделения углесодержащих пород отвалов и шламов угольных предприятий. Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 3. – С. 74–80.
6. Ютяев Е.П., Портола В.А., Мешков А.А., Харитонов И.Л., Жданов А.Н. Развитие процесса самонагревания в скоплениях угля под действием молекулярной диффузии кислорода // Уголь. 2018. – № 10 (1111). С. 42–46.
7. Портола В.А. Опасность самовозгорания угольной пыли. Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 6. – С. 36–39.
8. Игишев В.Г. , Белавенцев Л.П., Портола В.А. и др. Разработка и внедрение новых способов профилактики, локации и локализации очагов самовозгорания угля в действующих выемочных полях шахт Кузбасса. Кузбассвузиздат. Кемерово, 2006, 100 с.
9. Син С.А. Применение азота для борьбы с самовозгорания угля в шахтах // Вестник КузГТУ. – 2015. – № 1. – С. 167–171.
10. Руководство по применению инертных газов при ликвидации пожаров в шахтах. Донецк. ВНИИГД. 1989.-190 с.