

УДК 622.41: 622.273

АНАЛИЗ ПРИЧИН И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГНОЗА ЭНДОГЕННОЙ ПОЖАРООПАСНОСТИ И АЭРОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ПРИ ПОМОЩИ ХЕМОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА

Кравченко И.А., студент гр. ГПс-141, V курс

Научный руководитель: Цибаев С.С., старший преподаватель

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева

г.Кемерово

В настоящее время при прогрессивно развивающихся технологиях добычи угля подземным способом вопросы обеспечения безопасности труда горнорабочих при отработке пластов склонных к самовозгоранию приобретает высокую актуальность. Наибольшая сложность при отработке пластов склонных к самовозгоранию происходит при отработке участков с углами падения $0-35^\circ$ длинными комплексно-механизированными забоями. В связи с этим, возникает угроза здоровью и жизни горнорабочих, снижается эффективность использования высокопроизводительных механизированных комплексов из-за аварийных простоев. Все это влечет за собой весьма большие материальные затраты и приводит к снижению темпов угледобычи.

Нормативно-правовое регулирование параметров отработки участков запасов, склонных к самовозгоранию, а также проведению текущего прогноза пожароопасности и профилактических мероприятий регулируются рядом документов [1-3].



Рис.1. Зарегистрированные эпизоды возникновения эндогенных пожаров за период с 1989 по 2011 гг.

В настоящее время в угольной промышленности России наблюдается увеличение размеров выемочных участков и повышению нагрузки на очистной забой за счет приобретения высокопроизводительного оборудования. Экономический ущерб от изоляции такого участка при ликвидации последствий эндогенного пожара составляет от 20 млн. руб. и более (табл 1) [4].

Таблица 1

Оценка ущерба от аварий на шахтах Кузбасса

№	Дата	Организация	Вид аварии	Ущерб, руб.
1	25.05.1998	Облкемеровоуголь, шахта «Красный Кузбасс»	Эндогенный пожар в выработанном пространстве пл. Мощный с пром. квершлага	405989000
2	09.09.2000	Шахта «Западная»	Эндогенный пожар в конвейерно-рельсовый штреке	56853000
3	08.01.2002	Прокопьевскуголь, шахта «Тырганская»	Эндогенный пожар в выработанном пространстве	20900000
4	08.02.2005	Южкузбассуголь, шахта «Есаульская»	Эндогенный пожар в вентиляционном штреке	284882000
5	13.06.2010	Прокопьевскуголь, шахта Им. Дзержинского	Эндогенный пожар в скате	81600000
6	23.08.2010	Прокопьевскуголь, шахта «Зиминка»	Эндогенный пожар в квершлага	54404000
7	07.07.2011	Стройсервис, Шахта №12	Эндогенный пожар в квершлага	84576000

Эндогенный пожар возникает в результате произвольного самовозгорания подземных пород и горючих материалов [5].

В результате проведенного анализа литературных и периодических источников, установлены характерные места возникновения эндогенных пожаров [4, 6]:

1. Выработанные пространства действующих очистных забоев (25 %);
2. Отработанные изолированные участки (30...40 %);
3. Отработанные неизолированные участки (12...37 %);
4. Капитальные и подготовительные выработки (30...40 %).

К самопроизвольному горению приводят факторы, обуславливающие эндогенную пожароопасность при следующих технологиях высокопроизводительной добычи с использованием комплексно-механизированных забоев:

1. Оставление в выработанном пространстве концентрированных пространственно-расположенных потерь разрыхленного угля вызывает увеличение образования индикаторных пожарных газов, а также повышение температуры угля;

2. Раздробленный уголь, который может вызвать увеличение образования индикаторных пожарных газов без повышения температуры угля;

3. Направленность и интенсивность процесса тепло- и массообмена между воздушным потоком и окисляющимися потерями разрыхленного угля;

4. Большой объем угольной пыли и повышения её концентрации в потоке воздуха, поступающем в выработанное пространство;

5. Концентрированные потери разрыхленного угля, образующиеся в выработанном пространстве в линейной части забоя (рис. 2);

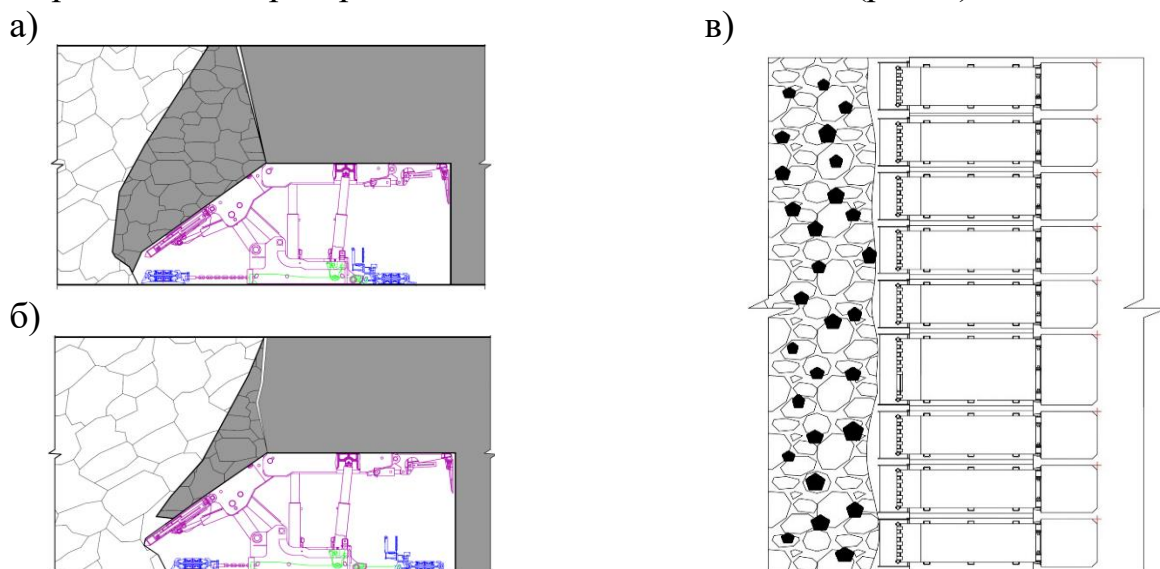


Рис. 2. Положение очистного забоя при выпуске подкровельной пачки угля: а) начальное; б) конечное; в) концентрированные потери разрыхленного угля, образующиеся в выработанном пространстве.

6. Величина утечек воздуха и длительность поступления их к скоплениям разрыхленного угля;

При отработке мощных пластов технологией с выпуском подкровельной пачки угля, кроме основных причин возникновения эндогенных пожаров, также характерны:

1. Высокая вероятность возникновения аэродинамической связи с поверхностью или ранее отработанными участками [7].

2. Потери в выпускаемом слое подкровельной пачки угля на сопряжениях с конвейерным и вентиляционным штреками (рис. 3);

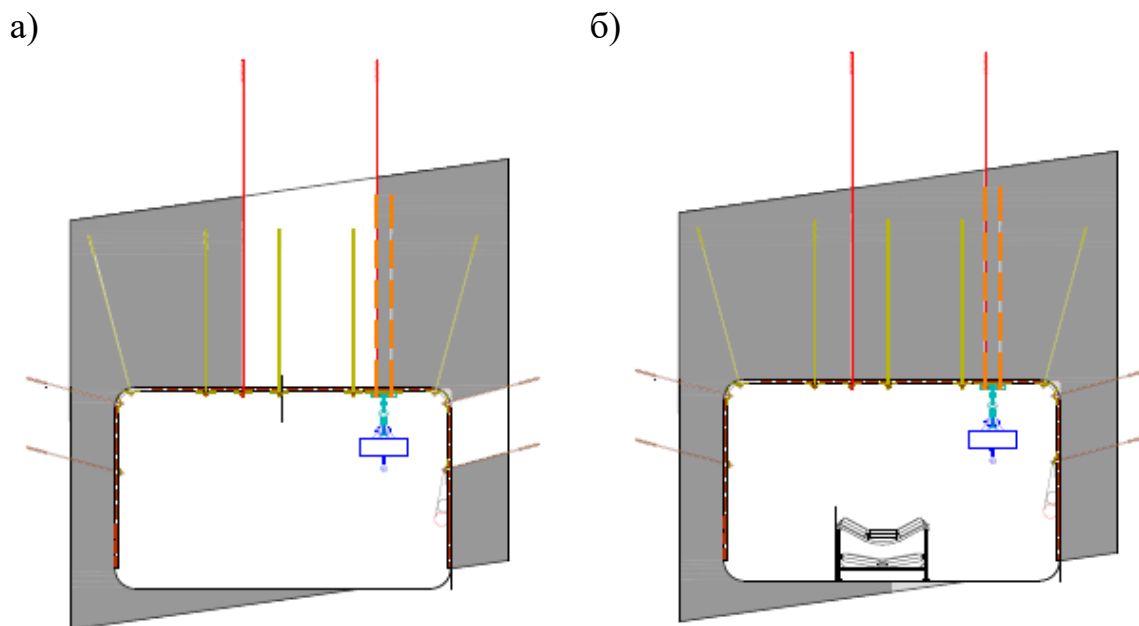


Рис. 3. Потери в выпускаемом слое подкровельной пачки угля на сопряжениях с вентиляционным (а) и конвейерным (б) штреками.

Действующая нормативно-правовая документация, литературные источники, а также проектная документация на отработку участков запасов склонных к самовозгоранию, регламентирует методику и параметры контроля и предотвращения возможных очагов эндогенной пожароопасности (табл. 2) [7].

Таблица 2

Мероприятия по снижению эндогенной пожароопасности

Отработка длинными столбами по простиранию	Отработка пласта с выпуском подкровельной пачки
1	2
<i>Организационно-технологические методы</i>	
Использование технологий адаптации геологической информации	
Обеспечение проветривания лавы с минимальными значениями давления воздуха во входящей вентиляционной струе	
Скорость продвижения очистных забоев на пластах, отнесённых к категории склонных к самовозгоранию должна быть не менее 60 м/мес, а на весьма склонных к самовозгоранию - не менее 90 м/мес	Поддержание в зимний период года теплового режима шахты, при котором температура воздуха в 5 м от сопряжения вентиляционного канала с вентиляционным уклоном должна быть не менее +2°С для обеспечения эффективного увлажнения общешахтной поступающей струи
Принятие рациональных решений по вентиляционным режимам, профилактическим мероприятиям и локализации очагов самовозгорания угля	

Продолжение таблицы 2

1	2
<i>Мероприятия по контролю и мониторингу аэрологической ситуации выемочного участка</i>	
Проверка опасности образования местных скоплений метана на сопряжении лавы с вентиляционной выработкой	
Контроль за эндогенной пожароопасностью, за качеством обработки целиков угля и выработанного пространства антипирогенами	
1	2
Мониторинг процесса низкотемпературного окисления угля в целиках и выработанных пространствах	
Систематический контроль за температурой поверхности в кровле, бортах и почве выработок в местах повышенной эндогенной пожароопасности	
Использование технологии моделирования тепловой ситуации в угольных целиках и угольных скоплениях	Осуществлять периодический автоматический контроль за микроконцентрацией оксида углерода с помощью контрольной аппаратуры непрерывного действия
<i>Методы локального предотвращения возникновения эндогенной пожароопасности</i>	
Обработка антипирогенами краевых частей угольных целиков	
Дегазация выработанного пространства	
Повышение влажности подаваемого воздуха, за счет осуществления контроля текущей эндогенной пожароопасности горных работ (эффективности профилактических мероприятий) по изменению влажности не реже 1 раза в 5 суток	
Ликвидация возникающей аэродинамической связи посредством засыпки провалов, чтобы исключить аэродинамическую связь с действующими выработками и снижение содержания кислорода в выработанном пространстве	
Изоляцию отработанного пространства лавы возведением взрывоустойчивых изолирующих перемычек из цементной смеси	
Проведение частичной воздушно-депресссионной съемки с анализом герметичности изолирующих сооружений, напоров, давления, утечек воздуха.	
При вскрытии очистным забоем не выявленных ранее геологических нарушений, необходимо уточнять мероприятия по предупреждению эндогенных пожаров, предусмотренных в данном паспорте.	
Проведение профилактической обработки угольных целиков между дренажным штреком и вентиляционным штреком и между конвейерным штреком и вентиляционным штреком, демонтажной камеры водными растворами антипирогенов.	
	Распыление твёрдого антипирогена с применением малогабаритной установки для набрызгбетонирования

Продолжение таблицы 2

1	2
	Нагнетание азота и подача инертной пены с поверхности через скважины отсечного ряда, пробуренные с поверхности в выработанное пространство лавы
	Обработка изолирующими материалами типа Tekflex или смолами (Беве-дол WFA-Беведан, Геофлекс) контура взрывоустойчивых перемычек, установленных в сбойках между воздухоподающими выработками и выработками с исходящей струей воздуха
	Подача аэрозоля омагниченной воды в выработанное пространство
	Обработка инертной пеной с применением пенообразователя «Эльфор» зон скопления угля
	Возведение взрывоустойчивых перемычек по окончании демонтажа комплекса в газодренажном штреке и вентиляционном штреке со стороны транспортной печи
	С целью уменьшения потерь угля в выработанном пространстве, выпуск подкровельной пачки необходимо производить до появления включений породы до 30%
	Для снижения притока свежего воздуха в выработанное пространство лавы, на сопряжении лавы с конвейерным штреком, за крепью сопряжения и первой секцией, предусматривается возведение вентиляционного сопротивления путем укладки мешков с угольной штыбой по всему сечению конвейерного штрека

В результате анализа причин возникновения эндогенных пожаров, а также оценки эффективности способов их локализации, предлагается совершенствование существующего мониторинга аэрологической обстановки шахт

с целью выявления начала эндогенного пожара в угольном пласте и выработанном пространстве. Мониторинг охватывает длительные измерения концентрации CO , CO_2 , H_2 , O_2 , N_2 и CH_4 , температуры и влажности в выработанном пространстве и призабойной части, в непрерывном и дискретном режимах.

Для мониторинга используется как уже установленная сеть датчиков аэро-газового контроля, так и предусматривается установка дополнительных средств контроля в выработанном пространстве и вблизи изолирующих перемычек.

Полученные данные поступают в диспетчерский центр на поверхности и сопоставляются с основными технологическими параметрами работы очистного забоя, такими как: скорость движения комбайна, скорость подвигания забоя, продолжительность периода выпуска подкровельной пачки и др. Накопление статистических данных позволяет установить связь между возникновением эпизодов, выходящих из поля типичных событий мониторинга аэрологической обстановки и изменением основных технологических параметров забоя.

Анализ причин возникновения этих эпизодов позволит выявить потенциально пожароопасные участки выемочного столба, предвидеть возникновение опасных ситуаций, уточнить границы основных технологических параметров.

В скважины, которые ранее использовались для подачи инертной пены с поверхности, отсечного ряда помещаем датчик измерения CO и термопару. Затем стационарные газоанализаторы контроля параметров атмосферы GaSos, устанавливаемые как в скважинах отсечного ряда, так и за изолирующими перемычками выработанного пространства, связываются в единую сеть, подключаемую к аналого-цифровому преобразователю (АЦП).

АЦП преобразует полученные данные в цифровой сигнал, который хранится в устройстве накопления информации.

GSM-модуль передает накопленную информацию в диспетчерский центр шахты, где можно будет наблюдать за состоянием выработанного пространства лавы и при необходимости своевременно принимать меры по уменьшению эндогенной пожароопасности (рис. 4).

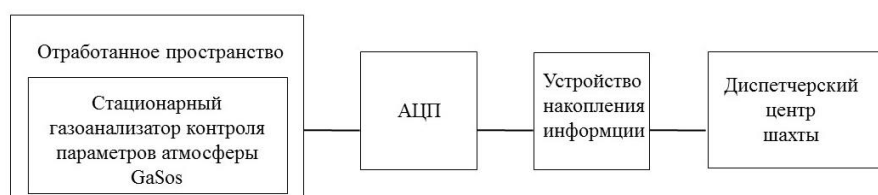


Рис. 4. Общая структура цифровой системы сбора, передачи, хранения данных.

Список литературы

1. Приказ Ростехнадзора от 19.11.2013 N 550 (ред. от 08.08.2017) "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности в угольных шахтах" (Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2013 N 30961).
2. Приказ Ростехнадзора от 16.12.2015 N 517 (ред. от 31.10.2016) "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Инструкция по предупреждению эндогенных пожаров и безопасному ведению горных работ на склонных к самовозгоранию пластах угля" (Зарегистрировано в Минюсте России 18.01.2016 N 40602).
3. Приказ Ростехнадзора от 05.06.2017 N 192 "Об утверждении Руководства по безопасности "Методические рекомендации по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на угольных шахтах".
4. Завиркина Т. В. Анализ статистики эндогенных пожаров на угольных шахтах России // Горные науки и технологии, 2014. – № 1. – С. 30-36.
5. Ремезов А.В. Почему существуют эндогенные пожары? // Инновации в технологиях и образовании сборник статей участников IX Международной научно-практической конференции, 2016. – С. 106-120.
6. Завиркина Т. В. Анализ причин эндогенных пожаров угольных шахт // Научный вестник Московского государственного горного университета, 2012. – № 7. – С. 21-25.
7. Отработка мощного угольного пласта механизированным комплексом с выпуском подкровельной пачки : монография / С. И. Калинин [и др.]. – Кемерово, 2011. – 224 с.