

УДК 331.452

Игнатова Алла Юрьевна, доцент, к.б.н.
(КузГТУ, г. Кемерово)
Alla Yu. Ignatova, candidate of biological sciences
(KuzSTU, Kemerovo)

ОЦЕНКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ ГАЗОВ В ШАХТАХ

EVALUATION OF MEASURES TO PREVENT SUDDEN GAS OUT-PUTS IN MINES

В работе представлены мероприятия по предотвращению внезапных выбросов газов в шахтах, рассмотрены их преимущества и недостатки.

The paper presents measures to prevent sudden outbursts of gases in mines, their advantages and disadvantages are considered.

Во многих странах мира, в т.ч. в России и в Кузбассе, на шахтах происходят внезапные выбросы полезного ископаемого и газа. В 2021 г. в Кемеровской области произошла катастрофа, связанная с внезапным выбросом метана на шахте «Листвяжная», унесшая жизни 51 человека. Уголь, песчаники, калийные соли и порфиры существенно различаются по своим физико-механическим свойствам. Общим для всех взрывоопасных пород и угля являются высокие упругие свойства и наличие газа в поровом пространстве.

Внезапный выброс — газодинамическое явление, возникающее вследствие быстрого изменения напряжённого состояния краевой части газоносного пласта вблизи горной выработки, как правило, при вскрытии пласта/пропластика, из груди подготовительного или очистного забоя [1].

Различают внезапные выбросы угля и газа, породы и газа.

Выбросы сопровождаются частичным или полным разрушением забоя, бурным выделением газа и образованием потока угля или породы, взвешенного в газе.

К предпосылкам и признакам внезапных выбросов газа относятся:

- усиленное давление на крепь;
- усиленное газовыделение;
- шелушение угля;
- запотевание забоя;
- удары и треск в массиве;

- заклинивание бура в шпуре.

Однако выброс может произойти и неожиданно. С увеличением глубины разработки угольных пластов растёт давление горных пород и газа, увеличиваются частота и сила внезапных выбросов.

На сегодняшний день разработан комплекс мероприятий по прогнозу и предупреждению внезапных выбросов.

Различают несколько видов прогноза: региональный (оценка опасности выброса по данным геологической разведки), локальный (определение опасности по данным обследования механических, фильтрационных, сорбционных, петрографических свойств, структуры угля и пласта в целом) и текущий (улавливание предупредительных признаков или предвестников внезапного выброса, в том числе сейсмоакустическими методами) [2].

Наиболее надёжными способами предупреждения внезапного выброса являются:

- опережающая разработка защитных пластов;
- бурение дегазационных и увлажнительных скважин из штреков для заблаговременного снижения давления газа и увлажнения участка пласта, намеченного к выемке.

Для безопасной разработки выбросоопасных и угрожаемых угольных пластов предусматривают следующие меры:

- а) прогноз выбросоопасности;
- б) опережающую отработку защитных пластов;
- в) способы предотвращения внезапных выбросов угля и газа и контроль их эффективности;
- г) систему разработки и технологию в очистных и подготовительных забоях, снижающих вероятность возникновения внезапных выбросов угля и газа;
- д) мероприятия по обеспечению безопасности работающих.

Вскрытие пластов, а также ведение очистных и подготовительных работ в пределах защищенных зон производят без применения прогноза выбросоопасности и способов предотвращения внезапных выбросов, а взрывные работы ведут в режиме, предусмотренном для сверхкатегорных по газу шахт.

Незащищенные выбросоопасные угольные шахтопласти или участки отрабатываются с применением прогноза и способов предотвращения внезапных выбросов.

Региональные способы предотвращения внезапных выбросов предназначены для заблаговременной обработки угольного массива впереди очистных и подготовительных забоев.

К региональным способам относятся: опережающая отработка защитных пластов, дегазация угольных пластов, увлажнение угольных пластов.

Локальные способы предназначены для приведения призабойной части угольного массива в не выбросоопасное состояние. Их осуществляют со

стороны очистных или подготовительных забоев.

К локальным способам относятся: гидрорыхление, низконапорное увлажнение, низконапорная пропитка, гидроотжим с предварительным увлажнением, гидровымывание опережающих полостей, образование разгрузочных пазов и щелей в угольном пласте и вмещающих породах, бурение опережающих скважин, торпедирование угольного массива, образование разгрузочной щели по длине очистного забоя.

Во всех случаях применения региональных и локальных способов предотвращения внезапных выбросов угля и газа необходимо осуществлять контроль их эффективности.

При интенсивном газовыделении и проявлении предупредительных признаков внезапных выбросов угля и газа во время локальной противовыбросной обработки массива (бурении опережающих скважин, гидроотжиме, гидровымывании опережающих полостей) необходимо применение мероприятий по предотвращению загазирований и развязывания газодинамических явлений в процессе выполнения способов предотвращения внезапных выбросов.

При разработке незащищенных выбросоопасных угольных шахтопластов применяются следующие мероприятия по обеспечению безопасности работающих:

- производство взрывных работ в режиме сотрясательного взрыва-ния;
- устойчивое проветривание забоев с подсвежением исходящей из очистного забоя струи воздуха (кроме сплошной системы разработки);
- регламентация последовательности выполнения технологических процессов и способов предотвращения внезапных выбросов угля и газа при работе в опасных зонах;
- организация телеметрического контроля за содержанием метана в очистных и подготовительных забоях, в том числе при сотрясательном взрывании в угольных и смешанных забоях;
- устройство индивидуального и групповых пунктов жизнеобеспече-ния, переносных спасательных пунктов, телефонной связи; дистанционного включения и выключения машин и механизмов [3].

Среди мероприятий по предупреждению внезапных выбросов газов в шахтах выделяют ряд систем.

1. Системы акустического контроля состояния массива горных пород и прогноза газодинамических явлений (САКС). Заключается в непрерывной оценке напряженно-деформированного состояния и круглосуточной записи акустического сигнала с возможностью его воспроизведения и расшифровки акустических образцов.

Прогноз осуществляется путем сопоставления текущих параметров акустического сигнала с эталонными, установленными на неопасном участке выработки или на соседних выработках эксплуатируемого пласта

Преимущества САКС:

- автоматизированная система прогноза динамических явлений (ДЯ);
- исключено влияние субъективного (человеческого) фактора;
- обеспечен прогноз основных видов ДЯ происходящих в горном массиве и геологических нарушений впереди движущегося забоя, контроль состояния массива;
- контроль эффективности мер предотвращения ДЯ в процессе выполнения этих мероприятий;
- реализация прогноза ДЯ осуществляется без прерывания основных технологических процессов [3].

2. Автоматизированная система комплексного мониторинга и прогноза природных и техногенных газодинамических явлений в углепородном массиве (АСКМ).

Преимущества системы АСКМ:

- автоматизация прогноза газодинамических явлений;
- визуализация напряженных состояний массива горных пород;
- увеличение точности прогноза;
- возможность ведения сейсмического мониторинга.

Недостатки системы АСКМ:

- в настоящее время система нет критических значений прогностических параметров;
- большие трудозатраты (в обслуживании системы задействовано порядка 14 человек (расчет для шахты им. С.М. Кирова), если не делать совмещение должностей) и сложность работ по поддержанию системы в работоспособном состоянии;
- необходимость постоянного научного сопровождения системы специализированной организацией;
- необходимость бурения шпуров с целью установки датчиков;
- большое количество оборудования (датчиков, контроллеров, блоков усиления и т.д.) по сравнению со всеми остальными системами;
- большая стоимость оборудования [4].

5. Система GITS (система сейсмического мониторинга).

Основная задача системы ГИТС - обеспечение непрерывного контроля за поведением зон повышенной интенсивности сейсмических явлений в массиве.

Преимущества ГИТС:

- позволяет определить взаимосвязь горных работ и сейсмических событий;
- значительная точность в определении положения эпицентра сейсмического события;
- динамические параметры ГИТС позволяют идентифицировать события по природе их происхождения;
- анализ волновых форм дает возможность определить механизм очага

события, тем самым локализовать очаг в пространстве.

Недостатки системы ГИТС:

- не позволяет выполнять прогноз газодинамических явлений;
- отсутствие временной привязки к единому системному времени не позволяет объединить наземную систему сейсмического мониторинга с подземной ГИТС;
- чувствительность системы требует обязательной конфигурации сети по периметру наблюдаемого объекта;
- методика расчета гипоцентра дает значительную погрешность по глубине [5].

4. Комплекс ANGEL-M.

Преимущества ANGEL-M:

- уход от повсеместного бурения шпуров для проведения прогноза горных ударов, что позволит снизить трудозатраты на проведение прогноза в зонах ПГД, у геологических нарушений;
- сокращение времени проведения прогноза горных ударов во всех ранее пройденных выработках, подготовительных и очистных забоях. На проведение одного прогноза (заменяет серию из 2 шпуров) тратится не более 5-10 минут;
- делает возможным проведение прогноза в капитальных горных выработках собственными силами, без привлечения специалистов ВНИМИ;
- сокращается численность группы прогноза с 12-15 человек до 5 человек (точнее убирается совмещение должностей, сейчас маршрутный горный мастер, помимо своей работы, выполняет также функцию прогнозиста, что соответственно не позволяет выполнять прогноз в соответствии с инструкциями).

Недостатки комплекса ANGEL-M:

- в настоящее время нет критических значений прогностических параметров для очистных участков шахт, все прогностические параметры определяются только специализированными научными организациями (ВНИМИ), и постоянно должны ими корректироваться;
- необходимо постоянно ходить с прибором выполняя замеры, т.е. присутствует человеческий фактор;
- большая чувствительность к источникам электрического излучения [5, 6].

Наиболее оптимальная система контроля состояния массива горных пород и прогноза газодинамических явлений, потому что при входе забоя в потенциально опасную зону программа автоматически выдает на печать сообщение с полным объемом информации.

Оператор под роспись знакомит главного инженера шахты, и он дает указание на применение в забое способов борьбы с газодинамическими явлениями (ГДЯ).

Таким образом работа оператора будет заключаться в отслеживании

сообщений ОПАСНАЯ СИТУАЦИЯ! и контроле, чтобы система находилась в работоспособном состоянии.

Модернизация системы САКСМ предполагает расширение ее функций за счет разработки алгоритмов оценки:

- момента и качества осадки основной кровли;
- качества установки крепления горных выработок (в большей степени анкерной);
- опасности обрушения пород кровли;
- состояния поддерживаемых выработок;
- рассылка RTS сообщений при прогнозе «ОПАСНО».

Разработка алгоритмов может быть основана на достаточном по объему наборе фактических данных.

Также в настоящее время производится разработка портативного прибора контроля состояния массива горных пород, на основе метода используемого в системе САКСМ.

Дальнейшее совершенствование методов должно идти по пути обеспечения непрерывности наблюдений с использованием численных значений прогностических параметров и их пороговых значений [7].

Список литературы

1. Чернов О. И. Прогноз внезапных выбросов угля и газа. - Москва: Недра, 1979. - 296 с.: ил.- 22 см.
2. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля (породы) и газа Дата введения 2000-10-01 утверждена постановлением Госгортехнадзора России от 04.04.00 N 14
3. Боровков Ю. А. Основы горного дела: Учебник для вузов. – М. : Академия, 2012. – 432 с.
4. Боровков Ю. А. Процессы подземных горных работ. — М.- МГРИ, 1988. – 85 с.
5. Зыков В. С. Внезапные выбросы угля и газа и другие газодинамические явления в шахтах. – Кемерово: Институт угля и углехимии СО РАН, 2010. – 333 с.
6. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа. - М., 1989. - 192 с. - (ИГД им. А.А. Скочинского).
7. Копылов К.Н. Акустический контроль состояния массива и прогноз динамических явлений / К.Н. Копылов, О.В. Смирнов, А.Н. Кулик // [Электронный ресурс] <https://cyberleninka.ru/article/n/akusticheskiy-kontrol-sostoyaniya-massiva-i-prognoz-dinamicheskikh-yavleniy-1> С. 82-88 (дата обращения 17.09.2022 г.).