УДК 622.817.4

*М.К. Ларин, И.Г. Розум, К.И. Бушурев***Сибирский государственный индустриальный университет****ВИДЫ И ПРИЧИНЫ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ
НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**

В числе опасных факторов подземной добычи угля газодинамические явления (ГДЯ) представляют собой наиболее сложные по природе и опасные по последствиям. Это объясняется их высокой динамической мощностью и выделениями большого количества газа за короткий промежуток времени. Последствиями ГДЯ могут быть аварии: внезапные загазирования и обрушения выработок углем и породой; взрывы метана и угольной пыли; разрушение крепи выработок; повреждение машин и механизмов, оборудования, приборов; травмы и гибель людей [1].

По данным наблюдений в 1943 – 2019 гг. в России зарегистрировано 1134 газодинамических явления в шахтах, в том числе в Кузнецком бассейне 204 внезапных выброса угля и газа [2].

В настоящей работе рассмотрены газодинамические явления на примерах.

Внезапные выбросы угля и газа представляют собой быстропротекающие лавинообразные процессы разрушения угольного массива горным и газовым давлением и отброса тонкоизмельченного угля газом в выработку [3]. Такие явления возникают на газоносных пластах, имеющих пачку угля тектонически нарушенной структуры мощностью более 0,2 м, как правило, в зоне геологического нарушения. Происходит выброс разрушенного угля в выработку на расстояние, которое превышает протяженность возможного размещения угля под углом естественного откоса с образованием в конце откоса, на его поверхности, а также на крепи и оборудовании тонкоизмельченного (до пылевидного состояния) угля («бешеной муки»). В момент выброса ощущается «толчок газа», резкий подъем концентрации метана в забое и на исходящей струе воздуха до величины, превышающей предельно допустимые концентрации метана. Полость выброса имеет размер по глубине больше, чем по ширине, у устья полость сужена, часто имеет грушевидную форму. Газовыделение превышает 30 м³ на 1 т выброшенного угля. Предупредительными признаками являются треск и удары в призабойной части массива, отскакивание и шелушение угля на поверхности забоя, повышенное газовыделение в выработку при отбойке уг-

ля, зажатие штанг, вынос штыба газом при бурении.

Внезапные выбросы породы и газа имеют сходную природу, но сопровождаются выносом породы по выработке потоком выделяющегося газа. Такие выбросы возникают в газонасыщенных высокопористых песчаниках или при проведении выработок буровзрывным способом в зоне геологического нарушения. В результате выброса наблюдается разрушение породного массива за контуром выработки. Горная порода измельчается до размеров крупнозернистого песка. При этом наблюдается повышенный уровень газовыделения в выработку, регистрируются воздушные толчки и сотрясения массива. Угол откоса вынесенной газом породы меньше естественного. Отличительными признаками выброса породы является деление бурового керна на выпукловогнутые диски, увеличение степени дробления породы при буровзрывных работах.

Внезапные выбросы газа с разрушением вмещающих пород (кровли или почвы выработки) возникают в зонах влияния геологических нарушений или пачек тектонически нарушенного угля при труднообрушаемой кровле. Вероятность возникновения явления повышается при большой площади обнажения пород почвы (кровли), ведении горных работ в зоне повышенного горного давления. Наблюдается образование видимых трещин, ориентированных по нормали или под некоторым углом к напластованию пород и, как правило, вдоль линии очистного забоя или оси подготовительной выработки, поднятие почвы, повышенное выделение газа в горную выработку, иногда с кратковременным опрокидыванием вентиляционной струи. Прогноз явления может быть связан с регистрацией акустических, колебательных процессов, интенсивного пучения почвы, повышенного давления на крепь.

Внезапные выдавливания угля с повышенным газовыделением отличает процесс отжима угля горным и газовым давлением из призабойной части пласта в выработку. Между кровлей и пластом образуется щель, заполненная тонкоизмельченным углем. Наблюдаются повреждения крепи и оборудования. Возможно поражение людей в результате загазирования выработки

или механического воздействия разрушенным углем. Для процесса характерны треск и удары в призабойной части массива, повышенное газовыделение при отбойке угля, зажатие инструмента при бурении.

Суфляры сопровождаются стабильно высоким выделением газа из видимых пустот и трещин. Суфляры возникают на газоносных угольных пластах с наличием внутрислоевых пустот и развитых трещин, как правило, имеющих подпитку из зоны крупного геологического нарушения. Газовыделение может продолжаться до нескольких месяцев. Поражающим фактором является загазирование выработки, сопровождаемое высокочастотными акустическими сигналами.

Прорывы газа из зон тектонических нарушений представляют собой интенсивное кратковременное выделение большого объема газа из прилегающей к нарушению зоны угольного пласта. Проявляются при вскрытии тектонического нарушения как результат воздействия на забой выемочным механизмом или при ведении буровзрывных работ. Возникают на высокогазоносных пластах, при преимущественном действии энергии газа, наличии трещин и пустот в пласте и боковых породах. Отличительными признаками является кратковременное протекание, большое количество выделившегося газа при небольшом объеме разрушенного угля, разрушение и вынос разрушенного угля в выработку. Возможны удары в массиве, сопровождающиеся воздушными толчками, опрокидыванием вентиляционной струи. Наблюдается вскрытое выработкой геологическое нарушение, являющееся коллектором газа.

Лидер по числу зарегистрированных ГДЯ в Кузбассе – шахта «Северная» Кузнецкого угольного бассейна. Для анализа причин газодинамических явлений, определения количественных и качественных показателей физических процессов, вызывающих и сопровождающих газодинамические процессы, решения задач их прогноза и предотвращения подготовлена база данных внезапных выбросов угля и газа на шахте «Северная» [4]. Информация получена на основе анализа 39 зарегистрированных случаев при отработке пласта «Владимировский» за период 1951 – 1979 гг.

База содержит следующую информацию: характеристики условий и особенностей протекания; предпосылки возникновения; возможные

последствия произошедших газодинамических явлений. Газодинамические явления зарегистрированы в диапазоне глубин от 178 до 366 м от поверхности. Мощность пласта составляет 0,5 – 3,5 м при мощности перемятой пачки от 0,8 до 3,0 м. В 11 случаях отмечено наличие тектонической нарушенности в зоне выброса: дизъюнктивное или пликативное нарушение. Угол падения пласта составляет 25 – 55°. Отмечены предупредительные признаки: толчки, удары, треск, отскакивание угля от забоя, глухой гул, усиление давления на крепь, газовыделение, отжим угля, шелушение, снижение крепости угля. Дано описание места ГДЯ, газоносность, коэффициент крепости, влажность, выход летучих, зольность угля, виды работ, производившихся перед выбросом. Количество выброшенного газа достигало 10 тыс. м³, максимальное количество выброшенного угля – 335 т, дальность отброса – 55 м. В восьми случаях отмечено наличие пылевидного угля в зоне выброса.

Многолетний опыт показал, что классификация динамических явлений не может быть догматом. Так, в классификации В.В. Ходота отсутствовали внезапные выбросы породы и газа, внезапные прорывы газа из нарушенных пачек угля за контуром выработки, стрельания, толчки, выдавливания угля с повышенным газовыделением, прорывы газа из зон тектонических нарушений, все виды горно-тектонических явлений, поскольку эти явления на то время не происходили или не были актуальны. Предложенная классификация (см. таблицу) может совершенствоваться по мере появления новых явлений и изменения представлений об уже включенных в классификацию явлениях.

Выводы. Для определения проявления газодинамических явлений следует рассматривать: методики отнесения явлений к какому-либо их виду (они должны включать все возможные их отличительные признаки, позволяющие разграничить данные явления); при расследовании произошедших явлений необходимо исследовать физико-химические свойства угольного массива в той точке, где произошло явление.

Это позволит, используя современные представления о формировании, возникновении и протекании явлений, облегчить их идентификацию, а, следовательно, принять правильные решения по их предупреждению при дальнейшем ведении горных работ.

Газодинамические явления в шахтах

Класс	Описание ГДЯ
I. Класс «Выбросы газа»	1. Суфляр – высокое стабильное выделение газа из видимых пустот и трещин
	2. Внезапный прорыв газа из зоны геологического нарушения – интенсивное кратковременное выделение большого объема газа из прилегающей к тектоническому нарушению зоны угольного пласта
II. Класс «Выбросы угля (породы) и газа»	3. Внезапный выброс угля и газа – быстропротекающий лавинообразный процесс разрушения угольного массива горным и газовым давлением и отброса тонкоизмельченного угля газом в выработку
	4. Внезапный выброс породы и газа – лавинообразный процесс разрушения породного массива с выносом и перемещением породы по выработке потоком выделяющегося газа
	5. Внезапный отжим угля с повышенным газовыделением – быстропротекающий процесс отжима угля горным и газовым давлением из призабойной части пласта в выработку
	6. Внезапный выброс газа с разрушением вмещающих пород – прорыв газа в прилегающее к забою выработанное пространство из над- или подрабатываемого пласта через вмещающие породы
	7. Внезапный выброс газа из угольной пачки за контуром выработки – прорыв газа в призабойное пространство выработки из тектонически нарушенной угольной пачки с разрушением слоя прочного угля между выработкой и этой пачкой

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зыков В.С., Абрамов И.Л. Динамические явления в угольных шахтах и их классификация // Маркшейдерия и недропользование. 2012. № 4. С. 56 – 60.
2. Зыков В.С., Абрамов И.Л., Торгунаков Д.В. Статистика динамических явлений в шахтах и уточнение их классификации // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013. Отдельный выпуск № 6. С. 297 – 319.
3. Пузырев В.Н., Черкасов В.С., Зыков В.С., Никифоров В.А. Методика дифференцированного текущего прогноза опасности газо-

динамических явлений, выбора и контроля способов их предотвращения для условий восточных районов. – Кемерово: изд. ВостНИИ, 1979. – 16 с.

4. Свидетельство № 2014620302 РФ. База данных внезапных выбросов угля и газа на шахте «Северная» Кузнецкого угольного бассейна: свидетельство об официальной регистрации базы данных / Зыков В.С., Абрамов И.Л., Лихоузов А.А., Балашов О.Ю.

© 2019 г. *М.К. Ларин, И.Г. Розум, К.И. Бушуев*
Поступила 07 октября 2019 г.