

ТЕХНОГЕННАЯ ПРИРОДА ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Г. А. Пак, Н. А. Дрижд, д.т.н., В. Н. Долгоносков, к.т.н.

Карагандинский государственный технический университет

Шахталарда тау-кен жұмыстарын жүргізгенде болатын газдинамикалық құбылыстар табиғаты тұтасымен техногендік сипатта болады. Бір тұтас теория жасау қауіпті учаскелерді анықтау, тау-кен жұмыстарын дұрыс ұйымдастыру мен жоспарлау жолымен тау соққылары мен аяқастынан тасталынымдарды болжау мен болдырмауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: көмір шахталары, тау-кен жұмыстары.

The gasodynamic phenomena occurring by inserting of mountain works on mines, has united technogenic nature. Construction of the united theory will allow to predict and prevent mountain blows and sudden emissions by revealing of dangerous fields, and by the right organisation and planning of mountain works.

Key words: coalmines, mountain works.

Газодинамические явления, происходящие при ведении горных работ на шахтах, имеют техногенную природу и непосредственно связаны с деятельностью человека [1]. При проходке горных выработок и выполнении очистных работ изменяется напряженное состояние массива, которое приводит к перераспределению напряжений, возникновению области с изменяющимися во времени напряжениями, в которых породы деформируются и разрушаются.

Первичным горным ударом является обрушение основной кровли, сопровождающееся внезапным выбросом огромной потенциальной энергии, накопившейся в вышележащей породе в результате ее изгиба. Величина энергии зависит от мощности основной кровли и проч-

ностных характеристик слагающих её пород. Чем больше мощность и выше прочность, тем большую потенциальную энергию способна накопить нависшая консоль кровли. При внезапном обрушении происходит динамическое воздействие на окружающий горный массив, которое упрощенно можно представить, как удар молота по наковальне. От такого рода динамических ударов, обладающих колоссальной энергией, происходит мгновенное разрушение нагруженных целиков.

Согласно классическим представлениям нагрузка на целики в зоне повышенного горного давления составляет величину порядка

$$\sigma_1 = (2 \div 5) \cdot \gamma H, \quad (1)$$

где H – глубина разработки, м;

γ – средний объемный вес вышележащей толщи пород, Н/м³.

Динамический коэффициент при ударном воздействии нагрузки

$$k_D = 1 + \sqrt{1 + 2h/\lambda}, \quad (2)$$

где h – высота падения груза, м;

λ – перемещение при статическом воздействии нагрузки, м

Из формулы (2) следует, что минимальное значение динамического коэффициента $k_{D \min} = 2$; при $h = 0$.

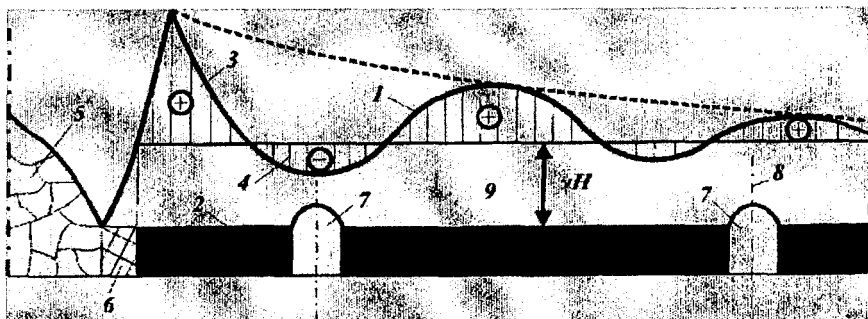
Поэтому в момент внезапного обрушения пород основной кровли перегрузки целиков в зоне повышенного горного давления могут достигать десятикратных значений:

$$\sigma_{1 \max} \approx 10 \cdot \gamma H,$$

Обрушения основной кровли являются мощным источником энергии и определяют все газодинамические процессы и явления в окружающем породном массиве. Неоднородность массива горных пород, наличие нарушенных и ослабленных зон обуславливают особенности распределения энергии обрушения в массиве, которые выражаются в их разрушении и концентрации энергетических потенциалов в окрестностях нарушенных областей. Причинами и энергетическим источни-

ком всех геомеханических и газодинамических процессов в шахте являются периодические зависания и обрушения крепких пород основной кровли и пород-мостов, участвующих в процессе сдвигания подработанной толщи породного массива [2].

При обрушении основной кровли механическая энергия волнообразно распространяется в окружающем породном массиве и поглощается им. Характер распространения волны давления и распределения напряжений по целику угольного пласта, охраняющего горную выработку, подверженному опорному давлению от воздействия очистных работ, показан на рисунке.



Характер распространения волны давления:

- 1 – волна давления; 2 – угольный целик; 3 – область повышенных вертикальных напряжений; 4 – область пониженных вертикальных напряжений;
- 5 – выработанное пространство; 6 – зона отжима;
- 7 – горная выработка; 8 – продольная ось горной выработки;
- 9 – основная кровля, слой крепкого монолитного песчаника

Крепкие слои пород являются хорошими проводниками механической энергии и способны передавать её на достаточно большие расстояния. Угольные пласты, напротив, представляют собой наиболее слабые элементы массива, которые являются объектом воздействия и разрушаются под воздействием сил горного давления. Мощное механическое воздействие приводит к его разрушению и выделению газа метана в свободном состоянии. Происходит переход угля из однофазного в двухфазное состояние: измельченный уголь и метан, который в свободном состоянии вызвал бы резкое увеличение объема. В связи с

тем, что угольный пласт находится в замкнутом пространстве, внутри таких областей возникает высокое давление (свыше 100 атм), которое способно разрушить породную «пробку» при приближении подготовительного или очистного забоя, либо в момент обрушения пород основной кровли (горного удара). Свободный газ, находящийся под высоким давлением в замкнутом пространстве, служит основным источником энергии, вызывающим возникновение внезапных выбросов угля и газа в шахтах.

Следующими, не менее значимыми энергетическими источниками, негативно воздействующими на угольный пласт, являются буровзрывные работы при проходке горных выработок, а также влияние скважин НГРП. Хотя энергия единичного отпала существенно ниже энергии обрушения, периодичность взрывов приводит к накоплению энергии и оказывает существенное воздействие на пласт, что приводит к формированию выбросоопасных зон.

При нагнетании воды в скважины НГРП давление в пласте достигает 150-250 кг/см², под воздействием которого происходит механическое разрушение угольного пласта, причем неравномерное. Образуются техногенные нарушения от воздействия гидрорасчленения.

Самое опасное динамическое воздействие оказывает зона активного горного давления от действующих очистных забоев в радиусе не менее 250 м от забоя во всех направлениях. Данный фактор становится первостепенным при концентрации горных работ, на одном крыле шахтного поля, разработке свиты пластов, ведении подготовительных работ вблизи очистной выемки. Именно здесь возникает наибольшая вероятность возникновения газодинамических явлений, которые имели место на шахтах им. Ленина и Тентекской Карагандинского бассейна.

Процессы обрушения основной кровли, сдвижения горных пород и сопутствующие им объемы газовыделения имеют периодический характер с общим, единым периодом, который определяется шагами обрушения основной труднообрушаемой кровли.

Нами разработана методика, которая позволяет определить значения первичного и последующих шагов обрушения на всю длину выемочного столба, либо на какой-либо участок отработки лавы. Кроме того, на основании богатого практического материала можно утверждать, что процесс обрушения основной кровли неразрывно связан с

газодинамическими явлениями, является их причиной. Данная методика также позволяет определить величину абсолютного газовыделения при заданных нагрузках на очистной забой [3].

В таблице приведены фактические и прогнозные значения шагов обрушения по лаве 62 К10-В шахты Саранская Карагандинского угольного бассейна.

Сравнение фактических и прогнозных значений шагов обрушения основной кровли по лаве 62 К10-В

Дата обрушения	Фактическое расстояние от целика монтажной камеры, м	Прогноз, м
Шахта Саранская		
18.09.2000 г.	43,5	42,6
05.10.2000 г.	95,0	94,4
23.10.2000 г.	131,0	128,7
13.11.2000 г.	216,0	214,1
28.11.2000 г.	269,0	265,0
21.02.2001 г.	326,0	332,4
08.03.2001 г.	386,0	382,7
23.03.2001 г.	432,0	432,6

Внезапные выбросы при приближении забоя к опасным зонам происходят в результате совокупного разрушающего действия на призабойную часть пласта газового и переменного во времени повышенного горного давления, максимум которого приходится на момент обрушения основной кровли. Чем больше давление газа и мощность пласта, тем больше должно быть расстояние от забоя до границы опасной зоны, на котором необходимо остановить забой для проведения мероприятий по предотвращению внезапных выбросов угля и газа. Заблаговременная остановка забоя перед предполагаемой выбросоопасной зоной и последующее её уточнение более надежными методами позволят повысить безопасность и снизить затраты на противовыбросную профилактику пласта. Определение минимально допустимого расстояния с учетом резкого увеличения горного давления при обрушении основной кровли (проведении выработок при помощи буровзрывных работ) в конкретных горно-геологических условиях является важной научной и практической задачей.

Методы предотвращения внезапных выбросов можно условно разделить на 2 группы:

- 1) методы, связанные с извлечением газа из угольных пластов и снижением давления в выбросоопасных зонах;
- 2) методы, основанные на изменении физико-механических свойств угля вблизи выработки (упрочнение, увлажнение).

При проведении подготовительных выработок текущий прогноз выбросоопасности часто сопровождаются дегазацией пласта барьерными скважинами из бортовых ниш, которые являются одновременно разведочно-дегазационными скважинами, и позволяют своевременно обнаружить скопления метана в трещинах тектонических нарушений и обезвреживать их путем изолированного отвода газа.

Изучение процессов, протекающих в угленосной толще в результате техногенной деятельности человека, дает возможность перейти к разработке конкретных рекомендаций и выработке практических решений по предотвращению газодинамических явлений в шахтах.

Выполненные авторами исследования позволяют сделать вывод о необходимости выработки принципиально нового подхода к изучению геомеханических и газодинамических процессов, происходящих в горном массиве. Процессы формирования горного давления и его изменение в результате техногенной деятельности человека, деформации и сдвигения горных пород, газовыделение, горные удары, внезапные выбросы угля и газа необходимо рассматривать как единое целое, а не каждый процесс в отдельности.

Разработка единой теории позволит прогнозировать и предотвращать горные удары и внезапные выбросы путем выявления опасных участков, правильной организации и планирования горных работ.

Литература

1. *Ходот В. В.* Внезапные выбросы угля и газа. – М.: Углетехиздат, 1961.
2. *Борисов А. А.* Механика горных пород и массивов. – М.: Недра, 1988.
3. *Пак Г. А., Долгоносков В. Н.* Расчет шагов обрушения основной кровли и газовыделения на шахтах Карагандинского бассейна // *Новости науки Казахстана.* – 2009. – № 2. – С. 43-49.