

ФОРМИРОВАНИЕ РАЗГРУЖЕННОЙ ЗОНЫ У ЗАБОЯ ПЛАСТОВОЙ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ

к.т.н. Кольчик Е. И., асп. Кольчик И. Е. (ИФГП НАН Украины)

Наведені залежності змінення протяжності розвантаженої зони від гірничо-геологічних та гірничотехнічних факторів.

Розглянуто механізм формування зони підвищеного гірського тиску в привибійній частині пласта при зростанні його потужності.

FORMATION OF RELIEF ZONE NEAR FACE OF IN-SEAM DEVELOPING ENTRY

Kolchik E.I. and Kolchik I.E.

The dependences of variation of an expansion of the unloaded zone on the mining-and-geological and mine technical factors are reduced.

The dodge of forming of abutment pressure zone in a face part of a seam is reviewed at magnification of its power.

Известно, что в призабойной части выработки напряжение изменяется от 0 до $\kappa\gamma H$ (где κ – коэффициент концентрации напряжений в зоне опорного давления; γ – объемная плотность вышележащих горных пород кг/см^3 ; H – глубина расположения выработки, см.). В этой части горного массива есть разгруженная зона (рис.1) в которой напряжения изменяются от 0 до γH .

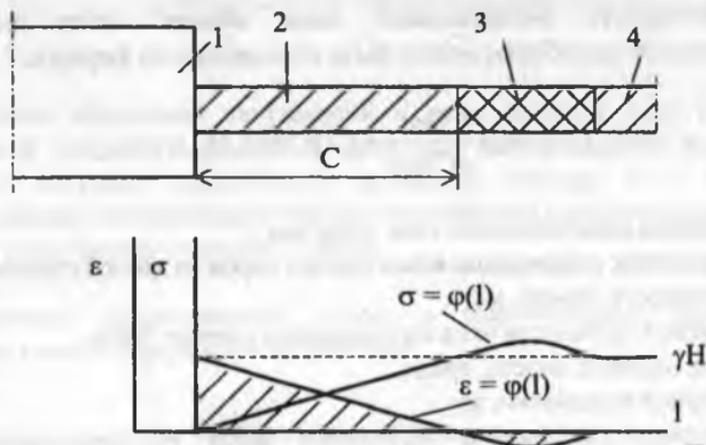


Рис. 1. Изменение напряжений и деформаций в призабойной части пласта: 1 – выработка; 2 – разгруженная зона; 3 – зона опорного давления; 4 – зона нетронутого массива.

Разгруженная зона образуется в основном в результате упругого восстановления угля, его разрушения и выдавливания в выработку, поскольку, угольный пласт менее прочен, чем вышележащие породы. Наибольшие деформации от ранее отмеченных процессов наблюдаются на плоскости забоя. Протяженность разгруженной зоны не постоянна, а изменяется с течением времени [1, 2]. Кроме этого параметры разгруженной зоны зависят от горно-геологических и технологических факторов [3].

На развитие зоны разгрузки большое влияние оказывают вес вышележащего горного массива и сцепление угольных пачек между собой, а также сцепление пласта с породами кровли (почвы). Чем большее давление испытывает пласт, тем большим при обнажении будет его деформация на груди забоя. Чем больше силы сцепления между пачками угля и породами, тем меньше смещения пласта в сторону выработки.

В этом случае возможно мгновенное разрушение угольного пласта, что может привести к газодинамическому явлению.

В случае отсутствия сцепления между угольным пластом и вмещающими породами величину выдавливания пласта в выработанное пространство можно будет определить по формуле

$$\Delta C = \frac{\epsilon C}{2} = 0,5C \frac{\mathcal{H}}{E}, \text{ м.}, \quad (1)$$

где ϵ - величина деформации пород;
 C - размер разгруженной зоны, м.;
 E - модуль упругости угля, МПа.

Протяженность разгруженной зоны вблизи забоя пластовой подготовительной выработки может быть определена по формуле [3]

$$C = 10^{-3} (y + 80) \left(\frac{Nm}{\sigma \cos \alpha} + 1.2B \right) \ln(1.5t_u), \text{ м.}, \quad (2)$$

где y - толщина пластического слоя угля, мм.;
 N - напряжения, создаваемые весом горных пород на данной глубине, МПа;
 m - мощность пласта, м.;
 σ_y - предел прочности угля на одноосное сжатие, МПа;
 α - угол падения пласта, град.;
 B - ширина выработки, м;
 t_u - продолжительность остановки забоя от предыдущего до последующего взрывания, час.

В разгруженной зоне происходит разрушение угольного пласта, что приводит к увеличению его объема и выдавливанию в выработку. Частица угля на кромке забоя находится в напряженном состоянии, один из

компонентов которого отсутствует [4]. Со стороны выработки нет действующей силы. С удалением от плоскости забоя выработки появляется отсутствовавшая составляющая тензора напряжений, противодействующая выталкивающим усилиям. При этом возникает полный тензор напряжений. С увеличением отпора со стороны плоскости забоя повышается прочность (несущая способность) угольной частицы.

Если несущая способность пласта меньше напряжений, действующих в направлении выработки, то угольный пласт разрушается (рис.2, кривая 1). Если предел прочности угля на разрыв или сдвиг, в зависимости от соотношения главных напряжений, больше напряжений в разгруженной зоне, то пласт не разрушается (рис.2, кривая 2).

С разрушением пласта происходит увеличение объема угля за счет появления трещин и пор. Так, в начальной стадии разрушения пласта (рис.2, точка А) происходит увеличение его объема в 1,0004 раза [5]. В точке Б (рис.2) объем угля при разрушении достигая максимальной величины увеличивается в 1,005 раза. При приближении к забою разрушение пласта (из-за малых напряжений относительно прочности угля) не происходит. С расстояния $C_{рк}$ разрушенный пласт вытесняется в выработку без дополнительных разрушений (рис.2).

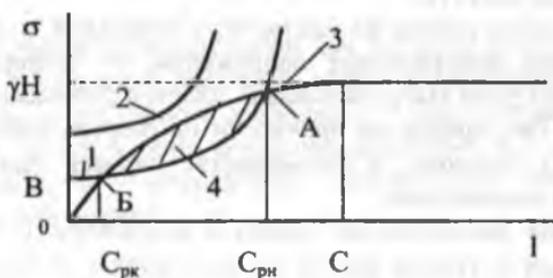


Рис.2. Схема изменения напряжений в разгруженной зоне и несущей способности угольного пласта в пределах разгруженной зоны: 1;2 – изменение несущей способности угольного пласта; 3 – изменение горизонтальной составляющей тензора напряжений в разгруженной зоне; 4 – область разрушения угольного пласта.

Величину выдавливания пласта в выработанное пространство выработки можно определить по формуле

$$\Delta C = \frac{0,5\gamma H}{E} + (C_{рн} - C_{рк})\overline{\kappa_p}, \text{ м.}, \quad (3)$$

где $C_{рн}$; $C_{рк}$ – расстояние от забоя до точки, где начинается разрушение пласта, и где заканчивается, соответственно, м.; $\overline{\kappa_p}$ – средний коэффициент разрыхления пласта.

Коэффициент разрыхления пласта изменяется от 0,0004 (в точке А) до 0,005 (в точке Б). Значение $\overline{\kappa}_p$ может быть принято равным 0,0025.

С увеличением объема угля от разрушения, увеличивается его проницаемость, что способствует выделению газа из пласта. Зона начала разрушения угля и его дегазации обычно располагается от забоя на расстоянии (0,75...0,9)С [6]. Прекращается дополнительное увеличение объема угля от разрушения на расстоянии, которое равно (0,08...0,12)С.

На разрушение угольного пласта и выдавливание его в выработку оказывает влияние также газ, находящийся в порах и трещинах. В зоне разгрузки и разрушения происходит дегазация пласта, и давление газа снижается. В случае равномерного изменения параметров разгруженной зоны и зоны разрушения угольного пласта газодинамические явления не происходят. Если происходит задержка развития разгруженной зоны, то в призабойной части угольного пласта возможно накопление энергии в результате чего часть пласта, примыкающая к забою, может быть разрушена и выброшена в выработку. В этом случае может развиваться газодинамическое явление.

В шахтных условиях на развитие разгруженной зоны оказывает большое влияние трение на контактах угольного пласта с породами и между пачками угля [7].

Если трение пласта на контактах с породами и прочность угля на разрыв больше действующих напряжений, то деформация пласта не произойдет. Но угли выбросоопасных пластов Донбасса обладают низкой прочностью. Так, предел их прочности на разрыв изменяется от 0,15 до 0,28 МПа [7]. Поэтому, в большинстве случаев они разрушаются от действующих напряжений.

Величина выдавливания пласта в выработку, с учетом прочности угля на разрыв и трения пласта на контактах с породами, может быть определена по формуле

$$\Delta C = \frac{0,5C(\gamma H - \sigma_{сц})}{E} + \frac{(C_{рн} - C_{рк})(\gamma H_A + \gamma H_B)0,5\overline{\kappa}_p}{\sigma_p + \sigma_{сц}}, \text{ м.}, \quad (4)$$

где $\sigma_{сц}$ - величина напряжений, необходимая для преодоления сцепления угля с породами, МПа;

σ_p - предел прочности угля на разрыв, МПа.

Кроме этого на формирование разгруженной зоны оказывает влияние выдержанность пласта по мощности. Так, при выдержанной и уменьшающейся от забоя мощности пласта дополнительных препятствий деформациям упругого восстановления не будет. В случае подхода выработки к участку пласта, с увеличивающейся мощностью, может возникнуть ситуация, когда развитие разгруженной зоны прекратится из-за заклинивания увеличивающегося в объеме пласта при его разрушении и

смещении в сторону выработки (рис.3). В таких случаях возможно разрушение участка пласта, примыкающего к забою, и развязывание газодинамического явления.

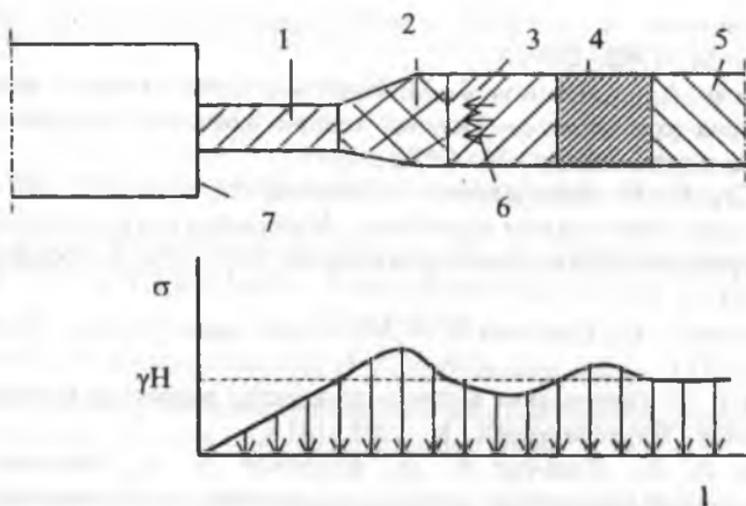


Рис.3. Схема распределения напряжений при подходе штрека к участку с увеличивающейся мощностью пласта: 1 – пласт в разгруженной зоне; 2 – пласт в зоне повышенного горного давления; 3 – пласт в зоне пониженных напряжений; 4 – пласт в зоне опорного давления; 5 – пласт в зоне нетронутого массива; 6 – направление перемещения пласта при его деформации; 7 – забой штрека.

Поэтому, для повышения безопасности работ и предупреждения возникновения выбросов угля и газа необходимо знать месторасположение зон увеличивающейся мощности пласта.

Заранее геолого-маркшейдерская служба не всегда может предсказать месторасположение таких нарушений пласта.

Прогнозировать появление таких зон можно по динамике газовыделения, выходу штыва, или путем определения перед каждым взрыванием величины выдавливания пласта.

Если величина выдавливания меньше, чем на предыдущих участках с выдержанной мощностью пласта, то в призабойной части есть зона с повышенными напряжениями.

Рассмотренный механизм формирования разгруженной зоны, а также зависимость ее изменения от горно-геологических и горнотехнических факторов позволяет дать оценку правильности выбранных параметров буро-взрывных работ (глубины заходки и продолжительности цикла) и дает возможность прогнозирования зон с повышенным напряженным состоянием.

Авторы выражают глубокую благодарность проф., д.т.н. А.Д. Алексееву за ценные советы и замечания при подготовке статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ольховиченко А. Е. Прогноз выбросоопасности угольных пластов.- Недра.- М.: 1982.- 278 с.
2. Петросян А. Э., Иванов Б. М. Причины возникновения внезапных выбросов угля и газа.- Основы теории внезапных выбросов угля, породы и газа.- Недра.- М.: 1978, с. 2-61.
3. Кольчик И. Е. Определение протяженности разгруженной зоны у забоя подготовительной выработки.- Материалы научно-практической конференции. Наука-жизнь-производство 2001.- Красноармейск: 2001, с. 15-17.
4. Баклашов И. В., Картозия Б. А. Механика горных пород.- Недра.- М.: 1975.- 272 с.
5. Репка В. В. Прикладная физико-химическая механика углепородных массивов.- Наукова думка.- К.: 1991.-141 с.
6. Носач А. К., Кольчик Е. И., Исаенков А. А., Кольчик И. Е. Определение параметров зоны газовыделения из пластов-спутников.- Известия Донецкого горного института.- 2001, № 1, с. 79-80.
7. Иванов Б. М., Фейт Г. Н., Яновская М. Ф. Механические и физико-химические свойства углей выбросоопасных пластов.- Наука.- М.: 1979.- 198 с.