

БЕЗОПАСНОЕ ВЕДЕНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ НА ВЫБРОСООПАСНЫХ ПЛАСТАХ ВБЛИЗИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ

асп. Кольчик И.Е. (ИФГП НАН Украины)

Наведено результати досліджень напруженого стану привибійної частини гірничого масиву. Була отримана залежність визначення відстані до геологічного порушення і параметрів безпечної зони виїмки пласта.

SAVE MINING OPERATIONS ON EXPLOSIVE LAYERS WHICH ARE NEAR GEOLOGICAL DISLOCATIONS

Kolchik I.E.

The research results of strained condition of the pre – face of rock massif are given. Dependences of distance determination to the geological dislocation and safe zone parameters of the layer extraction have been received.

Внезапные выбросы являются одной из главных проблем, возникающих перед горняками при подземной угледобыче. При возникновении внезапных выбросов значительно снижается безопасность работ, темпы подвигания очистных и подготовительных забоев, производительность труда и добыча угля.

Более половины всех зарегистрированных газодинамических явлений происходит в подготовительных забоях. Так, по сведениям МакНИИ за период с 01.01.1998 по 01.01.2003г, в подготовительных забоях произошло в 2,2 раза больше ГДЯ, чем в очистных. Аналогичное распределение, газодинамических явлений наблюдается и за более ранние периоды [1]. Так, с 1992г. по 1997г. произошло 916 ГДЯ, что в 1,51 раза больше, чем в 1998-2002гг. При сотрясательном взрывании по углю и породе произошло 698 случаев ГДЯ, что в 1,66 раза больше, чем в 1998-2002гг.

Известно, что кроме прочих факторов, от которых зависит склонность угольного пласта к проявлению газодинамических явлений, на формирование выбросоопасных зон оказывает влияние наличие геологических нарушений. Учитывая интенсивную нарушенность угольных пластов Донбасса, а также существующий опыт разработки выбросоопасных пластов, можно утверждать, что опасность, связанная с непрогнозируемой встречей забоя с геологическим нарушением на сегодняшний день не устранена.

Не допустить развязывания ГДЯ можно правильно установив необходимые технологические параметры проведения выработок. Среди таковых основным является глубина заходки. При проведении выработок по выбросоопасным пластам вне зон геологических нарушений глубина заходки определяется по формуле [2]:

$$r = C_B = 0,4 * 10^{-3} (y + 80) \left(\frac{\sigma_B m}{\sigma_y \cos \alpha} + 1,2B \right) \ln(1,5t_u), \text{ м}, \quad (1)$$

где C_B – размер зоны безопасной выемки пласта, м;
 y – толщина пластического слоя, мм;
 σ_B – вертикальная составляющая тензора напряжений в горном массиве на глубине проведения выработки, 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 цикла, час.

На глубине зоны безопасной выемки пласта величина напряжений не превышает $0,6 * 10^{-2} \gamma H$ (где γ – объемная плотность пород, т/м³; H – глубина проведения выработки, м) [3].

В случае появления геологического нарушения типа вздутия пласта или малоамплитудного дизъюнктивного нарушения протяженность разгруженной и безопасной зоны выемки уменьшается и, как следствие, возникает высокая вероятность образования выбросоопасной ситуации. Это происходит из-за зажатия пласта в зоне влияния нарушения и формирования зоны повышенной концентрации напряжений [4].

В результате выполненных исследований установлено, что размер зоны безопасной выемки при резком увеличении мощности пласта зависит от угла, под которым происходит это увеличение, и величины, на которую изменяется мощность. Сам же размер зоны безопасной выемки может быть определен по формуле [4]:

$$C_B^B = C_B [1 - 0,005(\beta_K \Delta m_K + \beta_{\Pi} \Delta m_{\Pi})], \text{ м}, \quad (2)$$

где β_K ; β_{Π} – угол, под которым происходит увеличение мощности пласта в кровлю и в почву, соответственно, град;

Δm_K ; Δm_{Π} – прирост мощности пласта в кровлю и почву, соответственно, м

При наличии впереди забоя выработки малоамплитудного дизъюнктивного нарушения размер зоны безопасной выемки пласта определяется по формуле:

$$C_B^B = C_B [1 - 0,005\beta_1 \Delta m_1], \text{ м}, \quad (3)$$

где β_1 – угол, под которым произошло смещение пласта в кровлю или почву, град.;

Δm_1 – амплитуда смещения пласта, м.

В результате выполненных расчетов протяженности зоны безопасной выемки установлено, что в случаях возникновения внезапных выбро-

сов угля и газа при входе выработки в зону утолщения пласта или в зону малоамплитудного дизъюнктивного нарушения выемка заходки осуществлялась за зоной безопасной выемки, т.е. в зоне повышенной концентрации напряжений (табл. 1). Так, при проведении 3-го западного штрека по пл. i_3 шахты «Суходольская-Восточная» на момент выброса расчетная глубина зоны безопасной выемки составляла всего 0,49 м. При этом величина дополнительного прироста напряжений (вертикальных и горизонтальных), рассчитанных по [4] равна $\Delta\sigma_v = 4,3$ МПа; $\Delta\sigma_r = 12,6$ МПа. Глубина заходки равнялась $g = 0,5$ м (табл. 1). Выемка заходки осуществлялась на участке, где концентрация напряжений превышала критическое значение в 1,7 и 2,3 раза, соответственно, для вертикальных и горизонтальных, что привело к выбросу угля и газа. За критическое значение напряжений принято напряжение на расстоянии от забоя, равном $C_6 = 0,4C$ при отсутствии нарушения [3]. На этом расстоянии напряжения не превышают $0,6 \cdot 10^{-2} \gamma H$, МПа.

При выемке заходки глубиной, где величина напряжений меньше критического значения, газодинамические явления не происходят. Так, при проведении выработок на шахте «Красноармейская-Западная № 1» по выбросоопасному пласту d_4 отношение напряжений на глубине выемки пласта к критическому значению на глубине зоны безопасной выемки изменялось от 0,6 до 0,9 (см. табл. 1). В связи с этим газодинамические явления не происходили. В случае выемки заходки на глубине, где напряжения за счет наличия геологических нарушений больше $0,6 \cdot 10^{-2} \gamma H$ (МПа), происходили выбросы угля и газа. Причем, в этих же выработках при отсутствии геологических нарушений величина напряжений на глубине выемки пласта не превышала критического значения, и выбросы не происходили.

На основании выполненных исследований установлена зависимость изменения расстояния от забоя выработки до геологического нарушения от величины критического выдавливания (отжима) пласта и глубины заложения выработки, которая описывается уравнением:

$$I_n = 33496H^{-1,8} \Delta C_{кр}, \text{ м}, \quad (4)$$

где I_n – расстояние от забоя выработки до утолщения или малоамплитудного дизъюнктивного нарушения, м;

H – глубина заложения выработки, м;

$\Delta C_{кр}$ – величина выдавливания (отжима) пласта в выработку при наличии нарушения, см., определяется по формуле:

$$\Delta C_{кр} = (1,02 - 0,32\Delta m) \Delta C, \text{ см}, \quad (5)$$

где ΔC – величина отжима при не нарушенном пласте, см;

Δm – величина смещения или утолщения пласта, м.

Проверка отклонения фактических значений расстояния от забоя выработки до нарушения от расчетных показала, что максимальные отклонения не превышают 25 %. Среднеквадратическое отклонение фактических

Таблица 1. Изменение напряжений в призабойной части пласта.

№ п/п	Шахта, выработка	Тип нарушения	Величина утолщения или смещения пласта, м	Протяженность разгруженной зоны без нарушения (С), м.	Глубина заходки, м	Глубина зоны безопасной выемки без нарушения, м	Величина дополнительных напряжений у зоны нарушения, МПа	Величина напряжений в нетронутом массиве (γH), МПа	Величина напряжений на глубине выемки заходки, МПа		Величина критических напряжений на глубине зоны безопасной выемки ($\sigma_{кр}$), МПа	$\frac{\sigma}{\sigma_{кр}}$	$\frac{\sigma}{\sigma_{кр}}$
									σ_n	σ_r			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	ш. «Глубокая» 8-й зап. конв. штрек пл. h ₁₀	П	0,8	3,0	1,5	1,2	9,3/9,3	30	39,3	39,3	18	2,1	2,1
2	ш. им. 60-летия Советской Украины, вент. ходок лавы №1 центральной панели пл. h ₄	Д	0,35	1,6	1,5	0,64	0,87/2,6	18,8	19,7	21,4	11,3	1,7	1,9
3	---	Д	0,34	1,6	1,5	0,64	0,86/2,5	18,8	19,7	21,3	11,3	1,7	1,9
4	---	Д	0,37	1,6	1,5	0,64	0,88/2,7	18,8	19,7	21,5	11,3	1,7	1,9
5	---	Д	0,40	1,6	1,5	0,64	0,91/2,9	18,8	19,7	21,7	11,3	1,7	1,9
6	---	Д	0,39	1,6	1,5	0,64	0,90/2,8	18,8	19,7	21,6	11,3	1,7	1,9

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7	-//-	Д	0,35	1,6	1,5	0,64	0,87/2,6	18,8	19,7	21,4	11,3	1,7	1,9
8	ш. «Суходольская-Восточная», 3-й зап. конв. штр. пл. i_3^1	П	0,6	2,0	0,5	0,8	4,3/12,6	23,0	24,5	32,0	14	1,7	2,3
9	ш. им. Бажанова, вент. штрек вост. лавы панели №30 пл. m_3	Д	1,1	2,6	0,5	1,04	4,2/13,0	25,0	17,5	22,8	15	1,2	1,5
10	ш. им. Бажанова, вент. штрек панели №22 пл. m_3	Д	0,8	2,3	0,5	0,92	1,3/8,0	22,0	13,8	6,5	3	1,6	1,3
11	ш. «Красноармейская-Западная №1», 2-й южн. конв. штр. бл. №8	Д	0,6	,9	0,5	1,56	1,1/3,1	14,0	5,0	5,7	8,3	0,6	0,7
12	ш. «Красноармейская-Западная №1», конв.ходок бл. №8	Д	0,8	3,6	0,5	1,44	1,7/5,1	14,0	5,8	7,2	8,3	0,7	0,9
13	ш. «Красноармейская-Западная №1», 4-й южн. конв. штр. бл. №3	Д	0,83	3,8	0,5	1,52	1,2/3,5	10,0	4,0	4,9	6	0,7	0,8
14	ш. «Красноармейская-Западная №1», 1-й штрек 1-й южной лавы бл. №8	Д	0,6	3,8	0,5	1,52	1,6/5,0	14,0	5,8	7,2	8,3	0,7	0,9

Д - малоамплитудное дизъюнктивное нарушение;

П - пликативное нарушение (утолщение пласта).

замеров от рассчитанных по формуле (1) равно $\sigma = 0,179$. Следовательно, данной зависимостью можно пользоваться при определении расстояния до геологического нарушения.

Величина напряжений в разгруженной зоне, при наличии геологического нарушения, нарастает вглубь массива более интенсивно, чем при отсутствии нарушения. Так, напряжения, равные 60% от геостатического наблюдаются на расстоянии $0,2l_n$, в отличие от условий без нарушения, когда такие напряжения наблюдаются на расстоянии $0,4C$. Из этого следует, что при выемке заходки протяженностью, не превышающей 20% от l_n ГДЯ не произойдут. Справедливость этого утверждения подтверждает и анализ случаев возникновения ГДЯ, произошедших в подготовительных выработках, которые проводились по выбороопасным пластам (рис. 1).

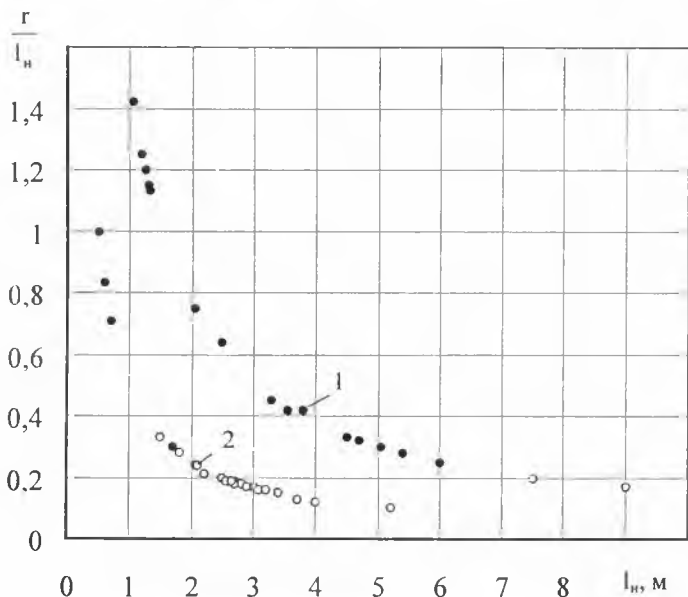


Рис. 1. Влияние глубины заходки на проявления ГДЯ у геологических нарушений: 1 – глубина заходки 1,5 м; 2 – глубина заходки 0,5 м; \blacklozenge - случаи возникновения ГДЯ; \square - случаи выемки заходки без ГДЯ.

Таким образом, при подходе к нарушению, глубина заходки не должна превышать зону безопасной выемки, равную

$$r \leq C_6 = 0,2l_n, \text{ м.} \quad (6)$$

Максимальную глубину заходки при подходе к нарушению в зависимости от расстояния до нарушения, величины утолщения или смещения пласта и его мощности до геологического нарушения можно определить по номограмме (рис. 2).

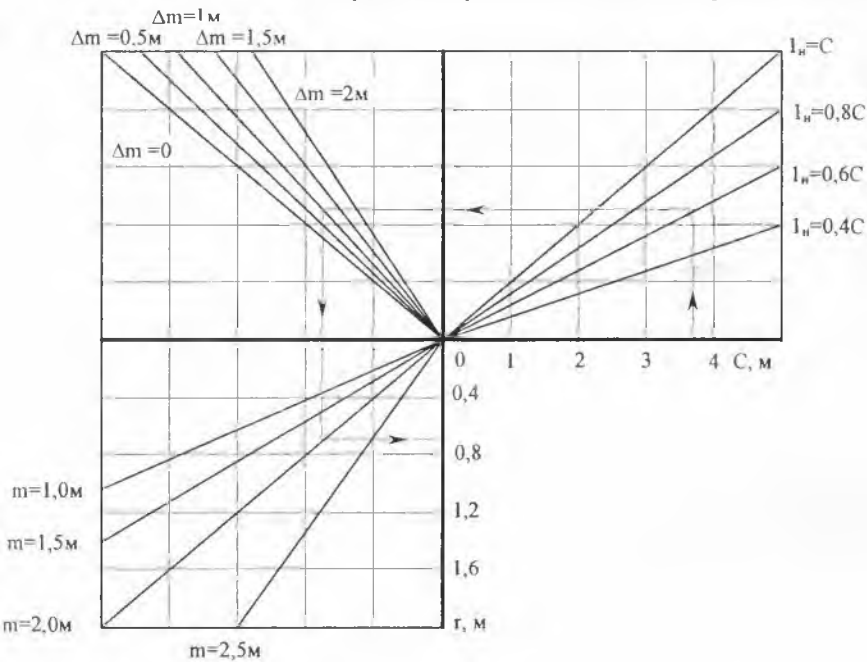


Рис. 2. Номограмма к определению максимальной глубины заходки.

Выводы.

1. Наличие утолщений пласта и малоамплитудных дизъюнктивных нарушений в призабойной части горного массива приводит к уменьшению размеров разгруженной зоны и зоны безопасной выемки пласта;

2. Расстояние до утолщения и малоамплитудного дизъюнктивного нарушения можно определить по величине выдавливания (отжима) пласта в выработку;

3. При выемке заходки глубиной, не превышающей 20% расстояния от забоя до геологического нарушения, ГДЯ не происходят;

4. Максимальная глубина заходки при подходе выработки к утолщению или малоамплитудному дизъюнктивному нарушению определяется в зависимости от расстояния до нарушения, мощности пласта и величины утолщения или смещения пласта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сведения о разработке шахтопластов, склонных к ГДЯ / МакНИИ. - Макеевка – Донбасс: МакНИИ, 1997. - 354 с.
2. Кольчик Е.И., Кольчик И.Е. Формирование разгруженной зоны у забоя пластовой подготовительной выработки // Физико-технические пробле-

мы горного производства. - Донецк: ООО «Апекс». - №6. - 2003. - С. 167-172.

3. Кольчик Е.И. Влияние технологических параметров проведения горных выработок на размеры разгруженной зоны. – Известия вузов. Горный журнал. – 1982. - № 5. – С. 12-14.
4. Кольчик И.Е. К вопросу о формировании выбросоопасных зон у забоя подготовительной выработки // Сб. научных докладов Межд. науч.-техн. конференции «Горная геология, геомеханика и маркшейдерия». – Донецк: УкрНИМИ НАНУ, 2004. – Часть 2. – С. 456-458.