

мобилизацию воды из пород, так и активизирующие химические реакции замещения и перераспределения вещества.

Автор благодарит ООО «Укрвнешторг» за финансовую поддержку при проведении исследований.

Библиографический список

1. Орлинская О.В. Электрические поля в процессах регионального метаморфизма // Вестн. Воронеж. ун-та, серия геологич. - 1998. - №5. - С.244-246.
2. Экспериментальные исследования по изучению влияния термоэлектрических полей на горные породы и минералы/ О.В.Орлинская, Д.С.Пикареня, Н.В.Билан и др. // Науковий вісник НГУ. - 2005. - №9. - С. 45-48.
3. Studying of thermo-electric fields' influence to minerals and rocks, and geological interpretation of results of experimental investigation/ O.V.Orlinskaya, R.V.Kamkov, N.V.Bilan & oth. // Науковий вісник НГУ. - 2006. - №11. - С. 31-36.
4. Лебедев Ю.С. Минералогия и генезис коры выветривания гипербазитов Среднего Побужья. - К.: Наук. Думка, 1965. - 120 с.
5. Турובהва З.В. Петрография коры выветривания Капитановского массива ультраосновных пород на Среднем Побужье // Вопросы геологии и минералогии рудных месторождений. - М.: Недра, 1967. - №2. - С.230-239.
6. Геология, минералогия и условия образования коры выветривания ультрабазитов в южной части Среднего Побужья/ А.Д.Додатко, А.Я.Древин, А.П.Виноградов и др. // Вопросы геологии и минералогии рудных месторождений. - К.: Наук. Думка, 1971. - №2. - С. 230 - 239.
7. Пикареня Д.С., Орлинская О.В., Гладун П.И. Экспериментальные исследования по изучению воздействия тепловых и электромагнитных полей на породы коры выветривания серпентинитов. // Науковий вісник НГУ. - 2008. - №3. - С. 45-48.
8. Изменение зеренной структуры армко-железа при электромагнитном воздействии / В.В.Соболев, С.И.Губенко, В.Я. Слободской и др. // Физика и химия обработки материалов. - 1993. - №1. - С. 113-121.
9. Соболев В.В., Орлинская О.В., Чернай А.В. Физико-математическая модель генерации электрических импульсов при возникновении пьезоэффекта в горных породах // Сб. научн. трудов НГА Украины: Днепрпетровск: РИК НГА Украины, 1998. - №2. - С.206-214.
10. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. - М.: Высшая школа, 1981. - 335 с.

© Пикареня Д.С., 2008

УДК 622.831.322:635

Канд. техн. наук РУБИНСКИЙ А.А., инж. РАДЧЕНКО А.Г., инж. БОГОУДИНОВ Р.М., инж. БОНДАРЕНКО А.Д. (Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности (МакНИИ))

О ВЫБРОСООПАСНОСТИ ПЛАСТА d_4 В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ "КРАСНОАРМЕЙСКАЯ-ЗАПАДНАЯ №1"

Приведены результаты исследований комплексного показателя степени метаморфизма угля M . Показано, что в блоке №10 глубина ведения горных работ (H , м) и наличие Котлинского надвига оказывают совместное существенное влияние на изменение показателя M как по падению, так и по простиранию пласта d_4 .

На шахте "Красноармейская-Западная №1" блок №10 пласта d_4 является отдельным, самостоятельным геологическим блоком и отделен от остальной части шахтного поля Котлинским надвигом. При подготовке выемочного столба 4-й южной лавы блока №10 пласта d_4 возникла необходимость определения категории выбросоопасности этого участка. Пласт d_4 имеет чаще простое и реже, на отдельных участках, сложное строение, относительно выдержанный, имеет сложную

гипсометрию, залегает волнисто. Углы падения пласта составляют 2-8°; мощность колеблется в пределах от 0,60 до 2,50 м; крепость угля равна 0,8÷1,2 по шкале М.Протодряконова. Ведение очистных и подготовительных работ осложняется многочисленными зонами горно-геологических нарушений (ГГН). Природная газоносность пласта составляет 6÷21 м³/т с.б.м; угли – каменные, в основном марок Ж, К и ОС.

Котлинский надвиг с амплитудой $A=35-40$ м проходит в нижней части шахтного поля и является естественной границей между блоками №6, №8 и блоком №10. Блоки №6 и №8 находятся в лежащем крыле, а блок №10 расположен в висячем крыле Котлинского надвига. В блоках №6 и №8 произошло 4 газодинамических явления (ГДЯ) и, поэтому, ниже отметки минус 521,2 м пласт отнесен к выбросоопасным. Согласно [1], пласт d_4 в блоке №10 тоже должен быть переведен в категорию выбросоопасных, так как находится ниже отметки минус 521,2 м.

Анализ опыта ведения горных работ в блоках №6, №8 и №10 указывает на горно-геологические различия между этими блоками. При проведении подготовительных выработок в блоке №10 в нормальных (вне зон ГГН) условиях залегания пласта d_4 и в зонах ГГН текущим прогнозом выбросоопасности по начальной скорости газовыделения в шпур (g_n , л/мин) опасные зоны не были обнаружены.

Комплексный показатель степени метаморфизма угля (M) характеризует физико-механические свойства и газодинамические характеристики угольных пластов, определяющие формирование выбросоопасности. Поэтому исследование значений показателя M в блоке №10 позволит более надежно и качественно определить склонность пласта d_4 на участке 4-й южной лавы к проявлению внезапных выбросов угля и газа.

Целью данной работы является исследование особенностей в поведении залегания пласта d_4 с глубиной в пределах блока №10, а также экспертная оценка изменения показателя M пласта d_4 на этом участке шахтного поля.

Согласно [1], если $M > 27,7$ у.е. (где M - комплексный показатель степени метаморфизма угля), то независимо от глубины разработки и газоносности пласт d_4 относится к неопасным по выбросам угля и газа. На основании пункта 4.2.2 [1] совместно сотрудниками МакНИИ и шахты была выполнена комплексная оценка выбросоопасности участка шахтного поля в блоке №10. Исследования проводились на участках с различной степенью выбросоопасности: в выработках, где пласт d_4 отнесен к категории угрожаемых (блоки №2 и №3), к выбросоопасному (блоки №6 и №8) и в блоке №10 (предварительно пласт d_4 в блоке №10 отнесен к категории угрожаемых). В блоках №2-3, №6-8 и №10 проводились сравнительные наблюдения и исследовались: 1) горно-геологические условия залегания пласта d_4 ; 2) изменчивость показателя M с глубиной.

Показатель M рассчитывался по формулам согласно [1], исходные значения выхода летучих веществ - V^{daf} , % и толщины пластического слоя - y , мм были взяты: а) по данным геологоразведочных скважин; б) по данным проведения горных выработок.

По данным геологоразведочных скважин по пласту d_4 в блоках №2, 6-8 и 10 были рассчитаны средние арифметические значения показателей: выхода летучих веществ - V^{daf} ; толщины пластического слоя - y ; комплексного показателя степени метаморфизма угля - M (табл. 1).

В таблице 1 указаны следующие характеристики: \bar{a} - среднее арифметическое значение исследуемого параметра; δ^2 - дисперсия; $K_{вар}$ - коэффициент вариации; n - количество скважин, по которым выполнялись расчеты.

Табл. 1. Статистические характеристики по показателям V^{daf} , y , M по блокам №2, 6-8 и 10

№ блоков	V^{daf} , %			y , мм			M			n
	\bar{a}	δ^2	$K_{сар}$, %	\bar{a}	δ^2	$K_{сар}$, %	\bar{a}	δ^2	$K_{сар}$, %	
2	30,4	3,30	5,98	8,6	3,25	21,05	26,8	1,51	4,59	37
6-8	28,4	2,84	5,94	10,0	6,65	25,87	26,0	0,94	3,74	112
10	27,5	4,28	7,52	10,8	2,51	14,61	25,3	1,44	4,73	61

Фактическая природная газоносность по пласту d_4 составляет по данным геологоразведочных скважин: а) для блока №2 $X_{\phi} = 10,7-21,0$ м³/т; б) для блоков №6 и №8 $X_{\phi} = 11,0-25,0$ м³/т; в) для блока №10 $X_{\phi} = 10,7$ м³/т ($X_{\phi min} = 7,9$ м³/т, а $X_{\phi max} = 18,9$ м³/т).

С учетом значений показателей V^{daf} , y , M , а также фактической природной газоносности X_{ϕ} в блоках №2, 6-8 и 10 согласно пункту 4.2.5 [1] были вычислены глубины, с которых пласт d_4 в каждом блоке должен быть отнесен к угрожаемым по выбросам угля и газа - $H_{угр}$, м (табл. 2). В таблице 2 приняты следующие обозначения: $X_{пр}$ - природная газоносность пласта; $H_{угр}$ - глубина, с которой пласт d_4 должен быть отнесен к угрожаемым по выбросам угля и газа, м; $H_{min}^{выб}$ - минимальная глубина появления выбросов, расчетная, м; \bar{H}_{ϕ} - среднее арифметическое значение фактической глубины ведения горных работ в блоке, м; N_n - общая пористость угля; $X_{кр}$ - критическая газоносность, обуславливающая возможность проявления выбросов угля и газа по пласту d_4 , м³/т; $\bar{X}_{пр.расч.}$ - средняя природная газоносность по блокам, расчетная, м³/т.

Табл. 2. Расчетные значения $X_{кр}$, $X_{пр.расч.}$, $H_{угр}$ и H_{min}

№ блоков	$X_{пр}$	$H_{угр}$, м	$H_{min}^{выб}$	\bar{H}_{ϕ} , м	N_n	$X_{кр}$	$\bar{X}_{пр.расч.}$	$\bar{X}_{кр.расч.}$
2	10,7-21,0	400	447	590	4,15	8,5	13,7	9,6
6-8	11,0-25,0	380	419	685	4,14	8,7	14,0	10,7
10	7,9-18,9	380	406,5	790	4,15	8,9	14,3	11,3

Согласно [1], для блока №2 $H_{угр} = 400$ м, для блоков №6-8 и 10 $H_{угр} = 380$ м (табл.2).

На основании данных таблицы 1, определим $H_{min}^{выб}$ согласно [2], на которой могут произойти выбросы в блоках №2, №6-8 и 10 в зависимости от степени метаморфизма угля:

$$H_{min}^{выб} = 27,0 + 13,8 \cdot V^{daf} \quad (1)$$

Для блока №2 $H_{min}^{выб}$ составит: $H_{min}^{выб} = 27,0 + 13,8 \cdot 30,4 = 447$ м. Для блоков №6-8 $H_{min}^{выб} = 419$ м, а для блока №10 $H_{min}^{выб} = 406,5$ м (см. табл. 2).

Фактические средние арифметические значения глубин, на которых ведутся горные работы составляют: для блока №2 $\bar{H}_{\phi} = 590$ м; для блоков №6 и 8 $\bar{H}_{\phi} = 685$ м; для блока №10 $\bar{H}_{\phi} = 790$ м. Следует отметить, что первый внезапный выброс угля и газа на пласте d_4 произошел в блоке №6 12.10.1985 года на глубине 703 м, т.е. ниже указанных глубин $H_{угр} = 380$ м и $H_{min}^{выб} = 419$ м.

При оценке влияния $X_{пр}$ на склонность пласта d_4 к выбросам, согласно [2], необходимо учитывать изменения общей пористости угля N_n в зависимости от выхода летучих веществ V^{daf} . Для блоков №2, №6-8 и №10 N_n рассчитывалась согласно [2] по формуле:

$$N_n = 0,01(V^{daf})^2 - 0,58V^{daf} + 12,54 \quad (2)$$

Результаты расчетов приведены в таблице 2, откуда следует, что пористость по пласту d_4 в блоках №2, 6-8 и 10 практически одинакова и не оказывает существенного влияния на газоёмкость угля и его выбросоопасность.

Определим критическую газоносность $X_{кр.}$, обуславливающую возможность проявления выбросов угля и газа по пласту d_4 в блоках №2, 6-8 и 10, согласно [2] по формуле:

$$X_{кр.} = 0,3(55 - M), \text{ м}^3/\text{т} \quad (3)$$

где: M - комплексный показатель степени метаморфизма угля.

Результаты расчетов приведены в таблице 2, откуда следует, что фактическая природная газоносность во всех выше указанных блоках превышает $X_{кр.}$. Таким образом, принципиально возможно проявление выбросоопасности в блоках №2, 6-8 и 10. Поэтому, были проведены более детальные исследования по этому вопросу. С этой целью была рассчитана средняя природная газоносность по блокам №2, №6-8 и №10, согласно [2] по формуле:

$$\bar{X}_{пр.расч.} = 0,4(61 - M), \text{ м}^3/\text{т}. \quad (4)$$

Расчеты приведены в таблице 2. Средняя природная газоносность $\bar{X}_{пр.расч.}$ по пласту d_4 в выбросоопасных блоках №6-8 составила 14,0 м³/т.

Следует отметить, что все 4 газодинамических явления, зафиксированные по пласту d_4 , произошли в зонах горно-геологических нарушений. Фактическая природная газоносность пласта d_4 в местах происшедших ГДЯ (все отмечены в зонах ГГН) превышала значение расчетной природной газоносности $X_{пр.расч.}$ не менее чем в 2 раза. Так например, внезапный выброс угля и газа, зафиксированный 17.06.2004 года в блоке №8, произошел в зоне ГГН, представленной сложным взбросом с амплитудой $A=1,30$ м. При выбросе угля и газа было выброшено 20 т угля и выделилось 1400 м³ газа, удельное газовыделение составило $Q_{y,d}=70$ м³/т.

В формуле (4) не учитывается глубина ведения горных работ (H), поэтому рассчитаем более точно газоносность пласта d_4 в блоках №2, №6-8 и 10 с учетом H и V^{daf} , согласно [3]:

$$X_{пр.расч.} = 22,8 + 18,6 \cdot 10^{-4} \bar{H}_\phi - 47,2 \cdot 10^{-2} V^{daf}. \quad (5)$$

Результаты расчетов приведены в таблице 2, откуда видно, что расчетное значение природной газоносности в блоке №10 составляет $X_{пр.расч.}=11,3$ м³/т, а средняя фактическая газоносность по блоку №10 составляет $X_\phi=10,7$ м³/т, что говорит о хорошей сходимости по блоку №10 расчетных значений с фактическими. Из таблицы 2 следует, что природная газоносность с глубиной ведения горных работ по пласту d_4 увеличивается незначительно. По-нашему мнению, более существенное влияние на увеличение газоносности пласта оказывают крупные и среднеамплитудные зоны ГГН. К сожалению, формулы (4) и (5) не учитывают влияние этих зон на изменение природной газоносности $X_{пр.расч.}$.

Глубина ведения горных работ должна оказывать влияние не только на природную газоносность, но и на такие показатели как V^{daf} , y , M . С определенных глубин ведения горных работ для групп углей с различной степенью метаморфизма угольного вещества, согласно [2], внезапные выбросы угля и газа должны прекратиться. Рассчитаем глубину прогнозируемого прекращения внезапных выбросов угля и газа ($H_{прек.выб.}$) по пласту d_4 в блоках №2, 6-8 и 10, согласно [2]:

$$H_{прек.выб.} = (V^{daf} + 4,2) \cdot 17,5, \text{ м}. \quad (6)$$

Для блока №2 $H_{\text{прек.выб.}}$ составит: $H_{\text{прек.выб.}}=(30,4+4,2) \cdot 17,5=606$ м. Аналогично для блоков № 6-8 $H_{\text{прек.выб.}}=571$ м, а для блока №10 $H_{\text{прек.выб.}}=555$ м.

Следует отметить, что в блоке №6 произошел внезапный выброс на глубине $H=703$ м, а в блоке №8 внезапный выброс зафиксирован на глубине $H=730$ м. Таким образом, глубина $H_{\text{прек.выб.}}=571$ м, согласно [2], но все четыре ГДЯ произошли ниже этой глубины. Необходимо подчеркнуть, что основные положения [2] имеют важное научное и практическое значение, но отдельные положения по расчету $H_{\text{прек.выб.}}$ требуют дальнейшего изучения и уточнения, так как за последние 20 лет произошло увеличение глубины ведения горных работ.

Анализ изменения выбросоопасности с глубиной ведения горных работ целесообразно проводить с учётом совместного влияния глубины и тектонической нарушенности на природную газоносность пласта, на показатели V^{daf} , y , M .

Нами был выполнен анализ изменения комплексного показателя степени метаморфизма угля $M_{\text{по}}$ по блокам №2, №6-8 и 10 в зависимости от изменения глубины залегания пласта d_4 по абсолютным отметкам – $H_{\text{абс.отм.}}$.

Сравнительный анализ средних арифметических значений показателей \bar{M} и $H_{\text{абс.отм.}}$ по блокам указывает на уменьшение показателя \bar{M} с глубиной $H_{\text{абс.отм.}}$: а) для блоков №2-3 значения показателей составили $H_{\text{абс.отм.}}=380$ м и $\bar{M}=26,8$; б) для блоков №6-8 $H_{\text{абс.отм.}}=515$ м и $\bar{M}=26,0$; в) для блока №10 $H_{\text{абс.отм.}}=623,1$ м и $\bar{M}=25,3$.

Выводы:

1. В результате проведенных исследований установлено уменьшение средних арифметических значений показателя M по пласту d_4 с глубиной $H_{\text{абс.отм.}}$.

2. Исходя из того, что при проведении комплекса исследований в блоке №10 опасные зоны текущим прогнозом не были выявлены, признаки выбросоопасности отсутствовали, а также учитывая минимальные полученные значения показателей $K_{\text{из.}}(H)$ и $K_{\text{из.}}(M)$ в районе планируемой 4-й южной лавы блока №10, было дано заключение об отнесении пласта d_4 на данном участке блока №10 к категории угрожаемых по внезапным выбросам угля и газа.

3. В настоящее время наблюдается устойчивая тенденция усложнения горно-геологических условий и роста глубины ведения горных работ, поэтому вопросы изучения совместного влияния глубины ведения горных работ и зон геологических нарушений на выбросоопасность угольных пластов требуют безотлагательного исследования и изучения.

Библиографический список

1. СОУ 10.1.00174088.011-2005. Правила ведения гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ. – К.: Мінвуглепром України, 2005. – 225 с.
2. Влияние катагенеза горных пород и метаморфизма углей на их выбросоопасность. / Забигаило В.Е., Николин В.И. – Киев: Наукова думка, 1990. – 168 с.
3. Ткач В.Я. Методы прогноза выбросоопасности шахтных пластов. – К.: Техніка, 1980. – 190 с.

© Рубинский А.А., Радченко А.Г., Богоудинов Р.М., Бондаренко А.Д., 2008