

РЕЗУЛЬТАТЫ ШАХТНЫХ ИСПЫТАНИЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО СПОСОБА ПРОГНОЗА ВЫБРОСООПАСНОСТИ ПЕСЧАНИКОВ

инж. Гладкая Е.В., к.т.н. Ревва В.Н., инж. Рязанцева Н.А. (ИФГП НАН Украины)

В умовах шахти ім. О.Г. Стаханова ВО «Красноармійськвугілля» проведено випробування удосконаленого способу прогнозу викиднебезпечності пісковиків за ефективною поверхневою енергією, які підтвердили його більш високу надійність.

RESULTS OF MINE TRIALS OF ADVANCED OUTBURST DANGER PREDICTION METHOD IN SANDSTONES

Gladkaya E.V., Revva V.N., and Ryazantseva N.A.

In conditions of mine him. A.G. Stahanova carries out spends tests of the advanced method of the forecast outburst sandstones on the effective superficial energy, confirmed its higher reliability.

В связи с повышением степени выбросоопасности пластов и вмещающих пород при разработке угольных месторождений на больших глубинах, вопрос заблаговременного прогнозирования выбросов пород остается актуальным до настоящего времени.

По мнению большинства авторов [1-4] основной причиной выбросов породы и газа является неоднородность поля напряжений в горном массиве, вызванная изменчивостью физико-механических и структурных свойств массива, а также газоносности пород. Комплексное взаимодействие этих факторов обуславливают выбросоопасность. Поэтому точность прогноза будет зависеть от полноты учета всех вышеперечисленных факторов.

В настоящее время для прогнозирования выбросов в горных породах используются различные способы. Однако наиболее широкое применение получили способы прогноза выбросоопасности пород по комплексному показателю «В», по делению кернов на диски и наличию кольцевых трещин, способ прогноза по ЭПЭ, а также акустические методы.

К сожалению, как показывает практика, существующие в настоящее время способы прогноза выбросоопасности пород не обладают достаточной точностью и надежностью и зачастую неоправданно часто дают прогноз «опасно» в неопасных зонах. Отнесение невыбросоопасных песчаников к опасным, приводит к повсеместному применению сотрясательного взрывания, большому перерасходу трудовых и материальных ресурсов. В связи с этим, на сегодня остается актуальным создание более надежного способа прогноза, определяющего место, время и интенсивность выброса.

Одним из нормативных способов, позволяющим с определенной точностью устанавливать координаты выбросоопасных зон и выбросов является способ прогноза по эффективной поверхностной энергии (ЭПЭ), разработанный в ИФГП НАНУ [5]. Данный способ определения выбросоопасности пород основан на установлении перепадов эффективной поверхностной энергии в результате экспериментального определения величины этого параметра по длине выработки (скважины). В качестве физической основы данного способа заложено решение задачи математической теории трещин о предельном равновесии и разрушении горных пород, ослабленных трещинами и находящихся в объемном поле сжимающих напряжений, с учетом неравнокомпонентности поля напряжений и неоднородности строения массива.

Сложность данного способа определения выбросоопасности пород заключается в необходимости вычисления критических перепадов ЭПЭ в податливых (с малым модулем упругости) слоях.

Многолетний опыт применения данного способа прогноза выбросов по эффективной поверхностной энергии на шахте им. А.Г. Стаханова (ПО "Красноармейскуголь"), а также проведенные авторами исследования физико-механических свойств горных пород [6] показали, что при определении выбросоопасных зон и очагов выбросов необходимо учитывать характер изменения как ЭПЭ, так и упругих свойств пород (модуля упругости, скорости упругих волн). В результате исследований было установлено, что в выбросоопасных зонах наблюдается резкое увеличение амплитуды и частоты изменения перечисленных параметров. Так, в выбросоопасных зонах длина волны уменьшается до 2-2,5 м, а изменение амплитуды колебаний модуля упругости – 10 ГПа, поверхностной энергии – 50 Дж/м² (табл.1).

Таблица 1. Характер изменения свойств песчаника в зависимости от его состояния.

	Длина волны, м	Амплитуда изменений	
		Модуль упругости, ГПа	ЭПЭ, Дж/м ²
Невыбросоопасные зоны	5-10	4	10
Выбросоопасные зоны	2-2,5	10	50

При этом результаты шахтных наблюдений показали, что в местах проявления газодинамических явлений происходит также синфазное изменение эффективной поверхностной энергии и модуля упругости песчаника (экстремумы модуля упругости и ЭПЭ совпадают). Синфазное изменение вышеуказанных параметров объясняется наличием в песчанике высокотемпературных модификаций кварца (тридимита, кристобалита).

Полученные в данной работе результаты исследований позволяют при прогнозе выбросов избежать количественных прогнозных показателей

упругости и эффективной поверхностной энергии, и перейти к фазовым, частотным и амплитудным характеристикам их изменения, что существенно упрощает прогноз и увеличивает его точность.

Усовершенствованный на основе полученных закономерностей с учетом структурно-фазовых переходов, способ прогноза выбросоопасности горных пород по эффективной поверхностной энергии был внедрен на шахте им. А.Г. Стаханова ПО «Красноармейскуголь». Для прогноза выбросоопасности и отбора образцов песчаника было пробурено 12 опережающих разведочных скважин. По длине каждой скважины пробы отбирались через 1-1,5 м. Всего было испытано около 600 образцов. Применение нового способа при проведении подготовительных выработок подтвердило его высокую надежность по сравнению с нормативными и показало хорошую сходимость прогнозных и фактических данных.

Так, при испытании усовершенствованного способа на шахте им. А.Г. Стаханова в процессе проведения вентиляционного квершлага №1 гор.1136 м блока 4, конвейерного квершлага на пласт k_5 блока 5 гор.986 м и северного конвейерного квершлага на пласт k_5 блока 4 гор.825 м песчаники были признаны невыбросоопасными. Согласно же, прогнозу по делению кернов на диски породы были отнесены к различной степени опасности. При дальнейшем ведении работ в выделенных данным методом зонах выбросы не регистрировались (табл.2).

Таблица 2. Данные прогноза в выработках, проводимых в течение 1999-2001г.г. на шахте им. А.Г.Стаханова

Наименование выработки, индекс песчаника, фактическое наличие выбросов при проходке	Дата и место бурения скважины	Длина скважины, м	Интервал дискообразования, м	Прогноз по делению кернов на диски	Прогноз по эффективной поверхностной энергии
Вентиляционный квершлаг №1 г.1136 м блока 4, L ₁ Sl ₁ , нет	9.11.98 г. ПК27+2,5	10	2,6-5,2	Средняя степень опасности	неопасно
Нет	21.11.98 г. ПК27+9	26	1-2,5	Средняя степень опасности	неопасно
Нет	17.01.99 г. ПК29+6	25	10-11; 15-18; 21-25	Средняя и высокая степень опасности	неопасно
Нет	13.04.99 г. ПК32	13,5	0-1,7; 4-7,5	Средняя степень опасности	неопасно
Нет	2.08.99 г. ПК33	26	0-2	Средняя степень опасности	неопасно

Продолжение табл. 2.

Нет	17.12.99 г. ПК35+2	23	6,5-23	Высокая степень опасности	неопасно
Нет	4.09.01 г. ПК35+2	11	6,3-11	Высокая степень опасности	неопасно
Конвейерный квершлаг на пласт k ₅ блока 5 гор.986 м, K ₄ Sk ₅ ^H , нет	12.07.99 г. ПК4+2	9	0-2	Средняя степень опасности	неопасно
Северный конвей- ерный квершлаг на пласт k ₅ блока 4 гор.825 м, K ₄ Sk ₅ ^H , нет	3.08.00 г. ПК0+5	9	2,2-4,2; 5-6	Средняя степень опасности	неопасно
	5.08.00 г. ПК0+8	22	0-2,5; 3,5-10; 12-16	Средняя степень опасности	неопасно
	30.08.00 г. ПК3	22	0-1,1; 3,3-4,4 5,5-8,8; 11-12,1; 14,2-16,4	Средняя степень опасности	неопасно
2 конвейерный штрек центрально- го бремсберга пла- ста I ₁ блока 3, I ₁ Sl ₂ , выбросы с ПК2+7 по ПК15	4.01.98 г. ПК2+9,5	10	0-10	Средняя степень опасности	Опасно с ПК2+9,5
Всего неопасно		146			

Хорошая сходимость прогнозных и фактических данных была получена при применении усовершенствованного способа прогноза во 2 конвейерного штреке центрального бремсберга пласта I₁ блока 3. Согласно прогнозу по делению кернов на диски песчаник I₁Sl₂ был отнесен к средней степени опасности. Интервал дискообразования по длине скважины составил 0-10 м. При этом по всей длине скважины песчаник имел низкие значения эффективной поверхностной энергии и упругих свойств, что свидетельствовало о наличии по всей длине скважины практически сплошной выбросоопасной зоны. В процессе дальнейшего проведения выработки произошло 30 выбросов породы и газа различной интенсивности. При этом

выбросы по эффективной поверхностной энергии были прогнозированы с точностью до 1-2 м.

Таким образом, применение усовершенствованного способа прогноза выбросоопасности пород по эффективной поверхностной энергии на шахте им. Стаханова показало, что данный способ обеспечивает надежный прогноз и позволяет, за счет исключения ошибок второго рода получить экономический эффект, обусловленный снижением объема применения сотрясательного взрывания в невыбросоопасных зонах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петухов И.М., Линьков А.М. Механика горных ударов и выбросов.- М.: Недра, 1983. – 280 с.
2. Зборщик М.П.,осокин В.В., Соколов Н.М. Предотвращение газодинамических явлений в угольных шахтах. – Киев: Техніка, 1984. – 148 с.
3. Механика и физика динамических явлений в шахтах / А.Н. Зорин, В.Г. Колесников, К.К. Софийский и др. – Киев: Наук. Думка, 1979. – 168 с.
4. Ходот В.В. Развитие теории внезапных выбросов и совершенствование способов борьбы с ними // УУ. 1979. - №4. – С. 26-30.
5. Методические указания по применению способа прогноза выбросоопасности горных пород по их эффективной поверхностной энергии. / Алексеев А.Д., Недодаев Н.В., Рязанцев Н.А. Препринт ДонФТИ –83-20(75). Донецк: ДонФТИ АН УССР - 19 с.
6. Гладкая Е.В., Ревва В.Н., Рязанцева Н.А. , Рязанцев Н.А. Совершенствование способа прогноза выбросоопасности горных пород по эффективной поверхностной энергии с учетом структурно-фазовых переходов // Геотехническая механика.-Днепропетровск.-2001.-№29.- С.102-107.