

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ СЕЙСМОПРОГНОЗА ВЫБРОСООПАСНОСТИ ОЧИСТНЫХ ЗАБОЕВ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ ИМ. А.Ф. ЗАСЯДЬКО

к.т.н. Бокий Б.В. (АП «Шахта им. А.Ф. Засядько»)

На основі фактичного матеріалу зроблен висновок про те, що показники викидонебезпечності, отримані сейсмоакустичним засібм, не відповідають реальній викидонебезпечності. Використовування цих показників може бути корисним при вивченні процесів обвалення основної покрівлі, що має особисте практичне значення.

ANALYSIS OF OUTBURST DANGER ACOUSTICAL PREDICTION RESULTS IN STOPE OF THE A.F.ZASYADKO MINE

Bokii B.V.

On the basis of actual material the conclusion is made that the parameters of outbursts hazard received by seismic acoustic method do not correspond real outbursts hazard. The application of these parameters may be useful for investigation of caving processes that has the certain practical importance

При работе угольных комбайнов прогноз выбросоопасности забоя осуществляется по показателям X_{30} (X_{30} -среднечасовая «шумность» массива за последние 30 часов работ по углю, 1/ч): резкое увеличение «шумности» считается признаком выбросоопасности и требует приостановки очистных работ [1]. Ранее, при работе на малых и средних глубинах, это положение прогноза не подвергалось сомнению, так как прогноз «опасно» выдавался крайне редко, что согласовывалось со спокойным поведением пласта, при котором отсутствовали иные признаки выбросоопасности. С углублением горных работ на 1000 м и более случаи выдачи прогноза «опасно» заметно участились, хотя при этом поведение забоя оставалось спокойным, что ставило под сомнение достоверность сейсмопрогноза и требовало анализа факторов, влияющих на показатель X_{30} .

В качестве таких факторов приняты следующие: скорость продвижения лавы $V_{оч}$; длина (по ходу лавы) выработанного пространства L_B ; продолжительность отработки данного выемочного поля T ; место установки сейсмодатчика (в шпуре, пробуренном впереди лавы обратного хода или на задних стойках секций крепи ЗКД90).

Влияние места установки датчика было очевидным; акустическая эмиссия (АЭ) фиксировалась датчиками на стойках в 10-20 раз реже, чем датчиками в шпурах. Вероятно, датчики на стойках «защищены» неким экраном, препятствующим прохождению импульсов АЭ. Скорее всего, таким экраном служат трещины, образовавшиеся при расслоении кровли. Поэтому установка сейсмодатчиков на стойках нецелесообразна.

Исследования, проведенные на шахте ранее, показали, что решающее влияние на АЭ оказывает параметр T [2]. Однако ранее использовался усредненный показатель «шумности» f_t (f_t - усредненное за 7...14 суток значение X_{30} , 1/ч). Для установления основных факторов влияния прием усреднения может быть оправдан при выборе оптимального интервала усреднения. В целях поиска оптимального интервала усреднения нами принят трёхсуточный интервал, при котором показатель «шумности» f_t определяется формулой

$$f_t = (X_t + X_{t-1} + X_{t-2}) / 3 \quad (1)$$

где X_t - показатель X_{30} за T -ые сутки, 1/ч.

С помощью данного показателя f_t исследовано влияние на «шумность» параметра $V_{оч}$, который усреднялся аналогично:

$$V_{оч} = (V_t + V_{t-1} + V_{t-2}) / 3 \quad (2)$$

где V_t - продвижение лавы за T -ые сутки, м/сутки.

Влияние $V_{оч}$ исследовано при отработке 14 и 15 западных и 15 и 16 восточных лав пласта m_3 , а также - при отработке 10 и 11 восточных и 9 западной лав пласта l_1 . На рис.1 представлено типичное распределение показателя f_t по $V_{оч}$, свидетельствующее об отсутствии какой либо закономерной связи между ними. Не существует также закономерной связи между приращением «шумности» Y и приращением скорости продвижения лавы Z ($Y = X_t / X_{t-1}$; $Z = V_t / V_{t-1}$), см. рис. 2.

Эти факты нельзя игнорировать, так как параметр $V_{оч}$ существенно влияет на выбросоопасность и с появлением угрозы выброса приписана обязательная остановка добычного комбайна [1]. Поэтому отсутствие связей f_t с $V_{оч}$ и Y с Z свидетельствует не в пользу достоверности сейсмопрогноза и лишает смысла попытки снижения «шумности» путем снижения $V_{оч}$. (Естественно, что при полной остановки лавы в течении длительного времени «шумность» уменьшается значительно).

Для ИТР шахты всё это практически означает необходимость применять параллельно сейсмопрогнозу какой-либо другой, более достоверный, способ прогноза выбросоопасности, чтобы исключить необоснованное «торможение» работы комбайна, а при реальной опасности выброса - с уверенностью применить противовыбросные меры или же прекратить добычу угля.

Однако показатели АЭ могут быть применены для решения иных проблем. В частности, для изучения закономерностей процессов посадки основной кровли, что имеет практическое значение при решении проблем

динамических явлений в угольном пласте. Измерения 3,4,5 циклов показали, что по мере продвижения лавы в целик последовательно возрастали коэффициенты выбросоопасности. Их значения были: в конвейерном штреке 2,1; 2,6 и 3,5; в лаве - 1,4 (вне целика), 2,2 и 3,9. Однако положение ОМК при этом существенно не изменилось. Исследованиями установлено, что чем выше выбросоопасная ситуация в массиве пород, тем ближе к пласту располагаются поверхности ОМК. Это свидетельствует о наличии значительных межслоевых деформаций (расслоения, отслоения), сосредоточенных вблизи пласта и не распространяющихся на большие расстояния.

Следует отметить, что на шахте им.А.Ф.Засядько имеется большой опыт отработки целиков. При их отработке проявления ГДЯ не отмечено. Наблюдались случаи повышенного газовыделения в горные выработки, повышенное горное давление кровли на пласт, что выражалось в ухудшении состояния кровли в призабойном пространстве, возрастании смещения боковых пород. Это нередко приводило к посадке секций механизированных крепей «нажестко».

Опасность проявления ГДЯ (степень опасности зависит от характера перехода пласта в предельное состояние - хрупкого или пластического) при отработке целиков сохраняется вплоть до полного перехода их в предельное напряженное состояние. Указанный переход находится в интервале от ℓ до $0,2\ell$. Прогнозировать опасность возникновения ГДЯ и своевременно принимать меры по их предотвращению позволяет непрерывный контроль состояния массива. Эту возможность дают осуществлять разработанные МакНИИ нормативные методы акустического контроля состояния массива пород [7,8, 9], в т.ч. и автоматизированные, которые рекомендуются к применению.

Как отмечено выше, целики угля, подверженные воздействию опорного горного давления деформируются и уголь в них характеризуется повышенной химической активностью и дробимостью. Имеет место повышенное газовыделение. Последнее требует интенсификации проветривания, а это провоцирует самовозгорание угля. На основании исследований и опыта работы установлено [3], что на угольных пластах, склонных к самовозгоранию и ГДЯ, отработку целиков угля целесообразно производить с применением антипирогенов, которыми обрабатываются все пожароопасные места.

Применение антипирогенов на основе жидкого стекла и КМЦ в жидком виде может применяться путем набрызга и нагнетания в шпуров по уголю длиной до 2,5 м, при давлении 0,6 МПа, а в порошкообразном виде - путем закладки и нагнетания его пневмозарядчиком. Антипирогены широко применялись по рекомендациям НИИГД при отработке целиков угля на пластах, склонных к самовозгоранию и опасным по ГДЯ на шахтах «Чайкино» ГХК «Макеевуголь» (пласт m_3), им.А.Ф.Засядько (пласты m_3 и ℓ_1).

Таким образом, установлено, что с учетом изменения ширины обрабатываемых целиков угля $L_{ц}$ требуется дифференцированный выбор способов предотвращения ГДЯ и корректировка параметров этих способов.

проветривания добычных участков, их дегазации и поддержания выработки. Поэтому нами продолжено исследование связи показателей «шумности» с параметрами T и L_B .

Эти исследования показали, что в одних условиях «шумность» теснее коррелирует с параметром T , в других - с параметром L_B . В начальный период, до момента посадки основной кровли, изменение f_i хорошо описывается простыми математическими зависимостями, включающими периодические функции с относительно продолжительным периодом, равным 40...60 суток. Например, для условий 15 западной лавы пласта m_3 «шумность» верхней части лавы при $T < 55...60$ суток выражалась формулой

$$\bar{f}_i = 2.31 \cdot (T - 4) + 20.6 \cdot \sin 0.125 \cdot (T - 4) \quad (3)$$

где \bar{f}_i - характеристика основной тенденции изменения «шумности» во времени T , по своему смыслу соответствующая математическому ожиданию случайной функции f_i от T .

График зависимости (3) представлен на рис.3, из которого следует, что на основную тенденцию изменения «шумности» накладывается некоторая «высокочастотная» составляющая F , представленная графически на рис.4 и определенная как разность X_{30} и f_i :

$$F = X_{30} - \bar{f}_i \quad (4)$$



Рис.3. Зависимость показателя «шумности» верха 15 западной лавы от продолжительности очистных работ: 1- основная тенденция в изменении «шумности» во времени; 2- «высшие гармоники» графика изменения «шумности».

значительные $K_v=4-7,3$; наиболее выраженные поверхности ослабления межслоевых контактов (ОМК) находились на расстоянии 0,5-9 м. Анализ сейсмоакустической информации показал, что измерения этого цикла были выполнены при значительных зависаниях основной кровли в верхней части лавы.

Таблица 1. Результаты оценки напряженного состояния краевой части пласта m_3 .

Номер шпура	Размер целика , м	Мощность пласта, м	Значение выхода буровой мелочи Рл/пог.м по глубине шпура, м				Категория опасности
			1	2	3	4	
			4	5	6	7	8
1	33	1,6	1,8	2,5	2,8	3,0	неопасно
2			2,5	2,2	3,0	3,5	-/-
3	30	1,65	2,0	2,5	2,5	3,0	-/-
4			2,0	2,2	2,5	3,0	-/-
5	27	1,65	2,0	2,4	3,0	3,0	-/-
6			2,2	2,5	2,5	3,0	-/-
7	24	1,70	1,4	2,1	2,1	1,4	-/-
8			1,4	1,4	2,1	1,4	-/-
9	21	1,65	1,8	2,5	2,0	1,6	-/-
10			1,4	2,0	2,2	1,6	-/-
11	17	1,65	1,5	2,2	2,0	1,5	-/-
12			1,4	2,4	2,3	1,7	-/-
13	16	1,70	1,4	1,4	1,5	1,7	-/-
14			1,4	1,7	1,7	2,1	-/-
15	15	1,67	1,4	2,1	2,5	2,8	-/-
16			1,4	1,8	2,1	2,5	-/-
17	13	1,6	2,1	2,5	3,0	2,8	-/-
18			2,0	3,0	3,0	2,8	-/-
19	12	1,68	1,7	1,9	2,5	3,0	-/-
20			1,9	2,8	2,1	3,2	-/-
21	11	1,75	1,2	1,7	2,1	2,4	-/-
22			1,4	2,0	2,3	2,1	-/-
23	10	1,68	1,4	2,1	2,1	1,4	-/-
24			1,4	1,4	2,1	1,4	-/-
25	9	1,67	1,6	1,8	1,8	2,0	-/-
26			1,9	2,1	2,0	1,9	-/-

Примечания:

1. Шпуры с нечетными номерами пробурены в верхней, а с четными - в нижней нишах разгрузочной лавы.
2. Бурение шпуров происходило без толчков и ударов в угольном массиве.

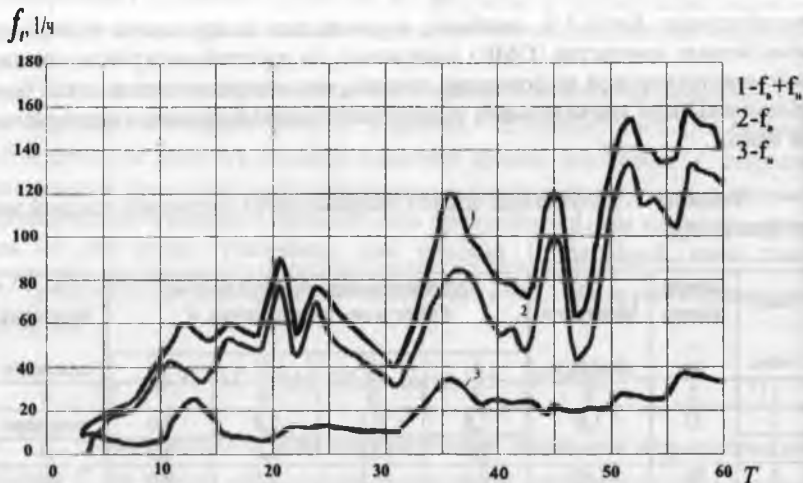


Рис.5. Характер изменения «шумности» по верхней и нижней частям 15 западной лавы: 1 - суммарная «шумность» лавы; 2 - «шумность» по верхней части; 3 - «шумность» по нижней части.

Ранее считали, что первичный шаг посадки основной кровли значительно превышает шаги последующих посадок, в связи, с чем намечались конкретные технологические мероприятия по проветриванию, дегазации и креплению выработок. Эти представления были основаны на анализе изменения газообильности выработок, на анализе дебита дегазационных скважин, на оценках конвергенции боковых пород и на оценке АЭ. С увеличением $V_{оч}$ до 4...5 м/сутки показатели АЭ остались единственным признаком посадки. На рис.6 представлен график изменения во времени T показателя X_{30} в течение всего безаварийного периода отработки выемочного поля 15 западной лавы. На данном графике четко просматриваются четыре «пика» шумности, по которым можно установить время посадки основной кровли, а затем определить соответствующие значения L_B . Согласно графика на рис.6 определены значения шагов посадки $L_{ш}$ по маркшейдерским замерам подвигания лавы, а результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Временная и пространственная привязка «пиков» шумности к началу очистных работ в 15 западной лаве пласта m_3 .

T , сут	50...58	197...210	433...438	694
L_B	205	580	860	985
$L_{ш}$	205	375	280	125

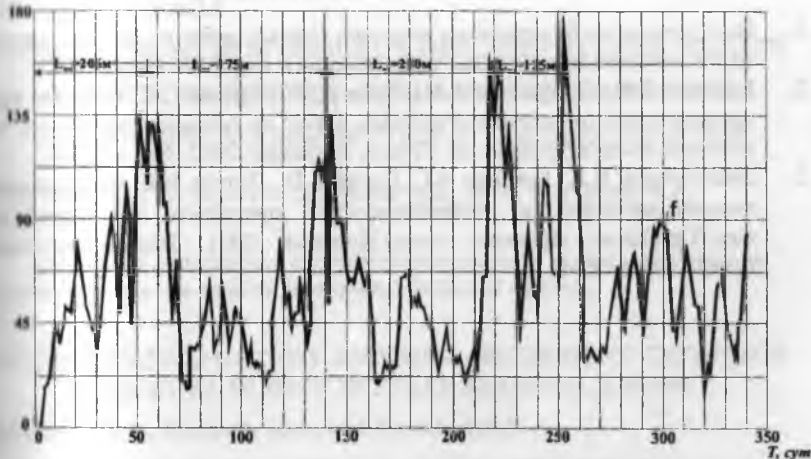


Рис.6. Характер распределения «шумности» по верхней части 15 западной лавы в течении времени T .

Как следует из табл.1 шаг первичной посадки значительно уступает второму и третьему шагам посадки, а его превосходство над четвертым могло быть следствием сокращения до критических размеров целика между лавой и «старым» выработанным пространством разгрузочной лавы, отработанной ранее по падению [3]. Вероятно, при отработке разгрузочной лавы образовалась система трещин, ориентированных по падению и ослабивших породы кровли в зоне влияния своего опорного давления. Укорочение шага посадки кровли в зоне ослабленных пород кровли следует считать благоприятным фактором, так как при этом уменьшается длина зависящей «консоли», что снижает опасность динамических явлений, связанных с горным давлением.

Выводы: Сейсмодатчики, установленные на стойках в лаве, фиксируют сейсмоимпульсы гораздо реже, чем датчики, установленные в шпурах впереди лавы обратного хода. Между показателями сейсмоактивности и скоростью подвигания лавы, а также между приращением сейсмоактивности и приращением скорости подвигания нет четко выраженной связи, что лишает смысла требование приостановки очистных работ, предпринимаемой для снижения «шумности». При «наезде» лавы на выработанное пространство шаг посадки основной кровли может уменьшаться, что следует расценивать как фактор, снижающий потенциальную опасность динамических явлений. Необходимо продолжить исследование факторов, влияющих на сейсмоакустическую эмиссию, так как это может способствовать накоплению знаний о процессах, протекающих в боковых породах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, склонных к внезапным выбросам угля, породы и газа. //М.:Недра, 1971.
2. Грязнов В.С., Бобрышев В.В., Гуня Д.П., Ирисов С.Г. Влияние продолжительности ведения очистных работ на сейсмоакустические показатели выбросоопасности.//Уголь Украины.-2002, №6, с.32-34.
3. Звягильский Е.Л., Грязнов В.С.,Бокий Б.В., Петров В.В. Исследование газодинамических и геомеханических процессов при доработки лав.//Проблеми гірського тиску.Донецьк, 2001, Збірник наукових праць, №6, с. 93-111.