

УДК 622.268:622/833.5

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЫБРОСООПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПРИ ИХ РАЗРАБОТКЕ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ КОСМОГОНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

С.Ю. Приходько

Рассматривается метод прогноза выбросоопасности в угольных шахтах на основе учета временных интервалов с неблагоприятными изменениями космогонических факторов. Практическое применение данного метода позволяет расширить возможности решения одной из важнейших и актуальных задач для угледобывающей отрасли.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: прогноз, выбросоопасность, космогонические факторы

ВВЕДЕНИЕ

Угольная промышленность является основной базой обеспечения топливом и сырьем предприятий энергетики, черной металлургии и химической промышленности. Техничко-экономические показатели ее работы обуславливают показатели работы многих отраслей народного хозяйства. В связи с этим, особая роль принадлежит Донбассу, который является основным поставщиком топлива и коксующегося угля для коксохимии и металлургической промышленности.

Переход горных работ на более глубокие горизонты неразрывно связан с решением проблемы разработки выбросоопасных угольных пластов.

Проблеме исследования механизма и причин возникновения внезапных выбросов посвятили свои труды многие известные ученые. Их работы определили направление научных поисков, дополнили знания о природе внезапных выбросов, обосновали ряд эффективных методов их предотвращения.

Вместе с тем напряженное состояние массива горных пород и зональная выбросоопасность в угольной промышленности определяются без учета влияния космогонических факторов, которые, как известно, существенно сказываются на многих физических, биологических, тектонических и других процессах происходящих на нашей планете. Как следствие, применяемые методы прогнозирования не всегда обеспечивают полную достоверность прогноза, т.е. являются недостаточно надежными.

Анализ состояния вопроса свидетельствует о необходимости совершенствования методов прогноза неблагоприятных ситуаций, способствующих проявлению внезапных выбросов в шахтах, на основе применения новых нетрадиционных подходов к решению актуальной научно-технической задачи.

Одним из направлений таких исследований является прогнозирование неблагоприятных временных интервалов на основе использования закономерностей взаимосвязи между проявлением внезапных выбросов угля и газа и вариациями параметров космогонических факторов. Физика и механизм указанных процессов достаточно не изучены, а основные закономерности влияния космогонических факторов на выбросоопасность угольных пластов окончательно не установлены. В связи с этим, разработка метода прогноза выбросоопасности на основе учета временных интервалов с неблагоприятными изменениями космогонических факторов является одной из важнейших и актуальных задач для угледобывающей отрасли.

ОЦЕНКА СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ КОСМОГОНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЧАСТОТУ ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА НА ШАХТАХ ДОНБАССА

Результаты оценки влияния космогонических факторов опубликованы в работе [10-13]. Значения полученных коэффициентов корреляции запишем в виде корреляционной матрицы в табл. 1.

Таблица 1 – Корреляционная матрица

Факторы	X1	X2	X3	X4	Y
X1	1	0,5	0,24	0,56	0,71
X2	0,5	1	0,67	0,73	0,69
X3	0,24	0,67	1	0,6	0,54
X4	0,56	0,73	0,67	1	0,49
Y	0,71	0,69	0,54	0,49	1

где: Y – частота внезапных выбросов угля и газа;
 X1 – солнечная активность (числа Вольфа);
 X2 – сила тяжести;
 X3 – угловая скорость вращения Земли;
 X4 – радиус ползисии движения полюса Земли.

Между солнечной активностью и частотой внезапных выбросов угля и газа в шахтах ранее уже было установлено наличие связи. В достаточной мере изучена природа солнечной активности и разработаны методы ее краткосрочного прогноза, которые описаны в работе [2]. Коэффициент корреляции между частотой внезапных выбросов угля и газа и солнечной активностью полученный при расчетах равен 0,71 и соответствует ранее полученным результатам. В корреляционной матрице величина этого коэффициента имеет наибольшее значение. Учитывая это, а также малую точность прогноза по солнечной активности (1 сутки), следует использовать данный фактор только для грубого, предварительного прогноза. В целях повышения точности прогноза автор счел возможным исключить фактор солнечной активности из корреляционной матрицы и рассмотреть влияние на частоту проявления внезапных выбросов угля и газа в шахтах Донбасса только таких факторов: сила тяжести, радиус ползисии движения полюса Земли, угловая скорость вращения Земли.

Рассмотрим приведенную корреляционную матрицу (табл. .2):

Таблица 2 – Приведенная корреляционная матрица

Факторы	X2	X3	X4	Y
X2	1	0,67	0,73	0,69
X3	0,67	1	0,6	0,54
X4	0,73	0,6	1	0,49
Y	0,69	0,54	0,49	1

где: Y – частота внезапных выбросов угля и газа;
 X2 – сила тяжести;
 X3 – угловая скорость вращения Земли;
 X4 – радиус ползисии движения полюса Земли.

Используя методы теории матричного анализа и методы вероятностно-статистического расчета, которые описаны в работах [3-9], получим обратную матрицу к исходной:

$$K^{-1} = \begin{pmatrix} 2,610966 & -0,94647519 & -1,33821201 \\ -0,94547519 & 2,1740372 & -0,45243146 \\ -1,33821201 & -0,45243146 & 2,2482865 \end{pmatrix}$$

По формуле

$$r_{y,x_i,x_j}^2 = \frac{r_{x_i,y}^2 + r_{x_j,y}^2 - 2r_{x_i,y}r_{x_j,y}r_{x_i,x_j}}{1 - r_{x_i,x_j}^2};$$

получили корреляционные отношения, порядок расчета которых приведен в работе [1]:

$$r_{y,x_1,x_2}^2 = 0,69789,$$

$$r_{y,x_1,x_3}^2 = 0,47177,$$

$$r_{y,x_2,x_3}^2 = 0,46239.$$

Полученные результаты показывают, что наибольшее значение имеет корреляционное отношение между изменениями силы тяжести и частотой внезапных выбросов угля и газа в шахтах Донбасса.

Здесь $r_{y,x_1,x_2}^2 = 0,69789$.

Анализ проявления частоты внезапных выбросов угля и газа в шахтах Донбасса относительно реперных значений силы тяжести показал следующие результаты:

- точное совпадение проявлений внезапных выбросов с реперными значениями силы тяжести – 67,7%;
- запаздывание проявлений внезапных выбросов на 1 час относительно реперных значений силы тяжести – 16,1%;
- запаздывание проявлений внезапных выбросов на 2 часа относительно реперных значений силы тяжести – 4,8%;
- опережение проявлениями внезапных выбросов на 1 час реперных значений силы тяжести – 9,7%;
- полное несовпадение проявлений внезапных выбросов с реперными значениями силы тяжести – 1,6% .

Анализ проявления внезапных выбросов угля и газа в шахтах Донбасса относительно реперных значений солнечной активности (чисел Вольфа) показал следующие результаты:

- точное совпадение проявлений внезапных выбросов с реперными значениями солнечной активности – 80,4%;
- запаздывание проявлений внезапных выбросов на 1 сутки относительно реперных значений солнечной активности – 2,8%;
- опережение проявлений внезапных выбросов на 1 сутки реперных значений солнечной активности – 6,5%;
- полное несовпадение проявлений внезапных выбросов с реперными значениями солнечной активности – 10,3%.

При практическом применении прогноза временных интервалов с неблагоприятными изменениями параметров солнечной активности и силы тяжести, значения солнечной активности (числа Вольфа) используются в качестве «индикатора», т.е. для предварительного, грубого прогноза (на базе данных Пулковской обсерватории). Для точного прогноза используются суточные значения силы тяжести (на базе расчетных данных Полтавской гравиметрической обсерватории).

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ПРОГНОЗА НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ

С учетом выше изложенного материала, предложена методика построения прогноза неблагоприятных временных интервалов. Сущность методики заключается в следующем:

1. Определяются данные по суточным вариациям силы тяжести для определенного участка горного массива.
2. Анализируется наличие геологических нарушений и их расположение относительно рассматриваемого участка.
3. По критериям (скорость изменения приращений силы тяжести и смена знака приращений) определяются неблагоприятные временные интервалы с учетом аномалий потенциала силы тяжести, вызываемых геологическими нарушениями, и соответствующего смещения во времени возможного внезапного выброса.

Алгоритм для расчета прогноза на ЭВМ следующий:

1. Определяются неблагоприятные временные интервалы в течение суток:
 - а) по критерию скорости приращений:

$$\Delta q_i > \sum_{i=1}^n |q_i| / n, \text{ где } n = 23; \quad \Delta q_i = q_{j+1} - q_j, \text{ где } j = 1 \dots 24.$$

б) по критерию смены знака приращения:

$$q_{i-1} < q_i > q_{i+1}, \text{ где } i = 1 \dots 23; \quad q_{j-1} > q_j < q_{j+1}, \text{ где } j = 1 \dots 24.$$

2. При проведении горных работ в зоне влияния геологического нарушения определяется время смещения проявления внезапного выброса относительно прогнозного времени:

$$t_{\text{смещения}} = \text{sign}(x) \cdot a_1 \cdot \exp\left(\frac{|x|}{a_2}\right)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решение сформулированных в работе задач позволило получить следующие основные научные и практические результаты [2]:

1. Установлено, что газодинамическое состояние массива горных пород в существенной мере зависит от влияния приливных сил, являющихся результатом совместного воздействия на земную кору таких космогонических факторов, как солнечная активность, угловая скорость вращения Земли, движение полюсов Земли. Это совместное влияние характеризуется перемещениями в земной коре и сопряжено с изменением силы тяжести.

2. Установлена корреляционная взаимосвязь проявлений внезапных выбросов угля и газа с изменением параметров ряда космогонических факторов. Наибольшей теснотой связи характеризуется частота внезапных выбросов в зависимости от изменений солнечной активности ($r = 0,71$) и от изменений силы тяжести ($r = 0,69$).

3. Подтверждено, что учет изменений солнечной активности и силы тяжести позволяет наиболее надежно прогнозировать неблагоприятные временные интервалы, в течение которых возрастает выбросоопасность разрабатываемых угольных пластов.

4. Подтверждена гипотеза о наличии аномалии силы тяжести вблизи геологических нарушений. Экспериментально установлено, что такая аномалия проявляется в смещении временного интервала реализации внезапного выброса относительно прогнозного неблагоприятного временного интервала на ± 2 часа. Зависимость смещения времени проявления внезапных выбросов от расстояния к геологическому нарушению имеет вид:

$$t_{\text{смещения}} = \text{sign}(x) \cdot a_1 \cdot \exp\left(\frac{|x|}{a_2}\right).$$

5. Сущность рассмотренного метода сводится к прогнозированию временных интервалов с неблагоприятным воздействием на геодинамический массив горных пород космогонических факторов.

6. Предложенный метод прогноза выбросоопасности угольных пластов с учетом неблагоприятных временных интервалов рекомендуется применять при планировании развития горных работ в сочетании с известными техническими и технологическими мероприятиями по предотвращению внезапных выбросов угля и газа.

7. Промышленная проверка разработанного метода прогноза на шахте «Глубокая» ГХК «Донецкуголь» полностью подтвердила ее обоснованность и правильность. Все проявленные внезапные выбросы ($n = 79$) на пластах h_4 и h_{10} произошли в выбросоопасных зонах в часы прогнозируемых неблагоприятных временных интервалов.

FORECASTING VYBROSOOPASNOSTI COAL LAYER UNDER THEIR DEVELOPMENT WITH PROVISION FOR INFLUENCES KOSMOGONICHESKIH FACTOR

S.Yu.Prikhodiko

The method of the forecast of the emission-risk is considered in coal mine on base of the account temporary interval with disadvantage change космогонических factor. Practical application given method allows to increase possibility of the decision one of the most important and actual problems for угледобывающей branches.

Keywords: forecast, danger connected with surge, cosmic factors

ЛИТЕРАТУРА

1. Афифи А., Эйзенс С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. - М.: Мир.-1983. - 324с
2. Витинский В.И. Прогнозы солнечной активности. - М.: Изд-во АН СССР.- 1963. - 248с.
3. Урбах В.Ю. Математическая статистика для биологов и медиков. - М.: Статистика.- 1960. - 342с.
4. Ван-дер-Варден В. Математическая статистика.: Пер с нем. - М.: Изд-во иностранной литературы, 1960. - 434с.
5. Бернштейн С.Н. Теория вероятностей. - М.: ГТТИ.- 1934. - 412с.
6. Кокс Д., Скелл Э. Прикладная статистика. Принципы и примеры.: Пер.с англ. - М.: Мир.-1984. - 200с.
7. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. Справочное руководство. - М.: Наука.- 1971. - 192с.
8. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. - М.: Наука.- 1970. - 720с.
9. Бендет Дж., Пирсон. Применение корреляционного и спектрального анализа. – М.: Мир.-1989. - 312 с.
10. Овчаренко В.Л., Приходько С.Ю. Влияние приливных деформаций на газо-динамические явления в шахтах. // Уголь Украины. - 1998. - №6. - С. 35-36. гравитационным воздействием Луны. // Материалы меж-дународного научного конгресса «Фундаментальные проблемы естествознания» - Санкт-Петербург. - 1998. - С. 31.
11. Овчаренко В.Л., Приходько С.Ю. Связь выбросоопасности угольных шахтопластов Донбасса с изменениями солнечной активности и силы тяжести. // Уголь Украины. - 1999. - №8. - С. 35-37.
12. Зуев Л.А., Приходько С.Ю. О взаимосвязи частоты внезапных выбросов с космогенными и геофизическими факторами. // Уголь Украины. - 2000. - №5.-С.