

*д.т.н. Окалелов В.Н.,
д.т.н. Фрумкин Р.А.,
Бубунец Ю.В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕТАНООБИЛЬНОСТИ ОЧИСТНЫХ ЗАБОЕВ

Розглянута методика прогнозу очікуваних значень метановості очисних вибоїв на підставі прогнозних значень метаноносності вугільних пластів з врахуванням похибок в її визначенні по даним геологічної розвідки.

Ключові слова: *прогноз, метановість.*

Рассмотрена методика прогноза ожидаемых значений метанообильности очистных забоев на основе прогнозных значений метаноносности угольных пластов с учетом ошибок в ее определении по данным геологической разведки.

Ключевые слова: *прогноз, метанообильность.*

В основе методов прогноза метанообильности горных выработок лежит прогноз природной метаноносности угольных пластов и пород. На стадии геологоразведки она устанавливается по данным опробования с помощью керно-газонаборников (КГН). Построенные по ним прогнозы в большинстве случаев характеризуются весьма значительной изменчивостью метаноносности по площади пластов, что существенно усложняет прогноз метанообильности лав. Кроме того, сопоставление метаноносности, полученной по данным керно-газонаборников и расчетным путем на основе относительной метанообильности лав, показало наличие значительных расхождений между ними [1], достигающих 43%. По мнению автора этой работы они объясняются недостаточной точностью определения природной газоносности с помощью КГН. Наблюдающиеся занижения метаноносности по геологоразведочным данным связаны с потерей части метана из керно-газонаборников. Еще одной причиной расхождений фактических и прогнозных данных является многофакторный характер формирования метаноносности угольных пластов и пород [1-2]. Именно это обстоятельство было учтено авторами работы [2] при уточнении природной относительной метаноносности

пласта m_3 с помощью разработанной ими многомерной регрессионной модели.

Идея прогноза данного показателя с учетом комплекса влияющих факторов была реализована авторами работы [3], осуществившими прогноз метаноносности угольных пластов по теореме Байеса. При этом обеспечивался прогноз следующих интервалов относительной метаноносности: менее 5; 5-10; 10-15; 15-20; 20-25; 25-30 и более 30 м³/т.с.б.м.

Указанные методы позволяют повысить достоверность прогнозов метаноносности, но не исключают и существенных расхождений прогнозных и фактических данных [1]. Поэтому возникает необходимость корректировки прогнозных данных на величину возможных ошибок, что, в свою очередь, требует выявления и анализа закономерностей их формирования.

Первоначально такой анализ был выполнен по данным работы [1]. Средняя величина абсолютного расхождения прогнозных и фактических метаноносности составила $\pm 0,9$ м³/т.с.б.м, при максимальных отклонениях в большую сторону 4,8 м³/т.с.б.м и в меньшую 1,5 м³/т.с.б.м. В относительных величинах среднее отклонение составило $\pm 11\%$, а максимальное и минимальное – 43 и +32%. Систематическая абсолютная погрешность равна – 0,25 м³/т.с.б.м, что свидетельствует о преобладании случаев занижения прогнозных данных по сравнению с фактическими. Однако этот вывод правомерен лишь при доказательстве значимости выявленной систематической погрешности. Поэтому по методике, изложенной в работе [4], была выполнена оценка статистической значимости выявленной систематической ошибки, которая показала, что значимость систематического занижения относительной метаноносности на стадии геологоразведки не подтверждается, а выявленные отклонения являются случайными. Аналогичный результат получен при сравнении относительной метаноносности, установленной по данным геологоразведки и действующим шахтам. Фактическая метаноносность была определена по четырем выработкам шахт им. А.Ф.Засядько, ш/у "Октябрьское", "Привольнянская". Она вычислялась как сумма остаточной метаноносности угля, набранного в колбы, и относительного метановыделения на тонну отбитого угля. Кроме этого сравнивались и данные, полученные по методике МакНИИ, согласно которой природная метаноносность определяется по фактическому среднему метановыделению из обнаженных поверхностей пласта в выработку.

В результате установлено, что на шахте им. А.Ф.Засядько пл. m_3 метаноносность по данным геологоразведки составила в среднем 13,9 м³/т.с.б.м, по методике МакНИИ – 12,6 м³/т.с.б.м, по данным газовых съемок – 12,4 м³/т.с.б.м. На ш/у "Октябрьское" пл. m_3 – 11,25; 11,2 и 11,3 м³/т.с.б.м и на ш. "Привольнянская" пл. m_3^H – 0,5; 0,26 и 0,35 м³/т.с.б.м со-

ответственно. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что природная метаноносность угольных пластов, определяемая с помощью КГН, в целом соответствует фактическим данным.

В дальнейшем было выполнено сравнение природной метаноносности по геологоразведочным данным с фактической метанообильностью лав. Оно осуществлялось по лавам, обследованным в 1983, 1984 гг. Средняя величина случайных ошибок составила $\pm 18,3$ м³/т, а систематическая – 4,72 м³/т. Проверка ее значимости по *t*-критерию показала, что расчетное значение $\hat{t}_{\Delta} = 2,09$. Оно превышает табличное, равное 2,0_{0,05; 66}. Следовательно, систематическое отклонение можно считать статистически значимым. Причем, в большинстве случаев имеет место занижение относительной метаноносности по сравнению с фактической метанообильностью. Такой результат вполне закономерен, поскольку метанообильность лав формируется не только за счет природной метаноносности угля, но и пород, выделения метана из спутников и выработанного пространства [5]. В то же время, имеющиеся в ряде случаев завышения прогнозных данных по сравнению с фактическими привели к необходимости изучения характера изменения ошибок по интервалам метаноносности, выделенным авторами работы [3]. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение случайных и систематических ошибок по интервалам метаноносности

Интервалы изменения метаноносности угольных пластов, м ³ /т.с.б.м	<5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30
Случайные отклонения, м ³ /т	±2,2	±7,9	±7,5	±5,9	±9,3	±30	±22
Систематические отклонения, м ³ /т	-1,2	1,0	-5,8	1,8	0,7	-15,7	-6,4

Как видно с увеличением интервала изменения метаноносности растет случайная составляющая отклонений. Для систематических погрешностей такая закономерность не наблюдается. При этом их значимость была подтверждена лишь для интервалов 25-30 и >30 м³/т.с.б.м. Полученные результаты сравнения позволяют корректировать прогнозные значения метаноносности с учетом ожидаемой метанообильности лав.

Поскольку распределение абсолютных ошибок практически всегда подчиняется нормальному закону, то корректировка значений мета-

нообильности может быть выполнена путем определения вероятности попадания их ожидаемых значений в спрогнозированные интервалы метаноносности (P_{ij}). Вычисление этих вероятностей осуществлялось с использованием положений методики, изложенной в работах [6]. В соответствии с ними первоначально рассчитывается возможное значение метанообильности лавы при спрогнозированном интервале метаноносности угольного пласта. Для этого с учетом случайных и значимых систематических ошибок рассчитывается ожидаемая метанообильность (q_{mj}) по формуле (1):

$$q_{mj} = \bar{q}_i + S_{\Delta ij} + \bar{\Delta}, \quad (1)$$

где \bar{q}_i – значение метаноносности которое соответствует середине спрогнозированного j -го интервала, м³/т.с.б.м.

После определения q_{mj} устанавливается интервал, в который попадает ее значение. Затем вычисляется вероятность (P_{ij}) того, что расчетное значение метанообильности не выйдет за пределы установленного интервала метаноносности:

$$P_{ij} = \frac{1 + \Phi(t_{ij})}{2}, \quad (2)$$

где $\Phi(t_{ij})$ – значение интегральной функции плотности распределения для нормированной величины отклонения t_{ij}

$$t_{ij} = \frac{|q_{\max j} - q_i|}{S_{\Delta i}}, \quad (3)$$

где $q_{\max j}$ – крайнее правое значение границы j -го проверяемого интервала изменения метаноносности, м³/т.с.б.м.

Величина $\Phi(t_{ij})$ определяется по таблицам, приведенным в многочисленных изданиях по теории вероятностей и математической статистике.

Выполненные расчеты показали, что для интервала метаноносности менее 5 м³/т.с.б.м. ожидаемая метанообильность с вероятностью 0,871 не выйдет за его пределы. Для интервала 5-10 м³/т.с.б.м. она с вероятностью 0,830 может достигнуть крайней правой границы соседнего интервала, равной 15 м³/т.с.б.м.

Аналогичные результаты с вероятностью 0,990; 0,898; 0,789 были получены для интервалов 10-15, 15-20 и 20-25 м³/т.с.б.м. Для интерва-

лов 25-30 и более 30 м³/т.с.б.м предельные значения метанообильности с вероятностью 0,866 не превысят величины 73 м³/т.

Отсюда следует, что при прогнозировании указанных выше интервалов метаноносности ожидаемая метанообильность для первого из них будет достигать 5 м³/т, второго – 15 м³/т, третьего – 20 м³/т, четвертого – 25 м³/т, пятого – 30 м³/т, для шестого и седьмого – 73 м³/т. Указанные пределы метанообильности установлены с учетом только опасных ошибок II-го рода (отклонения берутся в большую сторону), что объясняется повышенной опасностью ведения очистных работ в лавах с высокой метанообильностью и необходимостью разработки на стадии проектирования мероприятий по безопасной отработке угольных пластов. Если же фактическая метанообильность окажется меньше прогнозной, то это приведет к повышению безопасности и улучшению ТЭП работы лав и шахт.

Библиографический список

1. Лидин Г.Д. *Газообильность каменноугольных шахт СССР. Газообильность каменноугольных шахт Северо-западной части Донецкого бассейна* / Г.Д. Лидин. – М.: Наука, 1989. – 224 с.

2. Посудиевский А.Б. *Прогноз газоносности пласта т₃ на участке Бутовская-Глубокая № 2* / А.Б. Посудиевский, Р.А. Посудиевский // *Уголь Украины*. – 2008. – № 8. – С. 46-47.

3. Смирнов Б.В. *Вероятностные методы прогнозирования в инженерной геологии* / Б.В. Смирнов. – М.: Недра, 1983. – 134 с.

4. Фрумкин Р.А. *Достоверность горно-геологических прогнозов и методы ее количественной оценки* / Р.А. Фрумкин, В.Н. Окалелов // *Известия вузов. Горный журнал*. – 1983. – № 4. – С. 33-37.

5. *Руководство по определению и прогнозу газоносности вмещающих пород угольных месторождений при геологоразведочных работах*. – Ростов-на-Дону: ВНИГРИуголь, 1987. – 161 с.

6. Фрумкин Р.А. *Методы корректировки и повышения достоверности геологических прогнозов* / Р.А. Фрумкин, В.Н. Окалелов // *Вестник МАНЭБ*. – 1997. – № 1. – С. 15-17.