

УДК 622.817.47

Л.В. Сергиенко

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗОН СКОПЛЕНИЯ СВОБОДНОГО МЕТАНА

Институт физики горных процессов НАН Украины

Предложен способ прогнозирования зон скопления свободного метана по результатам шахтных и аналитических исследований при ведении очистных работ в пределах поля шахты Красноармейская-Западная №1.

С увеличением глубины разработки резко ухудшились горно-геологические условия ведения очистных работ, в следствие чего произошло значительное выделение метана в выработанное пространство, основными источниками которого являются пласты-спутники.

Анализ опыта применения дегазации подрабатываемого углепородного массива показал, что, несмотря на существующее множество схем бурения дегазационных скважин, коэффициент эффективности дегазации не превышает 25–30%, так как не во всех схемах учитываются особенности геомеханических процессов, протекающих в углепородном массиве в сложных горно-геологических условиях. Кроме того, несмотря на разностороннюю изученность проблемы, знания о состоянии углепородного массива на больших глубинах и о процессе образования локальных областей разгрузки в подрабатываемых пластах-спутниках при ведении очистных работ в сложных горно-геологических условиях недостаточны. Поэтому определение зон скопления свободного метана при разгрузке подрабатываемого углепородного массива для повышения эффективности дегазации остается актуальной задачей [1].

Известно, что запасы метана распределены в углепородном массиве неравномерно и зависят от различных горно-геологических факторов. Одним из таких факторов, который влияет на образование зон скопления свободного метана, является тектоническая трещиноватость подрабатываемых пластов-спутников, как правило, приуроченная к тектоническим нарушениям. Положение плоскостей «оперяющей» трещиноватости относительно основной плоскости разрывного нарушения может быть различным, как правило, эти плоскости направлены параллельно основной плоскости нарушения, причем частота трещиноватости убывает по мере удаления от нарушения.

Системы трещиноватости, ориентированные приблизительно нормально к плоскости нарушения, имеют меньшую плотность и менее распространены. Также для этого типа трещин характерны такие признаки, как сгруппированность в системы, пространственная и генетическая связь со складчатыми и разрывными структурами, пересечение нескольких пластов. Относительно напластования эти трещины занимают любое, чаще косое положение. Системы трещин являются каналами фильтрации и полостями скопления газов [2].

Согласно результатам исследований, выполненных в работе [3], при выборе параметров бурения дегазационных скважин для повышения эффективности дегазации учитываются особенности тензорного распределения компонент поля проницаемости подрабатываемого массива и связанные с этим закономерности фильтрации метана из пластов-спутников. Однако, в работе [3] учитывается техногенная трещиноватость углепородного массива, но не учитывается тектоническая трещиноватость в пластах-спутниках, которая существенно влияет на процесс дегазации [4].

Для разработки способа прогнозирования зон скопления свободного метана в подрабатываемых пластах-спутниках были выполнены исследования дебита метана из дегазационных скважин, пробуренных в подрабатываемый углепородный массив в условиях 1 северной лавы бл. № 3 пласта d_4 . Природная метаноносность угольного пласта d_4 составляет 11,7–20 м³/т.с.б.м. Потенциально опасными источниками метановыделения являются пласты-спутники d_4^1 и d_4^2 мощностью 0,20–0,50 м, залегающие в подрабатываемой кровле пласта d_4 на расстоянии 15,3–19,7 и 24,1–35 м. Для установления количества пластов-спутников, попадающих в подрабатываемый углепородный массив, было определено, согласно [5], расстояние M_p между разрабатываемым пластом и пластом-спутником, при котором метановыделение из последнего равно нулю (рис.). По данным горно-геологического прогноза добычного участка были определены углы наклона системы тектонической трещиноватости $\alpha_{\text{тект}}$ относительно горизонтальной плоскости по длине выемочного участка в местах тектонических нарушений.

Известно, что разрушение горных пород в объемном неравнокомпонентном поле сжимающих напряжений происходит за счет роста сдвиговых трещин, распространение которых происходит в плоскости, ориентированной под углом к максимальному главному напряжению [6]. Таким образом, угол наклона техногенной трещиноватости в подрабатываемых породах и пластах-спутниках определяется по формуле:

$$\alpha_{\text{техн}} = 90 - \frac{1}{2} \text{arcctg } \rho, \quad (1)$$

где ρ – угол внутреннего трения угля.

По формуле (1) были рассчитаны углы наклона техногенной трещиноватости $\alpha_{\text{техн}}$ пласта-спутника d_4^1 .

Согласно выполненному сопоставлению отклонения ориентации прорастания техногенных трещин от углов наклона естественной (тектонической) трещиноватости установлено, что максимальный устойчивый дебит метана наблюдался в местах тектонических нарушений, где соотношение угла наклона тектонической трещиноватости к углу наклона техногенной трещиноватости подрабатываемого пласта-спутника d_4^1 находилось в пределах от 0,5 до 1,25 (табл.).

Таблица

Влияние взаимодействия техногенной и тектонической трещиноватости на количество метана, выделяемое в дегазационную скважину

№ п/п	Номер пикета, на котором пробурена дегазационная скважина	$\alpha_{\text{тект}}$, град.	$\alpha_{\text{техн}}$, град.	$\frac{\alpha_{\text{тект}}}{\alpha_{\text{техн}}}$	Количество метана, выделяемое в дегазационную скважину, м ³ /мин.
1	ПК 34	135	65	2,2	0,52
2	ПК 35	135	65	2,2	0,45
3	ПК 39	45, 30	65	0,5–0,7	0,92
4	ПК 40	45	65	0,7	1,03

В процессе ведения очистных работ при разгрузке подрабатываемого углелесородного массива происходит раскрытие тектонической трещиноватости в пластах-спутниках за счет образования по ней системы техногенной трещиноватости (рис.).

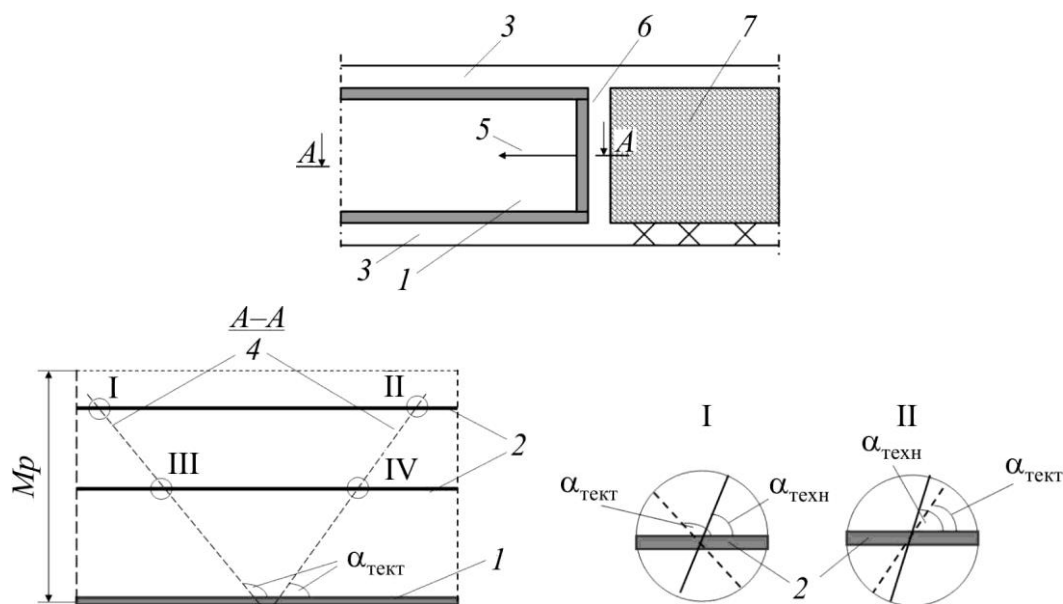


Рис. Расчетная схема для определения зон скопления свободного метана в подрабатываемых пластах-спутниках в местах тектонических нарушений: 1 – разрабатываемый пласт, 2 – подрабатываемые пласты-спутники, 3 – подготовительные выработки, 4 – тектонические нарушения, 5 – направление движения очистного забоя, 6 – очистной забой, 7 – выработанное пространство

При таком соотношении углов в пластах-спутниках в местах интенсивной тектонической трещиноватости происходит раскрытие трещин и образование области скопления свободного метана. Это дает основание использовать выявленную закономерность для прогнозирования зон скопления свободного метана в подрабатываемых пластах-спутниках.

Для повышения эффективности дегазации подрабатываемого угленосного массива, вмещающего пласты-спутники, согласно проведенным шахтным исследованиям был разработан критерий, характеризующий условия скоплений свободного метана K_3 в местах тектонических нарушений, физическая сущность которого основывается на взаимодействии тектонической трещиноватости и техногенной трещиноватости, образованной при разгрузке угленосного массива:

$$K_3 = \frac{\alpha_{\text{тект}}}{\alpha_{\text{техн}}}.$$

Разработанный критерий позволяет спрогнозировать область скопления свободного метана в подрабатываемых пластах-спутниках в местах тектонических нарушений при условии: если $0,5 \leq K_3 \leq 1,25$ – в подрабатываемом пласте-спутнике формируется зона скопления свободного метана; если $K_3 < 0,5$ или $K_3 > 1,25$ – в подрабатываемом пласте-спутнике не формируется зона скопления свободного метана.

Таким образом, способ прогнозирования зон скопления свободного метана позволит повысить безопасность ведения горных работ за счет бурения дегазационных скважин в заранее спрогнозированные зоны скопления свободного метана в пластах-спутниках и тем самым сократить выделение метана в выработанное пространство. Кроме того, этот способ позволит дополнительно производить добычу газа метана из зон его скопления, а также уменьшить затраты на бурение дорогостоящих дегазационных скважин за счет их целенаправленного бурения в зоны скопления свободного метана.

1. *Сергиенко Л.В.* Прогнозирование зон скопления свободного метана в подрабатываемых пластах-спутниках в сложных горно-геологических условиях [Текст] / Л.В. Сергиенко, Е.В. Гладкая, Е.А. Винник, Д.М. Житленок // Материалы XXI Международной Научной Школы «Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках». – Симферополь: Таврический национальный университет. – 2012. – С. 287–290.
2. *Проскураков Н.М.* Управление состоянием массива горных пород [Текст] / Н.М. Проскураков. – Москва: Недра, 1991. – 368 с.
3. *Анциферов А.В.* Учет особенностей техногенных коллекторов для оптимизации систем дегазации метана закрытых шахт [Текст] / А.В. Анциферов, Е.Д. Ходырев // Геолог Украины. – 2001. – №2. – С. 17–19.
4. *Лукинов В.В.* Тектоника метанугольных месторождений Донбасса [Текст] / В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко. – Киев: Наукова думка, 2008. – 352 с.

5. *Руководство* по проектированию вентиляции угольных шахт [Текст]. – Киев: Основа, 1994. – 311 с.
6. *Алексеев А.Д.* Предельное состояние горных пород [Текст] / А.Д. Алексеев, Н.В. Недодаев. – Киев: Наукова думка, 1982. – 198 с.

Л.В. Сергієнко

РОЗРОБКА СПОСОБУ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗОН СКУПЧЕННЯ ВІЛЬНОГО МЕТАНУ

Запропоновано спосіб прогнозування зон скупчення вільного метану за результатами шахтних і аналітичних досліджень при веденні очисних робіт в межах поля шахти Красноармійська-Західна №1.

L.V. Sergienko

WORKING OUT OF THE WAY OF FORECASTING OF ZONES OF THE CONGESTION FREE METHANE

The way of forecasting of zones of a congestion of free methane by results of mine and analytical researches is offered at conducting clearing works within a mine field Kra-snoarmeyskaya-Zapadnaya №1