

И.Э. Мазина, А.И. Маневич**О МЕТОДИКАХ ПРОГНОЗА МЕТАНООБИЛЬНОСТИ
УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

Одной из тенденций развития современного общества является развитие малоотходных и безотходных технологий. Среди проблем защиты окружающей среды в горной промышленности, а именно при разработке угольных месторождений особенно выделяются технологии охраны труда и окружающей среды. Широкое поле для деятельности обеспечивают многочисленные проблемы разработки угольных месторождений, таких как: просадка земной поверхности, повышенный газо- и водоприток в выработки, которые ведут как к увеличенному сбросу загрязненных вод и выбросам шахтного метана в атмосферу, так и к элементарному снижению безопасности горных работ. Нельзя не отметить и то, что при разработке угольных месторождений на поверхность выдается миллионы кубометров породы, которые складываются в виде отвалов разных размеров и форм, не только занимающих поверхность земли, которая могла бы быть отведена под сельско- и лесохозяйственные нужды, но и требующие применения технологий рекультивации. Породная масса отвала содержит горючие вещества, что приводит к самовозгоранию и соответственно выделению вредных газов. Так же отвалы приводят к заболачиванию местности. Все вышеуказанные проблемы определяются системами разработки месторождения. Технология закладки выработанного пространства позволяет эффективно управлять напряженно-деформированным состоянием, и сделать процесс угледобычи безопаснее. Количественную оценку экологичности процесса позволяет дать коэффициент безотходности. Для установления более точного положительного эффекта технологии закладки выработанного пространства, был произведен ряд расчетов по методикам прогноза метанообильности. Авторами была обнаружена ошибка, которая даже с учетом эмпирического характера руководства по проектированию вентиляции угольных шахт не может иметь место в методической литературе такого уровня.

Ключевые слова: шахтный метан, метанообильность, прогноз метанообильности, охрана труда, газовыделение, напряженно-деформированное состояние, управление кровлей, закладка выработанного пространства, коэффициент безотходности.

Подземная разработка угольных месторождений отличается высоким техногенным воздействием на все элементы окружающей среды. В основном это определяется тем, что при добыче угля применяется технология управления кровлей с обрушением. Определяющее значение имеет величина области влияния выработанного пространства на вмещающий массив. Различные источники предлагают разнообразные классификации зон влияния, однако неизменными являются четыре из них: зона полного обруше-

ния, зона разгрузки, зона опорных давлений, зона прогиба. Следует отметить, что по разным источникам [1–3] их размеры оцениваются в достаточно широких диапазонах и зависят от вынимаемой мощности пласта (m) и глубины разработки (H):

- зона обрушения – 3–6 м;
- зона разгрузки – 25–70 м;
- зона опорного давления – примыкает к зоне разгрузки, ширина опорного давления в плоскости пласта, по данным наблюдений, колеблется обычно в пределах 0,1–0,3 H ;

• зона прогиба – не входит в зону разгрузки, не всегда обозначает деформацию земной поверхности, более 40–125 м.

Основными горно-геологическими и горнотехническими факторами, влияющими на характер сдвижения пород, являются: физико-механические свойства и структура массива горных пород, угол падения; глубина разработки и мощность пласта; размеры выработанного пространства; система разработки; мощность рыхлых отложений; обводненность пород.

Процессы сдвижения горных пород приводят к нарушению гидравлического режима, повышенному газовыделению из вмещающих пород, определяют уровень опорного давления. Таким образом, они не только определяют экологичность угледобычи, но и формируют условия безопасности.

Кардинально изменить ситуацию позволяет технология закладки выработанного пространства.

В этом случае создаются условия для минимизации техногенного воздействия на углепородный массив: уменьшения размеров зон влияния, что непременно влечет за собой уменьшение газовыделения, снижения водопритока и сокращения объемов выдаваемой на поверхность пустой породы.

Как известно, технология закладки выработанного пространства разрабатывалась в советское время, но, к сожалению, в современных условиях пока не находит практического применения.

В настоящее время усиливается значение экологической составляющей горных работ и использование закладочных работ качественно на это влияет. Количественную оценку позволяет дать т.н. коэффициент безотходности, определяемый нижеследующей формулой:

$$K = \frac{1}{3}(K_{\text{тв}} + K_{\text{в}} + K_{\text{г}}) \quad (1)$$

где: $K_{\text{тв}}$ – коэффициент использования породы, извлекаемой при ведении горных работ; $K_{\text{в}}$ – коэффициент использования воды; $K_{\text{г}}$ – коэффициент использования газа.

Данные коэффициенты рассчитываются в долях используемого вещества от его общего количества. «Используемое» – в контексте статьи означает либо экологическую очистку вещества, либо утилизацию, либо дальнейшее применение вещества, либо несколько способов использования одновременно.

На данном этапе работы проведен анализ методик расчета газовыделения. Расчеты выполнены для условий Воркутинского месторождения, которое характеризуется достаточно тяжелыми горно-геологическими условиями. Оценка газовыделения была выполнена по стандартным методикам [4, 5].

Наибольший интерес, в рамках данной работы, представляет газовыделение из подрабатываемых пластов. Это обусловлено тем, что преобладающая часть утилизируемого шахтного метана приходится на газ, извлекаемый средствами текущей дегазации из подрабатываемого массива и эта тенденция в перспективе сохранится. По данным методикам можно оценить зависимость газовыделения от вынимаемой мощности пласта, что соответствует применению закладки выработанного пространства.

Относительное метановыделение из отдельного подрабатываемого пласта определяется по формулам:

- методика [4]

$$Q_{c.n.i} = \frac{m_{ci}}{m} \cdot (X_i - X_o) \cdot K_x \quad (2)$$

- методика [5]

$$Q_{c.ni} = K_v \cdot \frac{m_{ci}}{m} \cdot (X_i X_o) \cdot \left[1 - \left(\frac{M_i}{M_p} \right) \right] \quad (3)$$

где: m_{ci} – суммарная мощность угольных пачек отдельного (i -го) пласта

(спутника), м; m – вынимаемая мощность разрабатываемого пласта, м; X_i – природная метаноносность пласта (спутника), м³/т; X_0 – остаточная метаноносность угля, оставляемого в выработанном пространстве; K_x – коэффициент, учитывающий величину относительного объема метана, выделившегося из пластов (спутников); K_v – коэффициент, учитывающий влияние скорости подвигания очистного забоя на метановыделение из спутника; M_i – расстояние между разрабатываемым пластом и i -ым сближенным пластом-спутником, м; M_p – предельная величина зоны влияния под- или надрабатываемого пласта, м.

Коэффициенты K_x и M_p так же зависят от вынимаемой мощности пласта.

- методика [4]

$$K_x = \exp \left[-0,06 \left(\frac{M_i}{m} \right) - 3 \right] \quad (4)$$

- методика [5]

$$M_p = 4,9 \cdot m \cdot \sqrt{H - H_0} \quad (5)$$

где: M_i – расстояние между разрабатываемым пластом и i -ым сближенным пластом-спутником, м; m – мощность вынимаемого пласта, м; H – глубина ведения работ, середины лавы, м; H_0 – глубина от поверхности до метановой зоны, м.

По результатам пробного расчета для одного подрабатываемого пласта, были получены значения газовыделения при различных значениях вынимаемой пласта.

Исходные параметры для расчета: $K_v = 1$; $m_{\text{сни}} = 2,83$ м; $X_{\text{сни}} = 29$ м³/т; $X_{\text{oi}} = 25$ м³/т; $M_{\text{сни}} = 18$ м; $H = 680$ м; $H_0 = 15$ м

Результаты расчетов по рассматриваемым методикам представлены в таблице.

Зависимость газовыделения подрабатываемого спутника от вынимаемой мощности разрабатываемого пласта

№ п/п	Вынимаемая мощность, м	Газовыделение спутника	
		Методика [5]	Методика [4]
1	2	3	4
1	1,5	6,83	1,0125
2	1,4	7,26	1,030
3	1,3	7,75	1,046
4	1,2	8,31	1,057
5	1,1	8,96	1,063
6	1	9,71	1,060
7	0,9	10,59	1,044
8	0,8	11,63	1,011
9	0,7	12,88	0,953
10	0,6	14,39	0,860
11	0,5	16,19	0,720
12	0,4	18,22	0,524
13	0,3	19,82	0,284
14	0,2	16,29	0,007
15	0,1	-48,06	0,001

Как видно из таблицы, начиная с некоторой мощности (методика [5] – $m = 0,3$; методика [4] – $m = 1,1$) разрабатываемого пласта, газовыделение уменьшается с повышением мощности, а в случае методики [5] – по достижении параметра $m = 0,1$, газовыделение становится отрицательным, что в принципе невозможно.

Из приведенной таблицы можно сделать вывод о том, что используемый в настоящее время подход может быть использован только в достаточно узком диапазоне горно-геологических условий, т.к. не учитывает физику газодинамических процессов.

Дальнейшая более подробная проверка формул показала их несостоя-

тельность, что будет представлено в последующей статье. На данном этапе работы происходит поиск и разработка новой, корректной методики расчета газовыделения.

Основным выводом из проделанной работы стало определение дальнейшей стратегии развития исследования:

- корректная оценка газовыделения и водопритока с учетом изменения НДС углепородного массива;
- проведение сравнительной оценки энергетических затрат на применение технологии закладки выработанного пространства и ее влияния на энергетические затраты по дегазации, вентиляции и водоотливу с учетом очистки шахтной воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черняк И.Л., Ярунин С.А. Управление состоянием массива горных пород. – М.: Недра, 1995. – 395 с.
2. Петухов И.М., Линьков А.М., Фельдман И.А., Кузнецов В.П., Тетеревенков В.В. Защитные пласты. – Л.: Недра, 1972. – 423 с.
3. Викторов С.Д., Иофис М.А., Гончаров С.А. Сдвигание и разрушение горных пород. – М.: Наука, 2005. – 277 с.
4. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – М., 2009.
5. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – Киев, 1994.
6. Бронников Д.М., Цыгалов М.Н. Закладочные работы в шахтах. – М.: Недра, 1989. – 400 с.
7. Плотников А.А. Геофлюидодинамика газа. – М.: ВНИИГАЗ, 2002 – 273 с. **ГИАЗ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Мазина Ирэна Эдуардовна – ведущий инженер, аспирант, e-mail: irehna-mazina@rambler.ru,
Маневич Александр Ильич – студент, e-mail: alm-94@yandex.ru, МГИ НИТУ «МИСиС».

UDC 622.411.33:622.8, 622.504

THE METHODS OF PREDICTION OF COAL MINE METHANE

Mazina I.E.¹, Leading Engineer, Graduate Student, e-mail: irehna-mazina@rambler.ru,
Manevich A.I.¹, Student, e-mail: alm-94@yandex.ru,
¹ Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS»,
119049, Moscow, Russia, e-mail: ud@msmu.ru.

One of the trends of modern society is the development of low-waste and non-waste technology. Among the environmental problems in the mining industry, namely the development of coal deposits stand out technology occupational safety and the environment. A wide field of action provides numerous problems coal mining, such as subsidence of the earth's surface, higher inflow of water and gas in the goaf, which lead both to increased discharge of polluted water and coal mine methane emissions to the atmosphere and to

the reduction of elementary mining safety. We should also note that the development of coal deposits on the surface given millions of cubic meters of rock that are stored in the form of dump of different sizes and shapes, not only occupying the land surface, which would be reserved for the agricultural and forestry needs, but also require the use of remediation technologies. Rock mass of dumps contains combustible substances, which leads to self-ignition and therefore released of noxious gases. Just dumps lead to waterlogging areas. All the above problems are determined by the field development systems. Stowing technology to efficiently manage the stress-strain state, and make the process of coal mining safer. Quantitative evaluation of ecological process allows us to give the coefficient of wastefulness. In order to establish more accurately the positive effect of technology stowing, the authors have produced a number of calculation methods methane emission forecast. The authors have found an error, which is even with the empirical guidelines for designing ventilation of coal mines can not take place in the methodological literature at this level.

Key words: coal mine methane, methane emission rate, prediction of methane, occupational safety, emission, stress-strain state, the control roof, the mined-out space, coefficient of wastefulness.

REFERENCES

1. Chernyak I.L., Yarunin S.A. *Upravlenie sostoyaniem massiva gorn'nykh porod* (Manage state of the rock mass), Moscow, Nedra, 1995, 395 p.
2. Petukhov I.M., Lin'kov A.M., Fel'dman I.A., Kuznetsov V.P., Teterevenkov V.V. *Zashchitnye plasty* (Protective layers), Leningrad, Nedra, 1972, 423 p.
3. Viktorov S.D., Iofis M.A., Goncharov S.A. *Sdvizhenie i razrushenie gorn'nykh porod* (Displacement and destruction of rocks), Moscow, Nauka, 2005, 277 p.
4. *Rukovodstvo po proektirovaniyu ventilyatsii ugol'nykh shakht* (Guide to design ventilation of coal mines), Moscow, 2009.
5. *Rukovodstvo po proektirovaniyu ventilyatsii ugol'nykh shakht* (Guide to design ventilation of coal mines), Kiev, 1994.
6. Bronnikov D.M., Tsygalov M.N. *Zakladochnye raboty v shakhtakh* (Stowing operations at mines), Moscow, Nedra, 1989, 400 p.
7. Plotnikov A.A. *Geoflyuidodinamika gaza* (Geofluidynamics), Moscow, VNIIGAZ, 2002, 273 p.



НА ТВОРЧЕСКОМ ВЕЧЕРЕ «ОБУШКА»



Свои стихи читает Валерия Исмиева – новое имя в «Обушке»