

Раздел 3. Прогноз и управление состоянием горного массива

УДК 622.831.322

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАМЕТРОВ РАЗГРУЗОЧНЫХ
СКВАЖИН В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЯХ В УСЛОВИЯХ
БОЛЬШИХ ГЛУБИН**

Стариков Г.П., Мельников Д.В., Завражин В.В., Чистоклетов В.Н.
(ИФГП НАНУ)

Була приведена оцінка довжини і кількості розвантажувальних свердловин для умов великих глибин. Апробація даних параметрів була проведена в умовах пласта l₁ шахти ім. О.Ф. Засядько.

**ESTIMATION OF EFFICIENCY OF PARAMETERS OF RELIEF HOLES
IN DEVELOPMENT FACES IN THE CONDITIONS OF BIG DEPTHS**

Starikov G.P., Melnikov D.V., Zavrazhyn V.V., Chistokletov V.N.

Estimation of length and amount of relief holes for the conditions of big depths is resulted. Approbation of the given parameters in the conditions of coal seam l₁ of mine the name of A.F. Zasyadko is conducted.

Интенсификация темпов проведения подготовительных выработок по выбросоопасным пластам невозможно без применения эффективных способов предотвращения выбросов угля и газа. Существующий арсенал способов борьбы с выбросами угля и газа требует их совершенствования, так как горно-геологические условия проведения выработок постоянно усложняются. В этом плане способ, основанный на бурении разгрузочных скважин большого диаметра, является наиболее универсальным [1]. Однако, начиная с глубин 600–700 м, процесс бурения стал инициатором значительного количества выбросов, что ограничило его применение [1, 3]. Дальнейшее использование разгрузочных скважин возможно при уточнении их параметров, исключающих образование в окрестности скважины пластической зоны, обуславливающей формирование выбросоопасных зон.

Результаты ранних исследований [2] позволили определить диаметр разгрузочных скважин в угольном массиве. Но поскольку методология определения диаметра разгрузочных скважин принципиально отличается от нормативной [4], то возникла необходимость в обосновании параметров способа (длина скважин, их количество, время газовыделения) по кинетике десорбции метана из части угольного пласта, расположенного между разгрузочными скважинами. При этом определяющим фактором, при прочих равных условиях, становится газопроницаемость угольного массива.

Экспериментальные исследования по определению газопроницаемости угля проводились на установке трехосного нагружения по программе [5, 6], моделирующей напряженно-деформированное состояние призабойной зоны пласта в условиях подготовительных забоев, проводимых на глубинах до 2000 м. Цикл исследований включал нагружение образцов до заданного уров-

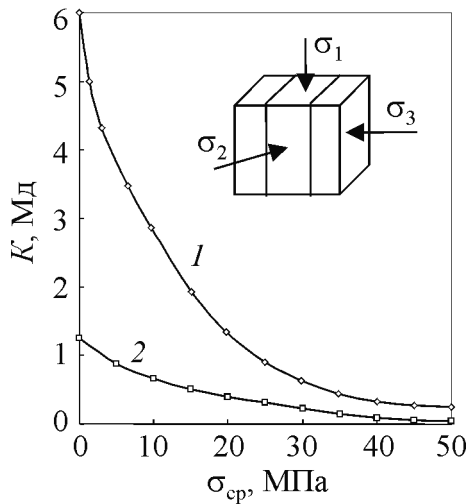


Рис. 1. Зависимость $K = f(\sigma_{ср})$, характеризующая газопроницаемость угля при изменении его напряженного состояния: 1 – газопроницаемость по системе трещин; 2 – газопроницаемость перпендикулярно трещиноватости

Учитывая, что движение газа происходит в трещиновато-пористом коллекторе и в предположении установившейся плоскорадиальной фильтрации [8] время, за которое произойдет снижение газоносности части угольного массива, описывается формулой:

$$t = \frac{mhL\mu\beta l_{\Pi} \frac{R_{\kappa}}{r_c}}{K_{\phi} \left\{ 1 - \left[1 - \beta \left(\frac{Q_{\Pi}}{b(a_c - Q_{\Pi})} - \frac{Q_3}{b(a_c - Q_{\Pi})} \right) \right]^2 \right\}} \quad (1)$$

где m – объем пор в угле; h – расстояние между скважинами; L – длина скважин; μ – динамическая вязкость метана; β – комплексный параметр трещиноватости угля; R_{κ} – радиус притока метана к разгрузочным скважинам; r_c – радиус разгрузочной скважины; K_{ϕ} – коэффициент проницаемости угля в условиях объемного нагружения; Q_{Π} – природная метаноносность угля; b – параметр сорбции; a_c – предельная сорбционная способность угля; Q_3 – сорбционная метаноємкость, исключая проявление выбросов угля и газа.

Определение комплексного параметра трещиноватости производим по формуле [8]:

$$\beta = \frac{(1 - 2\nu)}{E} - \frac{l}{\delta_o} \quad (2)$$

где l – среднее расстояние между трещинами; δ_o – раскрытие трещин.

Поскольку изменение проницаемости угольного массива определяется пластовым давлением, величина которого выше, чем давление в лаборатор-

ня с фиксированием через каждые 3 МПа расхода газа, пропускаемого через образец в двух взаимоперпендикулярных направлениях по линии действия σ_1 и σ_3 . Далее производился расчет газопроницаемости (K) угольных образцов [7], результаты которого приведены на рис. 1 в виде зависимости $K = f(\sigma_{ср})$.

Анализ установленных закономерностей свидетельствует, что газопроницаемость углей в условиях объемного нагружения составляет десятые доли миллидарси и существенно зависит от ориентации систем трещин к направлению действия главных напряжений. Поэтому процесс десорбции метана из угольного массива в разгрузочные скважины будет эффективнее, в случае если системы трещин и траектория скважин находятся во взаимноперпендикулярных плоскостях.

ном эксперименте, то фактическая газопроницаемость уточняется по формуле:

$$K_{\phi} = \frac{K_{\text{л}}}{\left[1 - \beta(Q_{\text{п}}/b(a_c - Q_{\text{п}}) - Q_3/b(a_c - Q_{\text{п}}))\right]^3} \quad (3)$$

где $K_{\text{л}}$ – газопроницаемость угля по результатам лабораторных исследований.

Для построения зависимости времени выхода метана из угольного пласта от длины скважин и их количества для условий подготовительных выработок, проводимых по пласту l_1 шахты им. А.Ф. Засядько воспользуемся расчетной схемой и формулой 1. Исходные данные для оценки кинетики десорбции метана приведены на рис. 2 и 3 и в таблице 1.

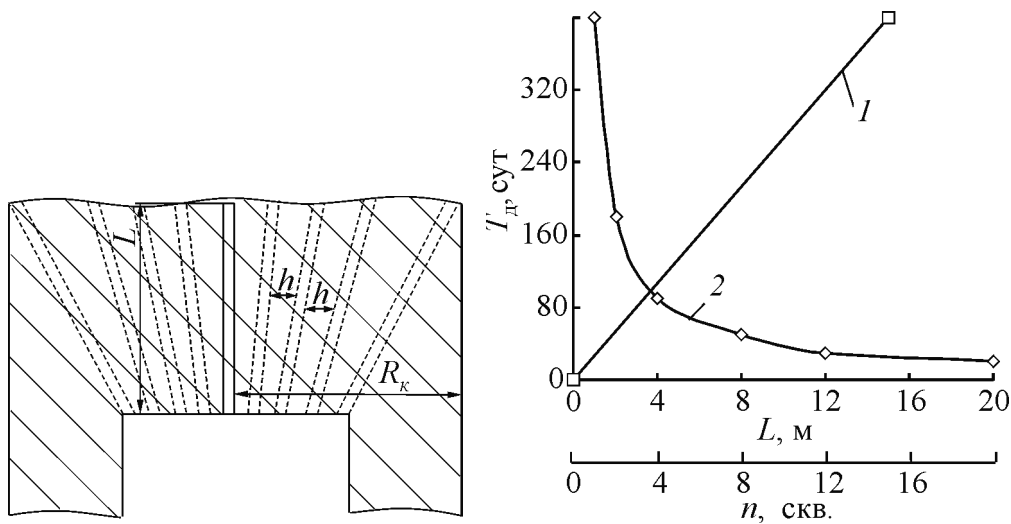


Рис. 2. Схема расположения разгрузочных скважин в угольном пласте подготовительной выработки

Рис. 3. Зависимости, характеризующие степень влияния глубины скважин (1) и их количества (2) на время десорбции метана из угольного массива

Таблица 1.

Данные для оценки кинетики десорбции метана

m	$h, \text{ м}$	$L, \text{ м}$	$\mu, 10^8$ м·МПа·сек	$\beta, 10^4$ м/МПа	$R_k,$ м	$r_c, \text{ м}$	$K_{\phi},$ 10^{14} м^2	$b,$ 1/МПа	$Q_{\text{п}},$ м ³ /т	$Q_3,$ м ³ /т	$a_c,$ м ³ /т
0,1	–	–	1,5	3,3	7	0,045	2,2	0,1	23,0	6,0	32,0

Результаты расчетов представлены на рис. 3 в виде зависимостей $T_{\text{д}} = f(L)$ и $T_{\text{д}} = f(n)$, показывающих, что для предотвращения выбросов угля и газа по газовому фактору необходимо бурить скважины глубиной не менее 15 м в количестве 8–12 штук. В этом случае в угольном массиве, с учетом технологии его проведения, природная газоносность будет снижена до 6 м³/т в течении 3–4 дней.

Для оценки эффективности параметров разгрузочных скважин был проведен цикл экспериментальных исследований при проведении 13 конвейерного штрека по пласту l_1 – гор. 1170 м в условиях шахты им. А.Ф. Засядько.

Горно-геологическая характеристика пласта l_1 .

Пласт l_1 сложного строения, марки «К». Геологическая мощность изменяется в пределах 1,7-1,98 м; объемный вес – 1,33 т/м³; сернистость – 2,3-5,0%; зольность – 15-16%; влажность – 1-2%; выход летучих – 31-33%. Природная газоносность пласта 23-25 м³/т.с.б.м.

Пласт опасен по газу, пыли, суффлярным выделениям метана, внезапным выбросам угля и газа, склонен к самовозгоранию. Залегание пласта пологое, моноклиналиное, угол падения 10–11°. Крупных тектонических нарушений не прогнозируется. Повсеместно для пласта характерна нарушенная структура угля (до брекчиевидной и линзовидной). Расстояние между трещинами не превышают 0,1–1,0 мм. В пласте имеется до 5 систем трещин, ориентированных под различным углом к линии действия вертикальной составляющей горного давления.

В соответствии с [2] и результатами данной работы расчетный диаметр разгрузочных скважин составит 82,5 мм (принимаем $\varnothing = 80$ мм), а оптимальная длина скважин $L = 30$ м. Параметры технологической схемы разгрузочных скважин, используемых при проведении горно-экспериментальных работ, приведены на рис. 4 и таблице 2.

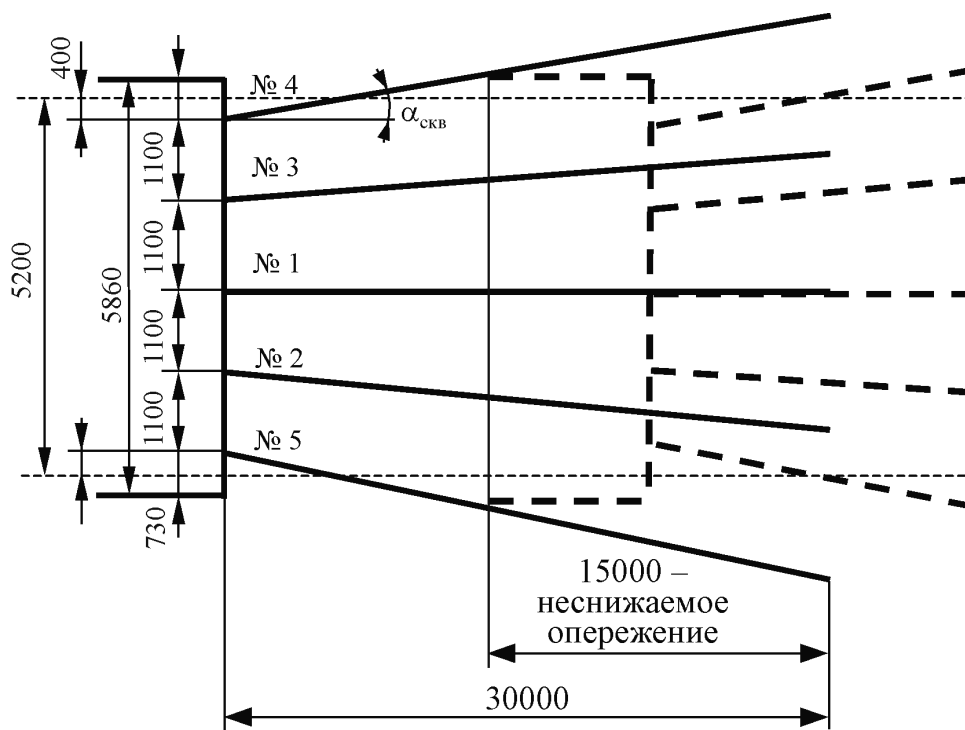


Рис. 4. Технологическая схема расположения разгрузочных скважин в 13 западном откаточном штреке по пласту l_1

Таблица 2.

Параметры разгрузочных скважин

№ скважины	$L_{\text{СКВ}}$, м	$h_{\text{СКВ}}$, м	Угол разворота, град.	Диаметр, мм
1	30	1,1	0	80
2	30	1,1	3	80
3	30	1,1	3	80
4	30	1,1	5	80
5	30	1,1	5	80

Учитывая, что степень снижения напряженного состояния при 10 разгрузочных скважинах незначительная, а увеличение их количества требует значительного времени на бурение, то основной упор был сделан на степень дегазации угольного массива. Для этого было предусмотрено бурение 5 разгрузочных скважин глубиной 30 м. Первая половина скважин этой серии отработывалась в течении 5 дней с применением прогноза выбороопасности. После этого между неотработанными скважинами данного цикла бурилась серия из 5 новых скважин на глубину 30 м. Таким образом, проведение выработки по угольному пласту проводилось с использованием 10 разгрузочных скважин со временем дегазации 5 и 10 суток.

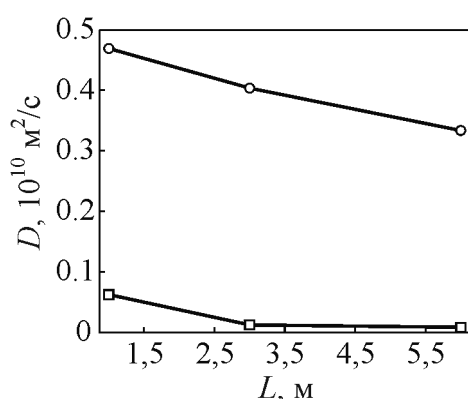


Рис. 5. Изменение параметра D в зоне обработанной и необработанной разгрузочными скважинами: \circ — после бурения длинных скважин, \square — без обработки

Эффективность усовершенствованной технологии, основанной на бурении разгрузочных скважин, оценивалась по параметрам диффузии, подробно описанной в [9]. Результаты исследований кинетики десорбции метана в зоне необработанной и обработанной разгрузочными скважинами приведены на рис. 5 в виде зависимости $D = f(L)$, где D — параметр диффузии, а L — глубина разведочных скважин.

Из анализа полученных результатов установлено, что на участке, обработанном длинными скважинами, параметр диффузии больше в 8–10 раз, чем на необработанном участке, на всем протяжении контрольной скважины.

Подтверждением эффективности усовершенствованной технологии и контроля является отсутствие выбросов угля и газа на протяжении 1120 м подвигания подготовительного забоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобров И.В. Способы безопасного проведения подготовительных выработок на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа. — М.: Госгортехиздат, 1961. — 264 с.

Прогноз и управление состоянием горного массива

2. Стариков Г.П., Мельников Д.В., Волошина Н.И., Чистоклетов В.Н. Физико–механическое обоснование параметров разгрузочных скважин // Физико–технические проблемы горного производства. – ИФГП НАНУ. – Донецк: 2005. – № 8 – С. 129–133.
3. Бобров И.В. Проведение подготовительных выработок на пластах, опасных по выбросам угля и газа. – Макеевка, МакНИИ, 1959. – 200 с.
4. Правила ведення гірничих робіт на пластах схильних до газодинамічних явищ. – СОУ 10.1.00174088.011–2005. – Київ, МВП України, 2005. – 225 с.
5. Алексеев А.Д., Осыка Е.И., Тодосейчук А.Д. Установка для испытания призматических образцов на трехосное сжатие. Авт. свид. 394692. "Бюлетень изобретений", № 34, 1973.
6. Алексеев А.Д., Недодав Н.В. Предельное состояние горных пород. – Киев: Наук. Думка, 1982. – 200 с.
7. Наказная Л.Г. Фильтрация жидкости и газов в трещиноватых фильтрах. – М.: Недра, 1973. – 184 с.
8. Евдокимова В.А., Кочина И.Н. Сборник задач по подземной гидравлике. М.: Недра, 1979. – 168 с.
9. Смоланов И.Н., Стариков Г.П., Василенко Т.А, Завражин В.В., Мельников Д.В. Способ определения коэффициента диффузии метана в ископаемом угле // Физико–технические проблемы горного производства. – ИФГП НАНУ. – Донецк: 2003. – № 6. – С. 151–156.