

УДК 622.24:539.194

Г. П. Стариков¹, О. Г. Худолей¹, Я. В. Шажко¹, В. Д. Иващенко², Ш. В. Мамлеев³

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ПОДВИГАНИЯ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ

¹ 80112, Донецк, ул. Розы Люксембург, 72. Институт физики горных процессов.

² 80001, Донецк, ул. Артема, 58. Донецкий национальный технический университет.

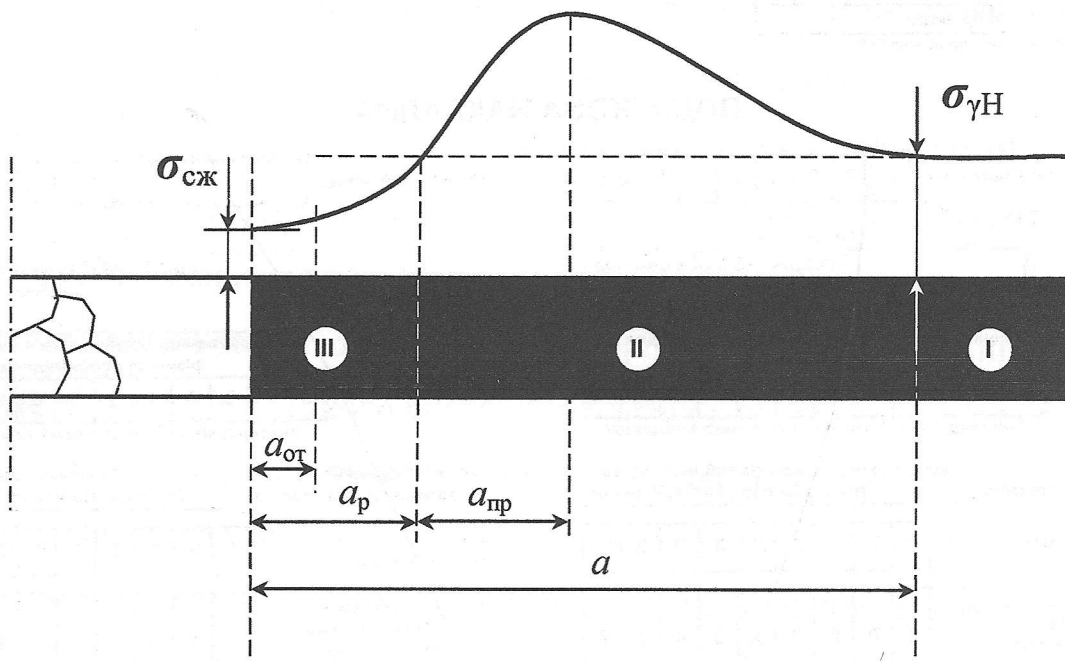
³ Шахтерск, ОП «Шахта Шахтерская-Глубокая» ГП «Шахтерскантрацит»

В работе показано, что время истечения метана из угольного массива и разрушенного угля функционально определяется уровнем фильтрационной составляющей массопереноса метана в угле и скоростью подвигания очистного забоя.

Ключевые слова: массоперенос метана, эффективная диффузия, газоотдача угля, скорость подвигания очистного забоя, интенсивность газовыделения.

Постановка задачи о влиянии скорости подвигания очистного забоя по простиранию пласта на интенсивность газовыделения из угольного массива связана с необходимостью учета уровня давления метана в призабойной зоне, обусловленной эпюрой горного давления, определяющей, при прочих равных условиях, кинетику массопереноса метана в трещиновато-пористой структуре угля.

На основании многочисленных теоретических исследований и экспериментальных данных [1, 2] в призабойной части пласта можно выделить три характерных участка различного объемного нагружения и геомеханического состояния (рис. 1).



- $a_{от}$ – зона отжима;
- a_p – зона разгрузки;
- $a_{пр}$ – зона предельного состояния;
- a – зона опорного давления.

Рис. 1. Распределение напряжений в краевой части пласта:

Первый участок объемного нагружения угольного пласта в глубине массива вне зоны влияния выработки характеризуется тем, что три главных напряжения связаны соотношениями $\sigma_1 = p_1 < 0$, $\sigma_2 = \sigma_3 = \lambda p_1$, где p_1 — величина максимального сжимающего напряжения на пласт в зоне «нетронутого» массива; λ — коэффициент бокового распора. При этом используется гипотеза о геостатическом напряженном состоянии, реализующемся в зоне «нетронутого» массива. В соответствии с полученными соотношениями между главными напряжениями параметр Надаи-Лоде равен -1, что свидетельствует о виде объемного напряженного состояния обобщенного сжатия для этой зоны нагружения.

Второй участок объемного нагружения угольного пласта в глубине массива, где осуществляется начало частичного разрушения и сжимающие напряжения σ_1 , σ_2 и σ_3 достигают своих наибольших

значений, характеризуется тем, что максимальное сжимающее напряжение σ_1 достигает значения $K_k p_1$, где K_k – концентратор напряжения; минимальное сжимающее напряжение изменяется в пределах от $\lambda p_{3л}$ до p_3 , а промежуточное главное напряжение σ_2 достигает полусуммы σ_1 и σ_3 . Величина μ_σ значительно отличается от единицы и приближается к нулю. Это свидетельствует о том, что на втором участке нагружения угольного пласта вид напряженного состояния близок к обобщенному сдвигу.

Третьим участком объемного нагружения угольного пласта является часть забоя, где минимальное сжимающее напряжение стремится к нулю, а соотношение между двумя другими главными напряжениями зависит от условий разрушения угольного пласта на участке между второй и третьей зонами нагружения. Для угольных пластов максимальное сжимающее напряжение σ_1 на кромке забоя в отдельных случаях может снижаться до уровня промежуточного главного напряжения σ_2 , что свидетельствует о реализации обобщенного растяжения.

Необходимо отметить, что разрушение и разупрочнение краевой части угольного пласта происходит при разгрузке, вследствие выемки очередной полосы угля в лаве.

По своей структуре третий участок включает зону отжима, глубина которой для углей средней стадии метаморфизма, как правило, не превышает 1,0-1,5 м, а давление метана в среднем снижается до $P \approx P_{nl}$, где P_{nl} – давление метана в нетронутом массиве [3].

В остальной части третьего участка (переходная часть эпоры на границе с зоной отжима) из-за снижения проницаемости угольного массива вследствие роста горного давления (P_m) сохраняет высокую метаноемкость угля. Из работы [4] следует, что давление газа в этой части эпоры может составить:

$$P - P_{nl} = \frac{3P_{mг}}{4G} (P_m - P_{nl}), \quad (1)$$

где G – модуль сдвига угля.

Оценка величины P для глубин залегания пологих угольных пластов $H = 800-1300$ м свидетельствует, что его значение может на 15-55 % превышать пластовое давление. В свою очередь согласно работе [5] это приведет к возрастанию фильтрационной составляющей массопереноса метана в угле, имеющую вид:

$$D_f = \frac{K \cdot e^{\left(\frac{P_m}{\sigma_c}\right)} P_{пл}}{\mu}, \quad (2)$$

где K – коэффициент проницаемости угля, μ – динамическая вязкость метана, σ_c – прочность угля на одноосное сжатие.

Таким образом, вход в зону с повышенной газонасыщенностью пласта интенсифицирует процесс массопереноса метана как с поверхности обнажаемого массива (I_s), так и из разрушенного угля (I_c). Вследствие этого, согласно расчетным формулам приведенным в работе [3], предельная концентрация метана может превысить допустимую с минимальным временем образования.

Для исключения такой ситуации необходимо, для каждого конкретного забоя, установить оптимальный темп работы добычного оборудования (t_m). При этом для определения коэффициента фильтрации метана в угле и его пористости (γ) проводят измерения в очистном забое прибором ДС-03 [6].

Исходя из геомеханического состояния краевой части пласта (рис. 1) граница зоны, определяющая зону отжима (Z) от локальной области

газонасыщенного угольного массива движется по простиранию пласта по

$$\text{закону } Z = \sqrt{\frac{D_f t_m}{\pi \gamma}}.$$

В тоже время очистной забой движется по линейному закону $y = U_m t_m$, где U_m – скорость подвигания очистного забоя по простиранию.

Условие, при котором зона отжима пересечет границу с повышенными параметрами массопереноса метана в угле, определяется из неравенства $Z = y$. В этом случае:

$$t_m = \frac{D_f}{\pi \gamma U_m^2}. \quad (3)$$

При $t < t_m$ добыча угля практически не влияет на скорость газовыделения из пласта (но, конечно, увеличивает газовыделение из отбитого угля); если же $t > t_m$, то газовый поток с единицы площади обнаженной поверхности стабилизируется на высоком уровне:

$$j_m = \rho_0 \gamma U_m. \quad (4)$$

Таким образом, на временах, бóльших t_m , добыча угля значительно увеличивает газоотдачу из пласта. В связи с этим время t_m можно назвать максимальным временем безопасной непрерывной добычи угля.

Из (3) видно, что при большом коэффициенте фильтрации, т.е. для высоконарушенных углей, время t_m становится большим, порядка суток, поэтому добыча угля даже с большой скоростью подвигания забоя (10 м/сутки и более) реально не скажется на газоотдаче из пласта.

Выводы.

1. Разработаны научные основы оценки времени газоотдачи из разрушенного угольного массива, учитывающей закономерности изменения

филтрационной составляющей процесса массопереноса метана в поровой структуре угля и скорость подвигания линии очистного забоя.

2. Применение разработанного методического подхода, позволит сформировать новые правила определения допустимой нагрузки по газовому фактору и создать новую технологию отработки высокогазоносных угольных пластов с исключением возможности загазирования выработок.

1 *Петухов И.М.* Расчетные методы в механике горных ударов и выбросов. Справочное пособие / И.М. Петухов, А.М. Линьков, В.С. Сидоров и др. – М.: Недра, 1992. – 256 с.

2. *Докукин А.В.* Моделирование предельно-напряженного состояния угольных пластов / А.В. Докукин, С.Е. Чирков, Норель Б.К. – М.: Наука, 1981. – 148 с.

3. *Кузнецов С.В.* Движение газа в призабойной зоне угольного пласта при внезапных отжимах / С.В. Кузнецов, В.А. Трофимов // ФТРПИ. – 1990. – № 6. – С. 75-81.

4. *Фельдман Э.П.* Перераспределение метана в призабойной зоне угольного пласта / Э.П. Фельдман, Г.П. Стариков, Н.А. Калугина, Е.А. Навка // Наукові праці УкрНДМІ НАН України, г. Донецьк, 2013. – № XIII. – С. 85-99.

5. *Стариков Г.П.* Геофилтрационная оценка параметров зоны разгрузки призабойной части угольных пластов / Г.П. Стариков, В.В. Завражин, О.Г. Худолей, Д.В. Мельников, Хуанган Нурбол // Физико-технические проблемы горного производства. – Донецьк, 2013. – Вып. 16. – ИФГП НАН Украины. – С. 152-162.

6. *Пилюгин В.И.* Совершенствование нормативной базы в области проектирования проветривания и дегазации очистных забоев / В.И. Пилюгин,
Г. П. Стариков, О. Г. Худолей, Я. В. Шажко, В. Д. Иващенко, Ш. В. Мамлеев

ОЦІНКА ВПЛИВУ ШВИДКОСТІ ПОДВИГАННЯ ОЧИСНОГО ВИБОЮ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ГАЗОВИДІЛЕННЯ

У роботі показано, що час витікання метану з вугільного масиву і зруйнованого вугілля функціонально визначається рівнем фільтраційної складової масопереносу метану у вугіллі і швидкістю подвигання очистного вибою.

Ключові слова: масоперенос метану, ефективна дифузія, газовіддачі вугілля, швидкість подвигання очисного вибою, інтенсивність газовиділення

G. P. Starikov, O. G. Hudolei, Ya. V. Shagko, V. D. Ivashenko, Sh. V. Mamleev.

EVALUATION OF THE EFFECT OF SPEED PODVIGINA STOPE ON THE INTENSITY OF GASSING

It is shown that the expiry time of methane from coal array and destroyed coal functionally determined by the level of filtration component mass transfer of methane in coal and speed podvigina stope.

Key words: mass transfer of methane, effective diffusion, wasootch coal, speed podvigina stope, the intensity of the gas.
