

УДК 622.121.54

М.В.Шинкевич, Е.Н.Козырева

ВЗАИМОСВЯЗИ ОСНОВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССОВ РАЗГРУЗКИ И СДВИЖЕНИЯ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД С ДИНАМИКОЙ ВЫДЕЛЕНИЯ МЕТАНА ИЗ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ПЛАСТА ПРИ ЕГО ОТРАБОТКЕ ДЛИННЫМИ ВЫЕМОЧНЫМИ СТОЛБАМИ

Ранее в результате исследований особенностей метанообильности высокопроизводительных выемочных участков, отрабатывающих пологие пласты с полным обрушением кровли, был установлен волнообразный характер ее изменения (рис. 1) по длине выемочного столба с периодами до сотен метров (*газокинетический паттерн массива газоносных горных пород*) [1].

Влияние изменчивости свойств массива пород исключалось путем оценки доли реализации их газового потенциала по мере продвижения забоя.

Поскольку волнообразность изменения этой доли проявляется после приведения режима продвижения забоя к постоянной скорости 1 м/сут, а ее период в десятки раз превышает шаги обрушений кровли, то подобная динамика может быть следствием только глубинных процессов

в зоне техногенных изменений свойств и состояний массива.

Установлено, что величина периодов связана с процессами сдвига подрабатываемого массива горных пород, а знание параметров динамики метанообильности может существенно уточнить методы прогноза газовых режимов на выемочном участке, включая ситуации, предшествующие внезапным выбросам в выработанное пространство с практически неуправляемым последующим движением потоков метана по вентиляционной сети шахты.

С привлечением горнотехнологических данных по 18 выемочным участкам 5 месторождений Кузбасса, определено, что амплитуда полуволн (1) расположена на вертикали к пласту в точке пересечения угла полных сдвижений пород с верхней границей угленосной

свиты

$$A = -0,31 \cdot h/H_p + 0,47 \quad (1)$$

Эта особенность влияет и на период полуволн (2) динамической составляющей

$$L_0 \leq 2h_j \operatorname{ctg} \psi \leq L_c \quad (2)$$

где L_0 - длина первого шага обрушения основной кровли, м; h_j - высота рассматриваемого свода сдвижений, м; ψ - угол полных сдвижений, градус; L_c - шаг полных сдвижений, м; A - амплитуда динамической составляющей, д.ед.; h - разность глубин залегания разрабатываемого и верхнего пластов в свите, м; H_p - глубина залегания разрабатываемого пласта, м.

На этой эмпирической основе разработан и апробирован метод прогноза динамики метанообильности выемочного участка.

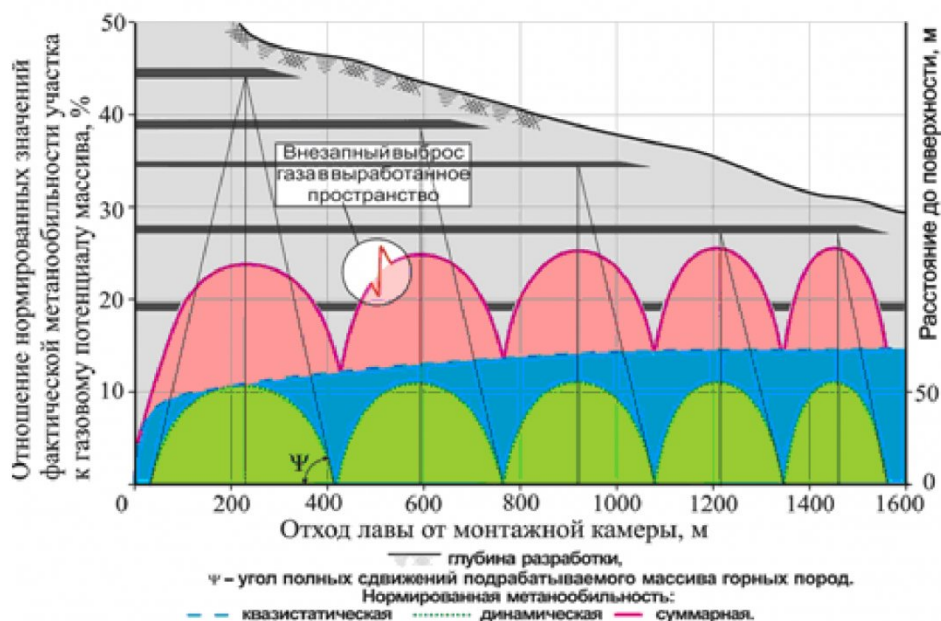


Рис.1. Динамика метанообильности выемочного участка при отработке пласта с полным обрушением кровли (*газокинетический паттерн*)

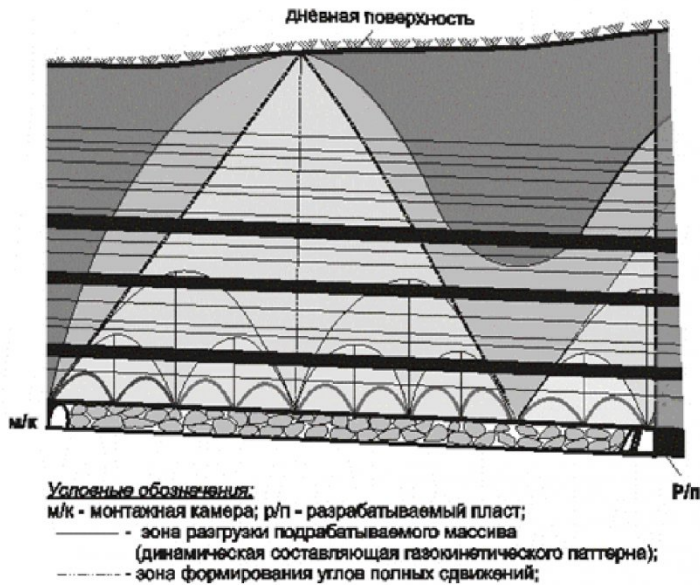


Рис. 2. Схема разгрузки и сдвижений подрабатываемого массива горных пород

Период подвигания очистного забоя, в котором приток метана в выработанное пространство снижается относительно прогнозируемой величины, например, в случаях роста несущей способности основной кровли, свидетельствует о задержке реализации газового потенциала вмещающего массива горных пород.

В последующем неизбежна его динамическая разрядка - внезапный выброс газа в выработанное пространство действующего выемочного участка при очередном обрушении кровли или разрушении почвы пласта (аварии на шахтах «Тайжина» и «Антоновская», Кузбасс).

Симметричность полуволн динамической составляющей газокинетического паттерна указывает на неизменность свойств массива за пределами формирующегося свода сдвижений (рис. 2). Процесс сдвижений можно условно разделить на ряд гармоник, параметры которых соответствуют их суперпозиции и кратны двум. Длина минимальной полуволны равна устойчивому пролету основной кровли.

В соответствии с этими представлениями разработан метод расчета динамики геомеханических и газокинетических

характеристик прилегающей к

очистному забою части массива в процессе обработки выемочного столба с полным обрушением кровли. Метод позволяет рассчитывать основные параметры геомеханических процессов (рис. 3) в приконтурной части массива, определяющие кинетику поступления метана из разрабатываемого пласта в очистной забой.

Установленные особенности предусматривают свойство ТУГР формировать в процессе распада объем газа, превышающий способность угля, как сорбента, к его поглощению даже при максимально возможном давлении свободной фазы, равном гидростатическому. С учетом этого качества установлены изменения

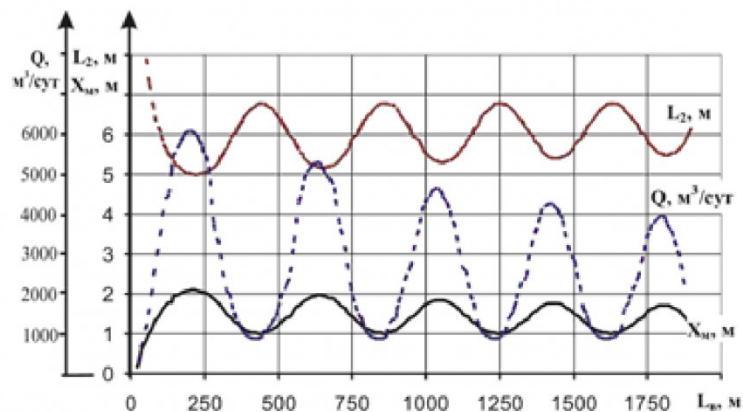


Рис. 3. Результаты расчетов вторичных шагов обрушения L_2 основной кровли, расстояния от плоскости забоя до максимума напряжений X_m и поступления в призабойный объем метана Q в процессе обработки выемочного столба протяженностью $L_в$ при скорости подвигания забоя 1

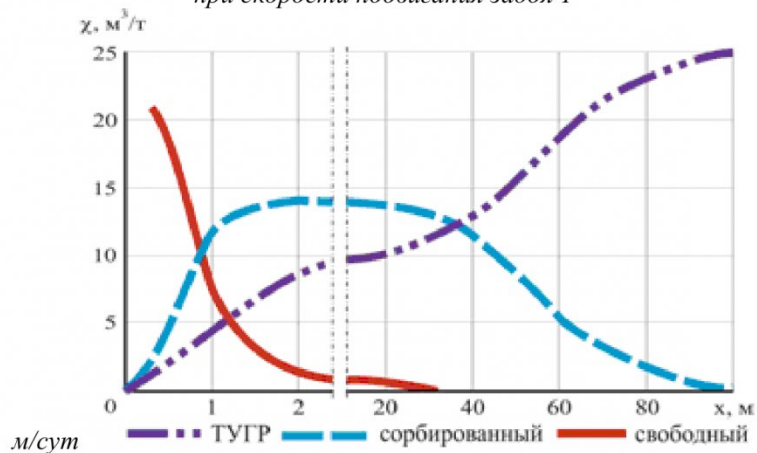


Рис. 4. Изменение фазовых состояний метана в пласте при его метаносности $25 \text{ м}^3/\text{т}$ в горнотехнологических условиях, формирующих расстояние до максимума нормальных напряжений 2 м

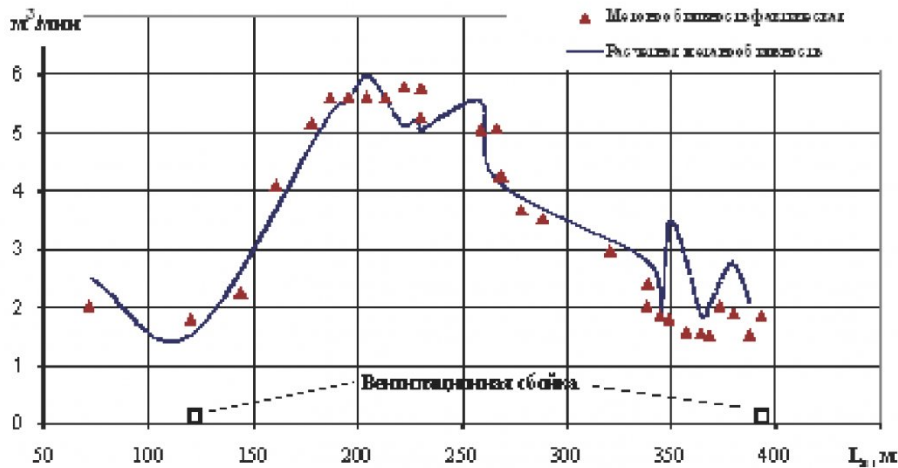


Рис. 5. Метановыделение из угля ($\text{м}^3/\text{мин}$) при его транспортировании по конвейерному штреку между сопряжениями с лавой и вентиляционной сбойкой

структуры фазовых состояний метана в углеметановых пластах в зонах их техногенной разгрузки от горного давления (рис. 4).

Полученный результат стал основой для расчетов динамики метановыделения из разрабатываемого пласта и отбитого угля, являющейся наиболее значимым параметром газокинетического паттерна массива газоносных горных пород.

Он позволил объяснить известные в горной практике эффекты повышения производительности дегазационных пластовых скважин при приближении к ним очистного забоя, а также условия перетока метана из расположенной за зоной повышенных напряжений и, соответственно, пониженной проницаемости, части пласта в выработанное пространство через вмещающие породы.

С привлечением положений научного открытия российскими учеными твердых углегазо-

вых растворов (ТУГР) [2], экспериментально установлена связь кинетики распада углеметанового геоматериала от его исходного газосодержания, позволяющая рассчитывать динамику метановыделения с отбитого и транспортируемого угля (рис. 5)

$$q = 0,15\chi + 134 \frac{0,8\chi - 1,1X_1}{C_0 - C_k} \times C_3 \left[1 - (1 + T)^{C_3 - 1} \right] \quad (3)$$

где q – метановыделение из добываемого угля, $\text{м}^3/\text{т}$; χ – природная метаноносность угля, $\text{м}^3/\text{т}$; X_1 – сорбционная метаноемкость угля при абсолютном давлении 0,1 МПа, $\text{м}^3/\text{т}$; C_0 и C_k – коэффициенты ТУГР, вычисляемые по C_i при t_i , равно соответственно 0 и 180 мин; T – время с момента отбойки угля, мин; C_3 – константа ТУГРа.

Таким образом, в результате исследований горнотехнологических условий и режимов отработки угольных пластов с полным обрушением кровли установлены эмпирические зависимости динамики метанобилиности основных источников от свойств и условий залегания угольных пластов в пределах зоны техногенных изменений состояний массива горных пород.

Интеграция методов механики горных пород и рудничной газодинамики позволила объяснить и уточнить периодические изменения, при отработке длинного выемочного столба, вторичных шагов обрушения основной кровли, давления на крепь, фазовых состояний метана и газокинетических процессов в углеметановом пласте.

Работа выполнена в рамках междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 89.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Газокинетический паттерн разрабатываемого массива горных пород / Полевщиков Г.Я., Козырева Е.Н. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2002. №11. С. 117-120.
2. Распад твердых углегазовых растворов / Алексеев А.Д., Айруни А.Т., Зверев И.В. и др. // Физико-технические горные проблемы. 1994, -№3, -с. 65-75.

□ Авторы статьи:

Козырева
Елена Николаевна
- канд.техн.наук, старший
научный сотрудник Института угля
и углехимии СО РАН

Шинкевич
Максим Валериевич
- ведущий программист Института
угля и углехимии СО РАН