

Канд. техн. наук С.А. Курносов, н.с. И.Н. Слащёв
(ИГТМ НАН Украины),
канд. техн. наук И.А. Ефремов,
канд. техн. наук Б.В. Бокий
(АП "Шахта им. А.Ф. Засядько"),
инж. Яценко И.А.
(Минуглепром Украины, г. Киев)

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ИЗУЧЕНИЮ ПРОЦЕССОВ СДВИЖЕНИЯ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА ДЛЯ ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКИ НАПРАВЛЕНИЯ МИГРАЦИИ МЕТАНА

Розглянуто особливості застосування експериментально – аналітичного методу визначення геомеханічних параметрів породного масиву для визначення напрямків руху метану і підвищення ефективності дегазації.

SINGULARITIES OF THE METHODOICAL APPROACH TO ANALYSIS OF PROCESSES OF A ROCK MASS DISPLACEMENTS FOR THE PROGNOSIS AND ESTIMATION OF DIRECTIONS A MIGRATIONS OF METHANE

The problems of singularities of applying experimentally - analytical method of definition of geomechanical arguments of a rock mass for an estimation of directions a migrations of methane and raise of performance of methane drainage boreholes are reviewed.

Решение вопросов оценки направлений газовых потоков вокруг очистных и подготовительных выработок позволяет определять рациональные параметры ведения дегазационных работ. Процесс газовыделения непосредственно связан с изменением напряжений и деформированием углепородного массива и является первопричиной движения газовых потоков в горные выработки. Поэтому необходимо рассматривать совокупность трансформаций отдельных участков массива под действием технологических процессов.

Как показывает опыт, периоды дегазации различаются в пространстве и во времени. Очистные работы создают зону пониженных напряжений непосредственно над отработанным пластом, которая постепенно увеличивается с течением времени. На практике газовыделение в значительной степени зависит от геометрии обнажённых поверхностей и интенсивности сдвижений массива. Открытые для газовыделения поверхности существуют в течение некоторого времени, которому соответствуют определённые стадии деформационного процесса. Следовательно, важно иметь оперативную информацию по движению метана именно в период проведения дегазационных работ, не рассматривая конечные сдвижения массива, которые происходят в течение нескольких лет.

Одним из основных этапов в этом направлении следует считать разработку экспериментально-аналитического метода (предложенного ИГТМ НАН Украины), основанного на оперативном мониторинге массива и постадийном определении геомеханических параметров процессов сдвижения [1].

Следует более подробно остановиться на особенностях применения

данного подхода, которые непосредственно связаны с повышением эффективности дегазации.

Для анализа напряжённо-деформированного состояния (НДС) массива используется имитационное моделирование с помощью процедуры метода конечных элементов и модифицированного метода Ньютона-Рафсона, позволяющих выполнять расчёты упругопластической среды с разупрочнением и остаточной прочностью. При этом применяется многоуровневая дискретизация на всех этапах имитационного моделирования: непосредственная автоматизированная разбивка областей, подобластей и структурных элементов массива на локальные участки [2]; разделение деформационного процесса на необходимое количество дискретных стационарных состояний, дискретизация технологических процессов в горных выработках.

Другой особенностью является расширенный учёт влияющих на НДС массива факторов, таких как уточнённые физико-механические свойства, технология горных работ, разупрочнение и остаточная прочность пород, степень структурной нарушенности, анизотропия и др.

Совмещение результатов численного анализа с реальным деформационным процессом и определение текущей стадии деформирования выполняется по данным оперативного геофизического [3] и инструментального мониторинга состояния массива с уточнением и контролем полученных результатов.

При рассмотрении деформационных процессов учитывается фактор изменения напряжённого состояния участков массива во времени, а применительно к фильтрационным процессам – расположение и истощение источников газовыделения.

В качестве примера изучения процессов сдвижения для определения направлений газовых потоков на границе отработанного и подготовленного к отработке выемочного столба рассмотрена подготовительная выработка, пройденная в горно-геологических условиях шахты А.Ф. Засядько на глубине 1250 м и закреплённая комбинированной крепью.

Перераспределение напряжений в зонах неупругого деформирования происходит не мгновенно, а в течение определённого времени. Очевидно, что основным параметром, определяющим интенсивность выделения метана, является объём разрушенного горного массива и степень изменения первоначального напряжённого состояния.

Анализ предельно напряжённых участков массива выполнен по величине главных сжимающих напряжений. На рисунке 1 показаны карты главных сжимающих напряжений после завершения активной стадии сдвижений (40-60 суток) и за период до 6-9 месяцев. Стрелками показаны направления перемещения областей повышенного давления и уплотнения пород за установившийся период сдвижений. Зона повышенного давления перемещается в кровлю над выработанным пространством и по газоносному песчанику над выработкой. Этот процесс приводит к росту давления газа на указанных участках. Также происходит уплотнение обрушенных пород в области ранее отработанной лавы.

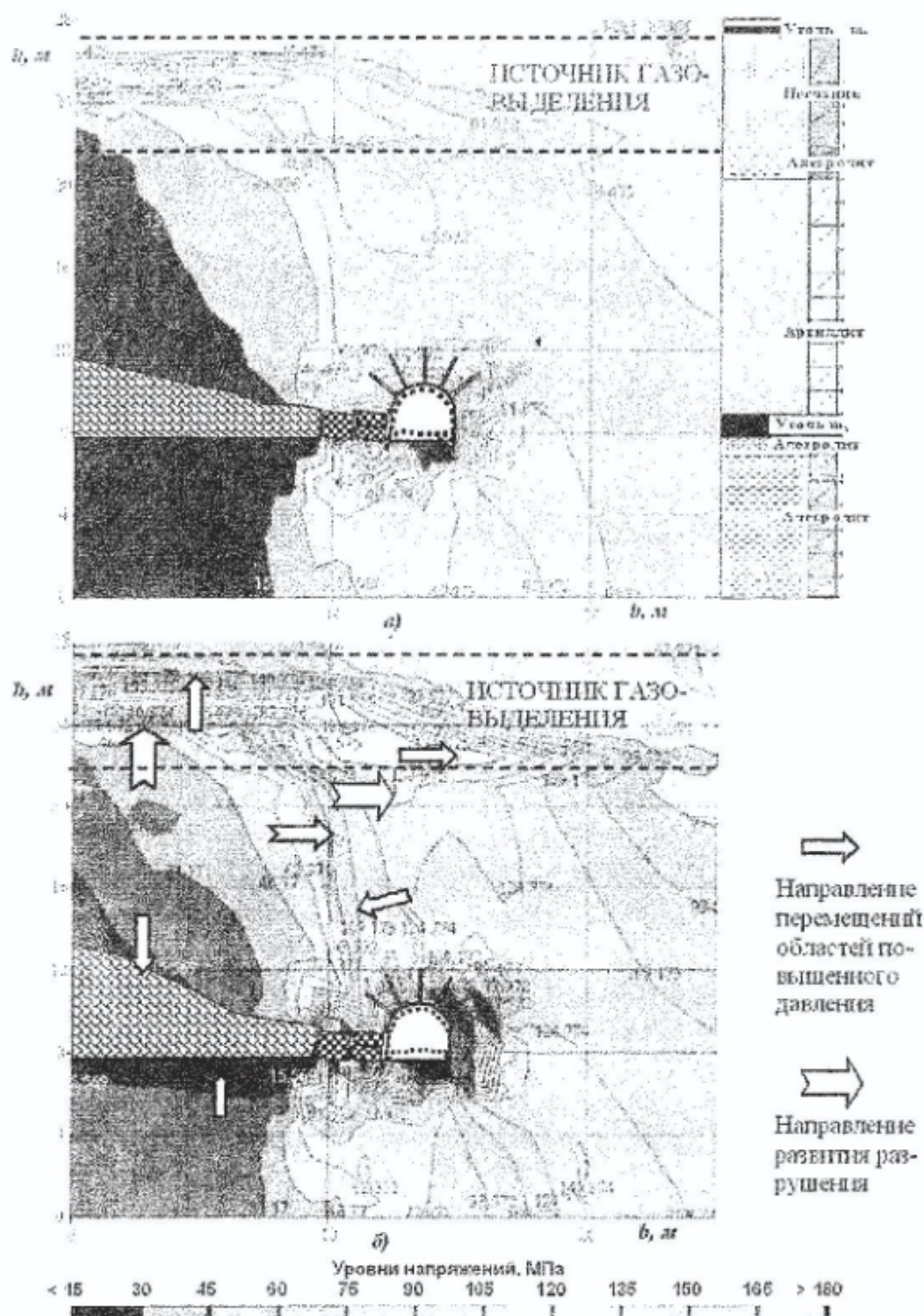
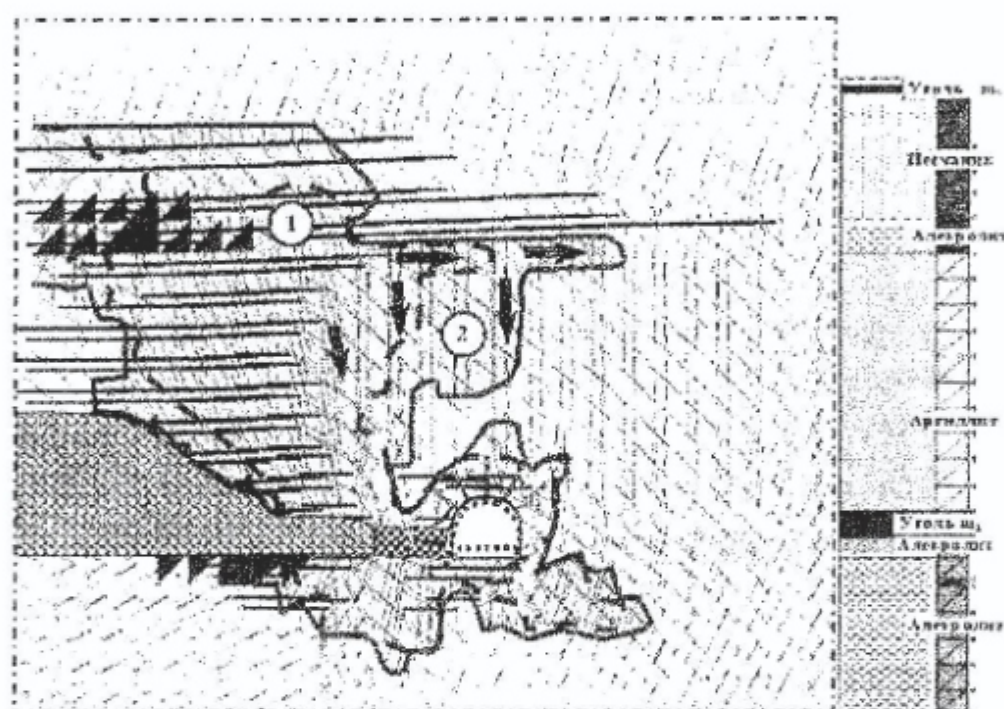


Рис. 1 - Карты главных сжимающих напряжений: а – после окончания активной стадии сдвижений (40-60 суток); б – за период установившихся сдвижений (до 6-9 мес.)

Зона неупругих деформаций постепенно увеличивается (рис. 2), что влечёт за собой рост объёма выделившегося метана, а с течением времени интенсивность газовыделения частично снижается в связи с истощением разрушенных источников. При этом увеличивается газопроницаемость массива и тем больше, чем больше разрушены пласты при запредельном деформировании, отделяющие источники газовыделения от свободной поверхности горных выработок.

Вопрос развития систем трещиноватости достаточно сложен ввиду определённых различий между микро и макро уровнем разрушения массива [4]. Однако, учитывая тот факт, что пластическое деформирование происходит путём сдвига на площадках с критической величиной касательных напряжений, резонно предположить, что развитие газопроводящих трещин происходит в пределах зон неупругих деформаций при совпадении направлений действия касательных или растягивающих напряжений с направлением исходных дефектов массива. На рисунке 2 показаны векторы направлений площадок сдвига и границы зон неупругих деформаций (жирными линиями показано совпадение направлений касательных напряжений с направлением слоистости массива). Происходит развитие горизонтальных и вертикальных систем трещиноватости.



1 – ЗНД после окончания активной стадии сдвижений; 2 – за период установившихся сдвижений; стрелками показаны направления развития техногенной трещиноватости

Рис. 2 – Карта направлений площадок сдвига за период установившихся сдвижений

На рисунке 3 показана карта разности главных сжимающих напряжений, направления движения газа (из зоны высокого давления в зону низкого давления) и направление развития зоны неупругих деформаций. Как видно из рисунка, можно выделить благоприятные для дегазации участки массива. При этом в кровле происходит постепенное разрушение источника газовыделения и развитие зоны неупругих деформаций, которая «подпитывает» предварительно истощённые участки.

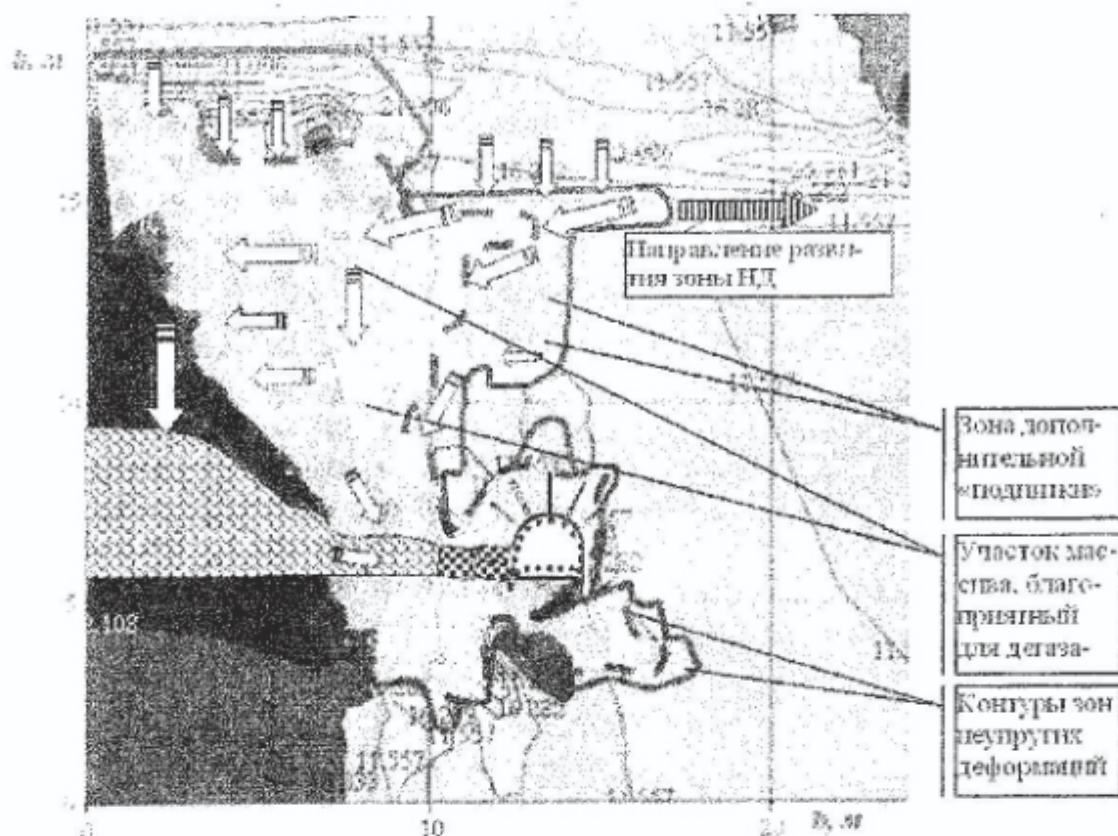


Рис. 3 – Эпюра разности главных сжимающих напряжений за период установившихся сдвижений до 6-9 мес. (стрелками показаны направления газовых потоков)

Таким образом, предлагаемый методический подход позволяет: осуществить оперативный прогноз расположения благоприятных для дегазации участков массива; способом многоуровневой дискретизации определять на каждом этапе деформационного процесса направления развития зон неупругих деформаций и преобладающих систем техногенной трещиноватости; определять направления потоков метана, параметры дегазационных скважин и разрабатывать рациональные схемы дегазации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булат А.Ф., Курносое С.А., Слащёв И.Н., Вфремов И.А., Бокий Б.В. Экспериментально-аналитический метод прогноза направлений и интенсивности газовых потоков // Геотехническая механика. – Днепропетровск, 2005. - № 59. –С. 10-21.
2. Слащёва Е.А. Особенности ввода и обработки исходной информации при решении геомеханических задач с помощью персональных ЭВМ// Геотехническая механика. – Днепропетровск, 2004. - № 51. –С. 296-304.
3. Булат А.Ф., Усаченко Б.М., Яланский А.А. и др. Методическое пособие по комплексной геофизической диагностике породного массива и подземных геотехнических систем // Днепропетровск, ИГТМ НАН им. Н.С. Полякова НАН Украины, 2004. – 75 с.
4. Ионов В.Н., Селиванов В.В. Динамика разрушения деформируемого тела. – М.: Машиностроение, 1987. – 272 с.