

УДК 622.231

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Анциферов А. В., Ходырев Е. Д.
(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Рассматриваются закономерности формирования техногенных коллекторов в разрабатываемом горном массиве, позволяющие прогнозировать образование в массиве зон с различной проницаемостью горных пород. Эти зоны отличаются как количественными показателями абсолютных значений проницаемости, так и наличием существенной анизотропии фильтрационных свойств горных пород вдоль главных направлений. Учет особенностей этих зон позволяет определять локализацию шахтного метана в подработанном горном массиве и оптимизировать систему дренажных мероприятий по его добыче и утилизации.

Regularities related to the formation of man-induced reservoirs in rock mass being undermined are considered. The regularities described make it possible to predict zones of considerably different permeability within rock mass. These zones are different both by qualitative characteristics of permeability values and by occurrence of essential anisotropy of rock filtration characteristics along the main directions. Correction for features of these zones allows localizing accumulation of mine methane in undermined rock mass and improving a system of drainage measures for its production and recovery.

Метан донецкого региона связан с углесодержащими горными комплексами, проницаемость которых, как правило, на 2-3 порядка ниже, чем на известных традиционных газовых месторождениях. Поэтому эффективность его добычи на участках, не

подверженных влиянию горных работ, прежде всего, связана с проблемами искусственного повышения проницаемости газосодержащих структур. Среди достаточно перспективных способов добычи газа в таких условиях можно отметить современные методы бурения без промывочных жидкостей, использование бурения так называемых латеральных скважин, способы баротермической обработки скважин или различное сочетание перечисленных методов. Однако все эти способы являются чрезвычайно дорогостоящими и малоизученными в условиях Донбасса и требуют серьезного научного, экономического и технологического анализа.

С другой стороны более чем полувековой опыт УкрНИМИ в изучении напряженно-деформированного состояния массива пород при ведении горных работ позволил к настоящему времени сформулировать ряд положений, послуживших основой для разработки расчетных методов для решения задач об оценке техногенных изменений фильтрационных свойств горных пород в зонах влияния очистных выработок [1]. При решении вопросов промышленной добычи сопутствующего метана именно эти зоны и представляют наибольший интерес, т.к. в них происходит многократное (на несколько порядков) увеличение проницаемости горных пород. Реакция газоносных комплексов на появление источников их возмущения зависит от разнообразных природных факторов (геологических, фильтрационных и горнотехнических).

Важнейшей характеристикой фильтрационных свойств горных пород является коэффициент проницаемости. Он связывает вектор средней скорости фильтрации с вектором градиента давлений. Эти два вектора в трещиновато-пористых средах не являются коллинеарными, и поэтому проницаемость имеет выраженный тензорный характер и, как всякому тензору второго ранга, ему соответствуют три главных направления и три главных значения. Для слоистых массивов горных пород тензор проницаемости отвечает случаю трансверсальной изотропии относительно оси, нормальной к напластованию.

При необратимых деформациях характер проницаемости определяется двумя составляющими, одна из которых отвечает упругим процессам и определяется раскрытием существующих

трещин, а другая соответствует необратимым изменениям. Общая проницаемость определяется конкуренцией этих составляющих. В итоге зависимость проницаемости от напряжений становится сложной и неоднозначной. Именно такой сложный и неоднозначный характер изменения проницаемости при деформировании массива от до предельного к запредельному состоянию фиксируется в экспериментах. Сравнение теоретических и экспериментальных данных [2] свидетельствует о том, что теория массопереноса в подработанных горных породах при аналитических решениях вопросов дегазации учитывает в достаточной мере все качественные зависимости и порядки величин. При отмечающемся большом разбросе экспериментальных данных о необратимых деформациях, можно считать удовлетворительным и количественное согласие в определении весьма различающихся фильтрационных показателей углепородного массива.

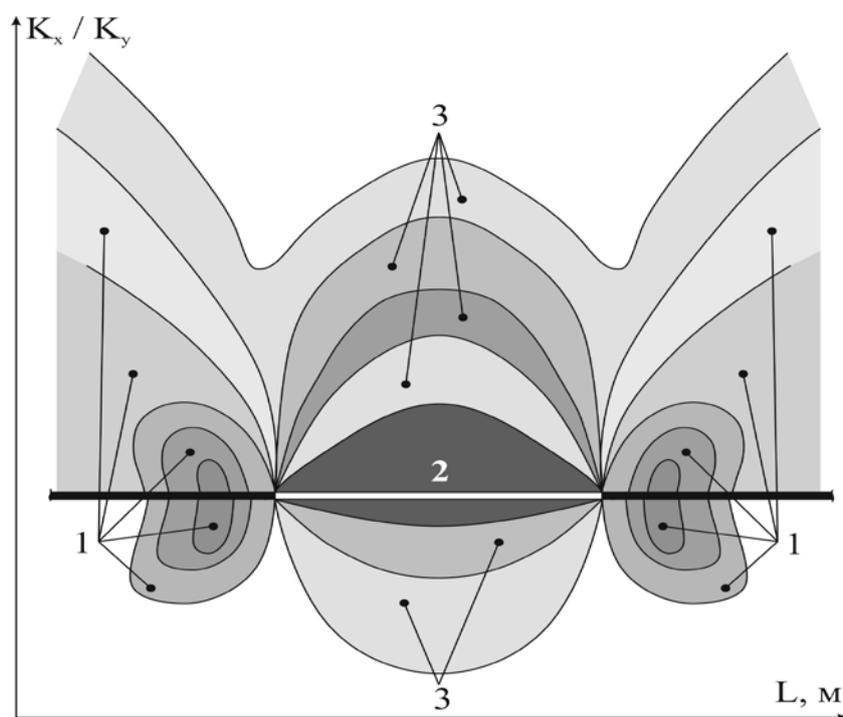
Столь детальное внимание особенностям фильтрационных свойств трещиноватых горных пород уделяется по той причине, что именно тензорный характер проницаемости решающим образом сказывается на эффективности той или иной системы дегазации.

Особенности техногенных изменений проницаемости горных пород в зонах влияния очистных выработок для трансверсально-изотропных трещиноватых сред заключаются в возникновении существенной анизотропии вдоль главных направлений, когда количественные показатели абсолютных значений проницаемости в плоскости напластования – K_x и по нормали к напластованию – K_y резко различаются. Отношение этих величин характеризует степень анизотропии фильтрационных свойств массива и определяет интенсивность массопереноса вдоль главных осей. Отработка угольных пластов приводит к формированию трех отличных друг от друга зон на участках массива подработанных и надработанных горных пород (рис. 1). Учет особенностей этих зон весьма важен при осуществлении подземной дегазации.

В зоне 1 (см. рис.1) величина упомянутого отношения меньше единицы. Эта зона приурочена к зоне концентрации напряжений и характеризуется очень низкими абсолютными значе-

ниями проницаемости. Скважины, пробуренные в этой зоне весьма неэффективны.

В зоне 2 отношение K_x / K_y приблизительно равно единице. Это зона полного обрушения подработанных горных пород. Она характеризуется хаотической трещиноватостью и очень большими абсолютными значениями проницаемости. В этой зоне преобладает плоскопараллельный поток газа в сторону выработанного пространства, а мощность радиального потока к скважинам значительно ниже.



- 1 – зона концентрации напряжений;
- 2 – зона хаотической трещиноватости;
- 3 – зона существенной анизотропии проницаемости.

Рис. 1. Техногенные изменения проницаемости горных пород

Скважины, пробуренные в зоне 2, как правило, эффективны лишь в очень короткий период времени. Они характеризуются значительными дебитами газа и высокой концентрацией метана в извлекаемой смеси в момент прохода лавой оси скважины и резким падением концентрации метана при отходе забоя на 20-40 м

от скважины. Это явление связано с нарушением целостности скважин, попадающих в зону полного обрушения горных пород. Если скважины достаточно длинны, то они могут дренировать изолированные от горных выработок слабопроницаемыми породами газоносные участки массива. Разрушение таких скважин приводит к дополнительному притоку газа в выработанное пространство, что весьма нежелательно при решении вопросов обеспечения безопасности ведения горных работ.

В зоне 3 величина отношения K_x/K_y может в десятки и более раз превосходить единицу. Эффективность скважин, пробуренных в этой зоне, достаточно велика. При этом наиболее производительными будут скважины, пробуренные в зоне максимальных величин рассматриваемых соотношений.

Приведенная оценка техногенных изменений фильтрационных свойств горных пород имеет место в определенном сечении, расположенном на незначительном расстоянии от забоя лавы. По мере отхода лавы (более 100 м) от рассматриваемого сечения и с началом процесса восстановления горного давления контрастность анизотропии проницаемости в различных зонах становится менее выраженной и меняется конфигурация границ между ними. Однако разработанная методика по определению этих зон позволяет с достаточной для практики точностью прогнозировать характер этих изменений и разрабатывать оптимизированную систему эффективной дегазации.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Справочное пособие. Расчетные методы в механике горных ударов и выбросов.– М.: «Недра», 1992,– 256 с.
2. Об источниках наследственного типа в задачах переноса / Линьков А.М., Ходырев Е.Д. // ДАН СССР, 1988, т. 302 № 2. – С. 280 – 283.