

Д-р техн. наук В. Г. Гринев,
канд. физ.-мат. наук В. А. Васильковский,
д-р техн. наук Г. П. Стариков,
м.н.с. Я. В. Шажко
(ИФГП НАН Украины)

РАЗВИТИЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ДЕСОРБОМЕТРИИ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ФАЗОВЫХ СОСТОЯНИЙ МЕТАНА

Пропонується метод визначення тиску і газонасності вугільних пластів, заснований на закономірностях, пов'язаних з фазовим станом і механізмами десорбції метану з вугільного штибу з використанням принципу інтегральної десорбметрії, приведені результати експерименту на шахті ім. О. О. Скочинського.

DEVELOPMENT OF INTEGRAL DESORBOMETRII ON BASIS OF RESEARCHES OF THE PHASE STATES OF METHANE

Development of decorbometriy's integral on basis a research of phase states of methane. The method of lets determination of pressure and gas-conten of coal layers is based on conformities to the law, related to the phase consisting and mechanism of decorption of methane of coal burgy with the use of principle of integral decorbometriy, the results of mine experiment are resulted on a mine the name of A. A. Skochinskogo.

Диагностику газодинамической активности угольного массива и оценку массопереноса метана при технологическом разрушении угля невозможно качественно провести без экспресс-анализа давления и количества метана в месте угольного пласта, которое максимально приближено к очистному либо подготовительному забою.

До сих пор практически отсутствуют надежные экспресс-методы определения давления и количества шахтного метана в пласте, а для решения этой проблемы наиболее приемлемыми являются методы десорбметрии, которые учитывают либо скорость десорбции газа (дифференциальный метод), либо давление в накопительном сосуде (интегральный метод).

Анализ зарубежного опыта по данному вопросу [1-3] показал, что наибольшее распространение среди исследователей получил дифференциальный способ определения газонасности угольных пластов. В основу данного способа положен принцип измерения удельного объемного выхода метана (v) из угольной пробы в течение заданного интервала времени (t), аппроксимация зависимости $v = f(t)$ степенной функции, интегрирование которой оценивает объем десорбируемого метана.

К основным недостаткам приведенной методологии следует отнести неучет потери метана во время выбуривания угольного штыба, а также некорректное определение скорости десорбции, существенно зависящей от фазового состояния метана, пористости и гранулометрического состава угля, температуры и т.д. Таким образом, дифференциальная десорбметрия исключает возможность точного определения давления метана в угольных пластах.

В Институте физики горных процессов НАН Украины (г.Донецк) разработано научное обоснование метода определения давления и газоносности угольных пластов, основанного на закономерностях, связанных с фазовым состоянием и механизмами десорбции метана из угольного штыба с использованием принципа интегральной десорбметрии. При этом в методе впервые используется открытие, признанное как отечественными, так и зарубежными учеными, о свойстве органического вещества угля образовывать с газами метастабильные гомогенные системы по типу твердых газугольных растворов, в которых может содержаться до 60 % сорбционной метаноемкости угля.

Данный метод определения давления и метаноносности угольного пласта включает отбор пробы угля из пласта, измерение температуры пласта и отличается от известных тем, что, сначала проводят предварительное тестирование угольного пласта в лабораторных условиях. Из пробы угля готовят определенное количество образцов одинаковой массы в гранулах близкого размера, каждый из образцов насыщают метаном с давлением в диапазоне от 0,5 до 10 МПа при температуре равной температуре угольного пласта. Измерение осуществляется при десорбции метана в замкнутый сосуд.

Метаноносность образца для каждого равновесного давления определяют как сумму количества свободного и адсорбированного метана, которые выделяются из открытых пор и трещин образца и количество метана образца, который выделяется из закрытых пор. Фиксируют для всех образцов конкретного пласта зависимость изменения за определенное время давления в закрытом сосуде при десорбции метана от величины равновесного давления насыщения и зависимость количества метана в образце от величины равновесного давления насыщения образца метаном. После чего в шахте на пласте, образцы которого тестировали, измеряют за определенное время изменение давления в закрытом сосуде при десорбции метана из образца, а давление и метаноносность угольного пласта в месте отбора пробы определяют путем сравнения измеренной величины изменения давления в сосуде с результатами лабораторного тестирования. По фиксированной зависимости изменения давления в закрытом сосуде от величины равновесного давления насыщения определяют равновесное давление метана в угольном пласте, а по фиксированной зависимости количества метана в образце от величины равновесного давления насыщения определяют метаноносность угольного пласта.

Использование фиксированных зависимостей изменения давления при десорбции и изменения количества метана от величины равновесного давления насыщения метаном сокращает время, необходимое для определения количества метана в угле и давления метана в угольном пласте при измерениях, которые проводятся непосредственно в шахте в месте отбора пробы.

Для реализации предложенного метода был разработан десорбметр включающий накопительные емкости с датчиками давления, программируемый контроллер с процессором. Принцип работы десорбметра основан на сопоставлении измерения давления десорбирующегося газа из угольного штыба, отбираемого из разведочных скважин, в накопительных емкостях, в заданный период

времени (не более 15 мин.) с данными десорбционного паспорта, учитывающими твердофазный метан, диагностируемого угольного пласта, находящиеся в памяти контроллера.

Разработанный способ определения давления и метаноносности угольного пласта защищен патентом Украины и поддерживается в силе [5].

Для проведения апробации экспресс-метода определения давления и количества метана в угольном пласте в шахтных условиях был выбран пласт h_6^1 («Смоляниновский») на шахте им. А. А. Скочинского (нижняя ниша 2-й западной лавы).

Краткая горно-геологическая характеристика пласта h_6^1 («Смоляниновский»). Глубина разработки 1200 - 1300 м. Мощность пласта 1,4 - 1,8 м. Марка угля Ж. Пласт опасен по суфлярным выделениям газа, относится к III категории по самовозгоранию, опасен по пыли. Средняя природная газоносность пласта составляет до 20 м³/т с.б.м. Залегание пласта и пород моноклиналиное, угол падения пласта 11 - 14°.

Пробы угля из шпуров в нише отбирались с глубины двух, трех и четырех метров. Замеры давления и количества метана в пласте проводились в период подвигания очистного забоя на расстояние порядка 300 м. При этом во время очистных работ были зафиксированы два случая отжима угля и четыре случая внезапного выброса угля и газа.

Анализ результатов продолжительных шахтных измерений показывает, что между суммарным количеством свободного, адсорбированного и твердофазного метана и значением многофазового равновесного давления для условий пласта h_6^1 («Смоляниновский») шахты им. А. А. Скочинского существует устойчивая прямопропорциональная зависимость

$$P\phi = k * Q_c,$$

где $P\phi$ - многофазовое равновесное давление метана, атм; Q_c - суммарное количество многофазового метана, м³/т; k - коэффициент пропорциональности, для условий пласта h_6^1 («Смоляниновский») шахты им. А. А. Скочинского» изменяется в пределах 2,8 - 3,4.

На протяжении всего эксперимента замеренное количество метана не превышало природную газоносность даже на уровнях линии очистного забоя, на которых происходили аномальные явления.

Давление метана в угле на глубине 0,7 м от поверхности забоя изменялось от 1 атм до 7 атм, а на глубине 2-4 м от 4,5 атм до 20 атм. Коэффициент массопереноса метана в угле изменялся от $0,18 \times 10^{-8}$ м²/с до $14,37 \times 10^{-8}$ м²/с. Все зафиксированные отжимы происходили при давлении метана в угле в пределах 9 - 11 атм и параметрах массопереноса не более 2×10^{-8} м²/с, а внезапные выбросы при $P = 18 - 20$ атм и параметрах массопереноса не более $4,5 \times 10^{-8}$ м²/с.

Таким образом, на данном этапе интерпретации результатов шахтных испытаний определения количества и давления метана в угольном пласте методом интегральной десорбиметрии можно сделать следующие выводы:

– непосредственными потребителями данного устройства могут выступать горно-шахтные предприятия, в частности шахты, обрабатывающие метаноносные угольные пласты, а также предприятия, занимающиеся добычей полезных ископаемых насыщенных углекислым газом и другими сорбентами, десорбирующихся при разгрузке горного массива и создающих аварийные ситуации.

– прибор прошел шахтные испытания и допущен к эксплуатации. Необходимо организация серийного производства данного прибора.

– возможна модернизация прибора для расширения его функциональных возможностей и применения при прогнозах выбросоопасности и времени формирования опасных концентраций газов при отработке пластов полезных ископаемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Янас Х. Определение газоносности угля в забое при помощи десорбиметра / Х. Янас // Глюкаюф. – 1976. – № 20. – С. 12 – 15.
2. Неак К. Разработка методов и приборов для оценки выбросоопасности / К. Неак, Х. Янас // Глюкаюф. – 1981. – № 13. – С. 10 – 15.
3. Охга К. Определение газоносности угольных пластов вокруг выработок с помощью нового прибора и метода / К. Охга, К. Хигучи. // 24-я международная конференция научно-исследовательских институтов по безопасности работ в горной промышленности. – Донецк, 23-28 сентября 1991 г. – С. 219 – 230.
4. Алексеев А. Д., Василенко Т. В., Синолицкий В. В. – ФТПРПИ, 2. – 1999.
5. Патент Украины № 89740, МПК, E21F 7/00, опубл. 25.02.2010, бюл. № 4.