

УДК 622.411.332.023.623

В. В. Лукинов, д-р. геол.-минерал. наук, проф.,
К. А. Безручко, канд. геол.-минерал. наук

Институт геотехнической механики им. Н. С. Полякова НАН Украины, г. Днепропетровск

ОЦЕНКА ГАЗОНАСЫЩЕННОСТИ ПОРОД В ЛОКАЛЬНЫХ АНТИКЛИНАЛЬНЫХ СТРУКТУРАХ ПРИ РАЗУПЛОТНЕНИИ ГОРНОГО МАССИВА ЗА СЧЁТ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ

The technique of a rocks gas content estimation in the volume expansion zones generated under the influence of natural and tehnogenic processes, including local anticline structures, is offer.

Одной из основных задач национальной экономики Украины является обеспечение страны топливно-энергетическими ресурсами. В связи со значительным истощением, запасов углеводородов, а также завершением поисков месторождений в традиционно, считавшихся перспективными геологических структурах, основные перспективы открытия новых залежей углеводородов могут быть связаны с газовыми ловушками нетрадиционного типа, в частности, низкопористыми коллекторами угленосной толщи. Метан – основной компонент газов угольных месторождений им насыщена практически вся угленосная толща горных пород. В последние годы в развитых странах мира объемы добычи метана на угольных месторождениях достигли объемов, добычи природного газа. Так, в США в 2006 г. на угольных месторождениях добыто 50,4 млрд. м³ метана [1; 2], что составило 9 % объема добываемого сухого газа [2]. В Украине ресурсы этого ценного энергоносителя оцениваются в объеме от 3,8 – 25,0 трлн. м³, что намного превышает ресурсы природного газа [1]. Подход к оценке метана как самостоятельного полезного ископаемого открывает новые (не только шахтные) возможности комплексного освоения метанугольных месторождений [3]. Говоря о комплексном освоении, следует иметь в виду, что решение проблемы газоносности угольных бассейнов и месторождений Украины тесно связано с вопросами не только безопасности относительно газового фактора ведения горных работ, но и охраны окружающей среды [2], в частности сокращения вредных выбросов в атмосферу путём дальнейшей утилизации газа метана в виде энергетического или химического сырья.

Как известно [4], что в угленосной толще метан находится в трех видах:

- свободный метан, содержащийся в порах и трещинах вмещающих пород;
- газ в сорбированном состоянии, содержащийся в рассеянной органике и угольных пропластках;
- газ, находящийся в объеме водогазонасыщенных песчаников.

Специфика метанугольных месторождений Донбасса состоит в том, что основные газосодержащие породы – угли и песчаники – непроницаемые, поэтому метан в них находится, зачастую, в слабосвязанном или неподвижном состоянии. Микрозалежи и локальные скопления свободного газа находятся в основном в трещиноватых зонах. О важной роли трещиноватости в формировании локальных скоплений свободного газа в толще угленосных отложений свидетельствуют данные о суфлярных выделениях в горные выработки шахт [4]. Метан может освобождаться вследствие природных тектонических или техногенных процессов, когда возникающая в зоне разуплотнения трещиноватость повышает проницаемость углевмещающих пород, увеличивает подвижность в системе «влага-газ» горного массива, способствует формированию зон или отдельных скоплений метана, отличающихся, от фоновых распространений метана не объемами, а повышенной трещино-пористой или трещинной газопроницаемостью [1]. В этой связи представляет интерес оценка газонасыщенности в зо-

нах разуплотнения, как одной из основных характеристик коллекторских свойств горных пород, для выделения потенциальных зон, благоприятных для скопления метана в угленосной толще.

Для поиска и разведки скоплений метана, пригодных для промышленной добычи, параметры геомеханических характеристик и условия залегания песчаников предложено рассматривать в качестве прогнозных показателей [1; 5]. Модели формирования природных и техногенных залежей метана за счет трещинообразования в углевмещающих породах, в том числе в локальных антиклинальных структурах, которые осложняют моноклинали и выделяются по отклонению гипсометрии пласта горных пород от аппроксимирующей поверхности, рассмотрены в [1; 5]. Предложенная методика реализована в стандарте, разработанном ИГТМ НАН Украины [6].

Действующий стандарт [6] предусматривает прогнозирование сформированных антиклинальными структурами зон скопления свободного метана и методику определения их параметров для планирования предварительной дегазации новых шахтных полей и участков разведки, на которых планируется строительство угледобывающих предприятий. Однако помимо выделения в плане зоны скопления свободного метана и определения эффективной мощности, в пределах которой песчаник обладает улучшенными газоемкостными характеристиками, актуальной является количественная оценка параметров, характеризующих коллекторские свойства пород, а именно: пористость открытая и эффективная, водо- и газонасыщенность, газопроницаемость.

При увеличении абсолютной и открытой пористости в разуплотнённой зоне, возникшей в процессе трещинообразования, также увеличивается эффективная пористость, которая формируется как за счет увеличения объема пустот (трещин), так и за счёт уменьшения водонасыщенности. Эффективную пористость определяют как суммарный объем открытых для движения флюида пор, так и степень заполнения их влагой (газом). Увеличение объема свободного пространства, которое может заполниться газом, приводит к изменению соотношения «влага-газ». Степень заполнения пор газом повышается, что, в свою очередь, усиливает фазовую проницаемость по газу.

Степень заполнения пор газом, как известно, дополняет степень заполнения пор влагой до 100 % или до единицы, если последняя выражена в долях единицы. В свою очередь степень заполнения пор влагой (относительная влажность) рассчитывается по формуле:

$$G = \frac{\delta_n W}{K_n \delta_e} \quad (1)$$

где δ_n – объёмная плотность горной породы; W – весовая влажность горной породы (абсолютная влажность); K_n – коэффициент открытой пористости; δ_e – плотность порового раствора (как правило, $\delta_e = 1 \text{ г/см}^3$).

В рамках решаемой задачи по определению фильтрационных характеристик породного массива представляет интерес оценка изменения степени заполнения пор влагой, по которой можно судить о степени газонасыщенности, т.е., количественно оценить, как изменяется степень заполнения пор влагой и газом при увеличении объёма порового пространства:

$$G' = gG, \quad (2)$$

где G – начальная степень заполнения пор влагой (относительная влажность) (1); g – относительный коэффициент, характеризующий изменение степени водонасыщенности пород, <1 , поскольку начальная степень заполнения пор влагой выше G' – степень заполнения пор влагой пласта пород при увеличении пористости за счёт разуплотнения;

Считая неизменными плотность порового раствора δ_e и весовую влажность W , представляющую собой отношение массы воды, которая содержится в массиве горных пород, к массе горных пород, с учетом формулы (1), получаем

$$g = \frac{G'}{G} = \frac{\delta'_n K_n}{K'_n \delta_n} \quad (3)$$

или

$$g = \frac{\delta'_n K_n}{\delta_n K'_n}, \quad (4)$$

где δ_n и δ'_n – объемная плотность горных пород соответственно до и после изменения пористости; K_n и K'_n – начальный коэффициент открытой пористости соответственно начальный и измененный.

Выразив объемную плотность через плотность твердого компонента породы δ_s и ее пористость Π , а именно:

$$\delta_n = \delta_s(1 - \Pi) \quad (5)$$

получим

$$g = \frac{K_n(1 - \Pi')}{K'_n(1 - \Pi)} \quad (6)$$

Считая соотношение конечной и начальной открытой пористости равным соотношению конечной и начальной абсолютной пористости, т.е.

$$\frac{K_n}{K'_n} = \frac{\Pi}{\Pi'}, \quad (7)$$

получаем:

$$g = \frac{\Pi(1 - \Pi')}{\Pi'(1 - \Pi)} \quad (8)$$

или

$$g = \frac{\Pi(1 - \Pi - \Delta\Pi)}{(\Pi + \Delta\Pi)(1 - \Pi)}, \quad (9)$$

где $\Delta\Pi$ – изменение пористости, долей единицы.

Полученный коэффициент g позволяет определить степень заполнения пор газом после формирования антиклинальной структуры. Исходя из того, что степень заполнения пор газом:

$$V_z = 1 - G \quad (10)$$

соответственно конечная степень заполнения пор газом V'_z -

$$V'_z = 1 - G' \quad (11)$$

или:

$$V'_z = 1 - gG \quad (12)$$

Следует отметить, что все приведенные формулы и сопровождающие их рассуждения, не только справедливы для оценки коллекторских свойств пород в локальных антиклинальных структурах, но и могут быть использованы при оценке фильтрационных параметров коллекторов, механизмы формирования которых, отличный от разуплотнения пород за счёт деформаций растяжения в процессе образования складок, примером является, разуплотнение за счёт образования зон расслаивания и трещиноватости пород при техногенном воздействии на горный массив в процессе его подработки горными выработками.

Литература

1. Лукинов В.В., Пимоненко Л. И. Тектоника метаноугольных месторождений Донбасса. – К.: Наукова думка, 2008. – 352 с.
2. А. В. Анциферов, С. В. Гошовский, Н. В. Жикаляк и др. Мировой опыт и перспективы применения в Украине сейсмического метода при поисках, разведке и добыче метана угольных месторождений // Геофизический журнал. – 2008. – № 6. – С. 3 – 22.
3. Л. А. Пучков, Н. Н. Красюк, С. С. Золотых, Ю. М. Максименко Опыт и перспективы использования угольного метана. – М.: МГУ, 2004. – 48 с.
4. Триплет Д. Р., Филиппов А. Э., Писаренко А. А. Метан угольных месторождений Украины: Производственный потенциал шахт Донбасса. – К.: Логос, 2000. – 132 с.

5. Лукинов В.В. Горно-геологические условия образования скоплений свободного метана на угольных месторождениях // Науковий вісник НГУ. – № 4. – 2007. – С. 55–59 .
6. Скупчення вільного метану у непорушеному вуглепорядному масиві. Методика прогнозування зон та визначення їх параметрів. СОУ 10.1.05411357.004:2005. – Київ: Мінвуглепром України, 2005. – 12 с.

Поступила 01.06.09

УДК 622.233:551.49

А. А. Кожевников¹, С. В. Гошовский², доктора технических наук,
А. К. Судаков¹, канд. техн. наук.

¹Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина

²УкрГГРИ, г. Киев

ТЕХНОЛОГИЯ ОБОРУДОВАНИЯ КРИОГЕННО-ГРАВИЙНЫМИ ФИЛЬТРАМИ ВОДОПРИЕМНОЙ ЧАСТИ БУРОВОЙ СКВАЖИНЫ

The analysis of technologies of equipment of drill holes travelers is in-process conducted, and also pre-conditions are considered for creation of untraditional technology of equipment of water receiving part of drill holes by travelers, made with the use of effect of diphasе inversion transition of the aggregate state of astringent matter.

Тип фильтра выбирается чаще всего в зависимости от гранулометрическим состава пород, содержащих воду. Традиционно фильтры буровых скважин выбирают согласно СНиП 11-31-74.

При выборе типа фильтра следует учитывать целевое назначение буровой скважины. Фильтры делятся на три основные группы [1]:

- для водозаборных и водопонижительных скважин, рассчитанных на длительный срок эксплуатации (10–15 лет и более);
- для скважин временного водоснабжения, водопонижения и опытного откачивания с ограниченным сроком эксплуатации (от нескольких дней до нескольких лет);
- для наблюдательных скважин применяемых при выполнении опытно-фильтрационных работ (2–3 мес.) и для режимной сети, рассчитанной на длительный срок наблюдения без водоотбора.

С точки зрения обеспечения длительной эксплуатации гидрогеологических скважин в средне-, мелко- и тонкозернистых, а также пылеватых водоносных песках – наиболее эффективны гравийные фильтры.

При этом создаваемую гравийную обсыпку следует рассматривать как средство увеличения радиуса фильтра скважины, улучшения фильтрационных свойств пород в при-фильтровой зоне и конструктивный элемент, позволяющий увеличивать размер проходных отверстий, а, следовательно, скважность фильтровых каркасов. В случае применения гравийной обсыпки снижается входная скорость жидкости пласта, продлевается срок службы, как фильтров, так и скважин.