

ХАРАКТЕР И ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ГАЗА (МЕТАНА) В ПОРОДАХ УГЛЕНОСНОЙ ТОЛЩИ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА (ЛУГАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

У роботі приділена увага характеру та формам знаходження газу (метану) у породах вугленосної товщі Східного Донбасу (Луганська область). Виділені дві газові зони: газового вивітрювання і метанова. Умовна межа метанової зони проводиться по вмісту метану 70 %. Це дозволяє судити про газонасність верхніх горизонтів родовища природну дегазацію вугільних пластів.

NATURE AND FORMS OF GAS (METHANE) IN THE COAL-BEARING ROCKS SEQUENCE EASTERN DONBASS (LUGANSK REGION)

We paid attention to the nature and forms of finding natural gas (methane), coal-bearing strata in the rocks of the Eastern Donbass (Lugansk region). Identified two gas zones: weathering and methane gas. The notional boundary of the zone is carried out by a methane content of 70% methane. This gives an indication of gas content of the upper horizons of the deposit, the natural degassing of coal seams

В составе газов угленосной толщи Восточного Донбасса установлены метан, тяжелые углеводородные газы, водород, углекислый газ и азот, в микроконцентрациях иногда отмечается гелий. Основную опасность для угольных шахт представляет метан, но он уже может быть и ценным полезным ископаемым при комплексном освоении угольных месторождений, с попутным (или самостоятельным) извлечением и использованием метана [1].

Основной источник углеводородных газов в угленосной толще – уголь как в концентрированной (в угольных пластах), так и в рассеянной (в породах) формах. В процессе метаморфизма (катагенеза) угля образовались главные компоненты газов угольных месторождений – метан, его тяжелые гомологи и, возможно, водород. Подток углеводородных газов в угленосную толщу из подстилающих отложений экспериментально не установлен в масштабах, доступных геологоразведочным определениям, хотя и не исключается возможность их слабой локализованной миграции.

Природные газы в угленосной толще находятся в трех основных формах: в сорбированном состоянии, в форме свободного газа и в водорастворенном виде. В углях и углистых породах преобладают сорбированные газы, составляющие около 90 – 95 % от общего объема содержащихся в них газов на глубинах до 1,5 – 2,0 км [2]. В породах с малым содержанием органики основная масса газа находится в свободной фазе в порах, трещинах или в растворенном виде в пластовых и поровых водах. В особых случаях при благоприятных термобарических условиях возможно существование метана и его гомологов в кристаллогидратной форме (Зимаков и др., 1986).

Сорбционная метаноёмкость углей в широком диапазоне температур и давлений увеличивается с повышением степени их метаморфизма и достигает максимума у антрацитов, на средних стадиях метаморфизма каменных углей сорбционная метаноёмкость угольного вещества возрастает при увеличении в нем фюзенита. В пределах одной стадии метаморфизма, например, на всей площади Фашевского месторождения [3], основными факторами, предопределяющими метаноносность угольного вещества (и вмещающих пород), являются давление газа, температура, влажность.

Давление газа повышает сорбцию и соответственно природную газоносность. Поскольку давление газа контролируется (шкалируется) глубиной, то конечный эффект повышения сорбции углей с увеличением давления выглядит как закономерное нарастание природной метаноносности с глубиной, что и используется при разведке угольных месторождений и шахтных полей.

Температура, её повышение снижает сорбцию. В условиях Восточного Донбасса, где недра характеризуются относительно пониженной температурой, она оказывает консервирующее воздействие на сохранность газов.

Влажность, её повышение снижает сорбцию. Коллекторами свободных и растворенных газов являются вмещающие породы с малым содержанием рассеянного угольного вещества (менее 5 – 10 %). Здесь скопления газов по условиям захоронения и перемещения разделяются на рассеянные малоподвижные, подвижные свободные и растворенные газы.

Рассеянные малоподвижные газы заключены (окклюдированы) в относительно изолированных порах в свободном и растворенном (в поровых водах) состояниях. Степень подвижности этих газов определяется проницаемостью пород [4], связанной с их петрографическими особенностями, и степенью литификации. Пористость пород угленосной толщи Восточного Донбасса уменьшается в разрезе сверху вниз и по площади с севера на юг в направлении увеличения метаморфизма углей. Аналогичная тенденция наблюдается и в изменении газопроницаемости. Средние значения общей пористости аргиллитов, алевролитов и песчаников составляют (в %): 12 – 14, 13 – 14 и 13 – 18 на Старобельской угленосной площади, вмещающей длиннопламенные угли; 10 – 12, 10 – 13 и 10 – 11 в толще, содержащей газосодержащие угли (участки Чапаевский, Менчикуровский); 8 – 10, 9 – 11 и 7 – 8 в отложениях с жирными углями (резервный блок шахты «Центральная Ирмино», участок Анненский Вертикальный, участок вне технических границ шахты им. Менжинского, участок Первомайский (для шахт «Голубовская», им. Кирова) и уменьшается до 6–8, 6–9 и 5–7 в районе распространения коксовых, антрацитов и тощих углей (участки Боржиковский Южный, Боржиковский Верхний, Вне технических границ шахты «Комиссаровская»). Проницаемость пород, не разбитых трещинами, очень низкая, и даже у песчаников она измеряется тысячными долями миллиарда на Анненском Вертикальном участке, и только на Богдановских месторождениях по отдельным замерам отмечается проницаемость до 0,3 – 3,1 миллиарда.

показывают, что в Восточном Донбассе не только на севере, в районах слабометаморфизованных углей, в толще среднекарбонных пород могут быть пористые коллекторы средней емкости и возможна дегазация угольных пластов через толщу вмещающих пород.

Скопления подвижных свободных газов заполняют трещины (щели), полости и открытую поровую емкость пород в газовых ловушках. Подвижность этих газов предопределяется наличием путей миграции (открытой пористости, трещин, разрывных нарушений, скважин, горных выработок). Объемы газов в них могут колебаться в широких пределах. Трещинные коллекторы пока слабо изучены во всех углепромышленных районах Восточного Донбасса.

Скопление растворенного газа в пластовых и пластово-трещинных гидродинамически подвижных водах циркулируют в поровых и трещинных коллекторах. В связи со слабой изученностью трещинных коллекторов в Восточном Донбассе сведения о газах рассматриваемого вида весьма скудны.

В Восточном Донбассе отсутствуют участки с горизонтом полной дегметанизации угольных пластов и выделяются в углях с низкой и средней степенью метаморфизма две газовые зоны: зона газового выветривания и метановая зона.

В зоне газового выветривания значительную роль играют воздушные газы, концентрация которых с глубиной закономерно уменьшается при одновременном увеличении содержания метаморфогенных газов. Это изменение соотношения генетических групп газов на некоторых участках в пределах зоны газового выветривания позволяет по химическому составу газов угольных пластов выделять горизонты метано-азотных и азотно-метановых газов, характеризующиеся здесь небольшой и весьма изменчивой мощностью и резко выраженной неустойчивостью при относительно более выдержанном характере зоны газового выветривания в целом. В Восточном Донбассе условную границу метановой зоны можно провести по содержанию метана 70 %. Предлагаемое подразделение газовой зональности удобно для практического пользования. Мощность зоны газового выветривания позволяет судить о газоносности верхних горизонтов месторождений, естественной дегазации угольных пластов. Соответствие между газовой зональностью угольных пластов и относительной метанообильностью горных выработок дает возможность использовать предлагаемую схему зональности газов для прогноза газообильности верхних горизонтов шахт. На горизонте полной дегметанизации горные выработки не опасны по газу, однако повсеместное отсутствие этого горизонта в Восточном Донбассе или очень малая глубина полной дегметанизации угольных пластов обуславливают опасность по газу всех 75 шахт Восточного Донбасса. Все горные выработки, проходимые на самых верхних горизонтах, оказываются, таким образом, опасными по метану. В зоне газового выветривания метаноносность угольных пластов обычно не превышает 3 – 4 м³/т с.б.м. При вступлении горных выработок в метановую зону происходит пропорциональное нарастание относительной метанообильности выработок с глубиной разработки.

Закономерное нарастание природной метаноносности угольных пластов и газообильности горных выработок начинается с границы метановой зоны [5], поэтому глубина её залегания служит информативным критерием прогноза газоносности угольных пластов и газообильности шахт.

Мощность зоны газового выветривания в пределах Восточного Донбасса изменяется от 0 до 350 м в южном направлении.

Природная газоносность угольных пластов определялась преимущественно прямым методом с помощью герметических газокернаборников ГКН-92. Технология отбора проб снарядами этой конструкции известна, она описана в «Инструкции...» [6]. Результаты обработки данных, полученные по изложенной выше методике, показывают, что в метановой зоне природная метаноносность угольных пластов имеет криволинейную зависимость от глубины погружения пластов (считая по вертикали от поверхности метановой зоны), причем происходит постепенное увеличение степени нарастания метаноносности с глубиной от 10 – 20 до 70 – 100 м.

В конце 80-х годов прошлого столетия была проведена оценка ресурсов метана, связанного с угольными пластами на глубинах 600 – 1800 м. Запаса метана оценивались только по рабочим угольным пластам, а прогнозные ресурсы – в рабочих и нерабочих угольных пластах. Глубина оценки запасов – от 800 до 1100 м, прогнозных ресурсов – 600 – 1800 м.

Общее количество ресурсов метана в угольных пластах (в млрд. м³) составляет 223,7 на площади 1860 км², в том числе запасов по категориям С₁ – 96,3; С₂ – 35,9; С₃ – 1,3. Прогнозные ресурсы составляют 90,2 млрд. м³ по категории Р₁.

Из восьми геолого-промышленных районов, по которым оценены ресурсы метана в угольных пластах, наиболее значимыми являются Луганский и Алмазно-Марьевский районы. Доля ресурсов (в %) в них составляет около 48 от общей массы метана в Восточном Донбассе (Луганской обл.).

Низкая степень подвижности сорбированного в угольных пластах метана и ограниченные возможности его извлечения в настоящее время не позволяют эффективно вести добычу метана как самостоятельного полезного ископаемого [1].

Специальные работы по изучению направлений использования ресурсов метана как попутного полезного ископаемого не проводились.

В случае разработки экономически выгодных технологических способов извлечения метана путем шахтной дегазации в процессе добычи угля, а также извлечения его как самостоятельного полезного ископаемого он может служить экологически более чистым энергетическим топливом. Не исключается возможность использования метана в качестве химического сырья, но этот вопрос требует специальных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимов С.С. Методичне керівництво по вивченню газоносності вугільних родовищ України при геологорозвідувальних роботах, С.С. Герасимов та ін. – Київ, 2012 – Геоінформ України. – 92 с.
2. Герасимов Е.С. Предварительные результаты бурения параметрической скважины на Новосветловских

газовых куполах (Луганская область / Е.С. Герасимов, А.А. Крамаренко // Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. тр. / Ин-т Геотехнической механики НАН Украины – Днепропетровск, 2010. – Вып. 87. с. 71-74.

3. Герасимов Е.С. Проблема освоения ресурсов угольного метана Донбасса (на примере Луганской области) / Е.С. Герасимов, А.А. Крамаренко // Перспективи використання нетрадиційних джерел енергії в Україні. УкрДГРІ, К. – 2009

4. Лукинов В.В. Фрактальность микроструктуры угля / В.В. Лукинов, В.И. Барановский // Геотехническая механика. Межвед. сб. науч. тр. / Ин-т Геотехнической механики НАН Украины. – Днепропетровск, 2010. – Вып. 87. с. 15-25.

5. Булат А.Ф. Концепция комплексной дегазации угленосного массива для условий шахты им. А. Ф. Засядько / А.Ф. Булат // Геотехническая механика. Межвед. сб. науч. тр. / Ин-т Геотехнической механики НАН Украины. – Днепропетровск, 2002. – Вып. 37. с. 10-17.

6. Инструкция по определению и прогнозу газоносности угольных пластов и вмещающих пород при геологоразведочных работах. М., 1977. – 75 с.

УДК 622.831:622.248

Канд. техн. наук А.П. Клец
(ИГТМ НАН Украины),

д-р техн. наук Б.В. Бокий,

канд. техн. наук П.Е. Филимонов

(ПАО «Шахта имени А.Ф. Засядько»)

ТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ МЕТАНА ИЗ ПЕСЧАНИКОВ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Надане обґрунтування добування газу щільних колекторів та приведена технологія видобутку метану низькопористих пісковиків на вугільних шахтах.

TECHNOLOGY OF METHANE EXTRACTION FROM SANDSTONES ON COAL MINES

The substantiation of extraction of gas of dense collectors is given. The technology of extraction of methane of recovery low-porous sandstones on coal mines is resulted.

Анализ газоносности пород Донбасса показывает, что из нетрадиционных видов ископаемого газа, газ – метан угольных месторождений и газ плотных коллекторов можно рассматривать как один вид. До 80 % общего количества метана в угленосном массиве с углями марок Г, Ж, К сосредоточено в песчаниках с низкими коллекторскими свойствами. Например, в Донецко-Макеевском районе открытая пористость песчаников свиты S_2^7 в среднем находится в пределах от 5,0 до 5,6 %, эффективная – от 1,2 до 2,5 %, а газоносность – от 1,0 до 2,5 м³/м³. Проницаемость этих песчаников составляет десятые и сотые доли миллидарси, что по квалификации фильтрационных свойств горных пород ниже «почти непроницаемых» [1]. Извлекать метан из них скважинами, пробуренными с поверхности, пока не удастся даже с применением новых технологий гидроразрыва пород, о чем свидетельствуют результаты экспериментов в Донбассе. Поиск новых способов, средств и разработка технологий извлечения метана из песчаников являются актуальным направлением исследований.