

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ГАЗОВЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

Обробляючи геологічні матеріали з метою оцінки газонасності вугілля та вміщуючих порід по шахті «Ювілейна» та інших шахтах Західного Донбасу встановлено, що найбільше загазовані є вугільні пласти та пісковики. У той же час виявлені нетрадиційні колектори газу, які залягають нижче вугільних пластів. Пористість цих колекторів складає 10-15% та більше. Ці колектори надійно виділяються по даним геофізичних досліджень свердловин. Ресурси газу у нетрадиційних колекторах значні і вони є одним із головних постачальників газу-метану у гірничі виробки.

UNCONVENTIONAL GAS COLLECTORS IN WESTERN DONBASS COAL DEPOSITS

Processing of geological materials with the aim to estimate the gas content in coal deposits and coal rocks in "Uvilejna" mine and other Western Donbass mines has shown that the coal seams and sandstones have the highest content of gas. Unconventional gas collectors were detected in the underlying coal seams. Porosity of these gas collectors is 10-15% and more. According to the wells study, such collectors differ by their better geophysical features. The collectors contain significant amount of gas reserves being one of the key methane suppliers for the mining industry.

В настоящее время на шахте «Юбилейная» ГХК «Павлоградуголь» обрабатываются два сближенных угольных пласта c_6 и c_6^1 (с углами падения 3-5°). Мощность пласта c_6 колеблется от 0,88 до 1,05 м, природная газонасность, по данным разведочных работ изменяется по площади и глубине от 3,5 м³/т с.б.м. до 18,8 м³/т с.б.м. (в среднем 7-8 м³/т с.б.м.). Мощность пласта c_6^1 изменяется от 0,68 до 0,90 м, газонасность 2,1-6,0 м³/т с.б.м. Угли марки Г, Г-Ж.

21 июля 2002 г. на шахте «Юбилейная» ГХК «Павлоградуголь» в штреке 572 лавы 570 после проведения взрывных работ по подрывке почвы произошел взрыв метана. В результате погибло 6 человек. Государственной комиссией по расследованию несчастного случая предписывалось провести обобщение и обработку данных геологоразведочных и горных работ по газонасности угленосной толщи с целью выявления скоплений свободного газа-метана, подсчета его ресурсов и прогнозу возможных газопроявлений в процессе отработки угольных пластов на полях шахт ГХК «Павлоградуголь».

По сложности тектонического строения по шахте «Юбилейная» выделяется прирезанная часть поля шахты «Западно-Донбасская № 18/19». Условно эту часть поля можно поделить на две части: южную – ступенчатую структуру и северную – пологую структуру.

Восточная часть непосредственно шахты «Юбилейная», где с 1998 года и по настоящее время ведутся горные работы, ограничена на юго-востоке Петропавловским сбросом с оперяющими апофизами и Продольным сбросом № 2, на юго-западе – Ступенчатым сбросом № 2. Для этой части шахтного поля характерно сложное тектоническое строение.

В процессе изучения физико-механических свойств пород выявлены зоны «слабых» пород в почве угольных пластов на расстоянии до 1-2 м. Мощность этих зон колеблется от первых метров до 8-10 м. По макроскопическому описанию зона «слабых» пород представлена аргиллитами и алевролитами или тонкослоистым их переслаиванием. Прочность этих пород на сжатие изменяется от 1,0-2,0 МПа до 10,0 МПа.

Следует отметить, что по данным петрографических исследований в угле-вмещающей толще редко встречаются мощные, ярко выраженные слои аргиллитов или алевролитов. До 80 % угленосной толщи, вмещающие породы представлены тонким переслаиванием аргиллитов, алевролитов и песчаников. Вероятно, с этим связаны незначительные расхождения коллекторских свойств различных литотипов пород. Открытая пористость песчаников изменяется от 6,5 до 16,6 %, алевролитов – от 3,6 до 15,3 %, аргиллитов – от 4,2 до 16,5 %. Газопроницаемость пород колеблется в широких пределах: песчаников – от 0,03 до 11,69 мД, достигая в единичных случаях 1801 мД, алевролитов и аргиллитов – от 0,01 до 0,51 мД. Значительная газопроницаемость угле-вмещающих пород создает реальные предпосылки для формирования локальных скоплений газа-метана в первую очередь в песчаниках. Аргиллиты и алевролиты, ёмкостные свойства которых изменяются в широких пределах могут быть как коллекторами скопления газа-метана, так и непроницаемыми крышками (экранами).

По данным геологоразведочных работ глубина залегания поверхности метановой зоны на поле шахты «Юбилейная» изменяется от 100 до 200 м ($M=2 \text{ м}^3/\text{т с.б.м.}$). Содержание метана в природном газе угольных пластов в пределах метановой зоны составляет 70-97 %. Содержание тяжелых углеводородов изменяется от 0,01 до 0,92 % и отмечается уже на глубине 180 м. Присутствие гелия также отмечается с самой поверхности метановой зоны и составляет 0,001-0,3 %.

Присутствие в природном газе тяжелых углеводородов и, в особенности, гелия, указывает на наличие в геологическом разрезе крышек (региональных и субрегиональных), которые способствуют накоплению углеводородных газов уже на глубине 150-200 м. Вместе с тем стабильное содержание газа тяжелых углеводородов и гелия указывает на его связь с глубинным происхождением.

Согласно современным требованиям [1] подсчет запасов (ресурсов) метана в угольных пластах проводился при газоносности $10 \text{ м}^3/\text{т с.б.м.}$ и более. Этим условиям на оцениваемой шахте соответствуют пласты c_6 и c_7^1 , где средняя газоносность углей составляет 12-15 $\text{м}^3/\text{т с.б.м.}$ Прогнозные запасы газа в указанных угольных пластах по площади шахтного поля составят 3775,0 млн. м^3 . Если учесть, что в разрезе шахты ещё насчитывается около 15 угольных пластов и пропластков с газоносностью 3-9 $\text{м}^3/\text{т с.б.м.}$, то общие ресурсы газа-метана в угольных пластах составят около 10000,0 млн. м^3 .

Государственная комиссия по расследованию аварии на шахте «Юбилейная» пришла к выводу, что газ-метан поступил в штрек 572 из газоносных песчаников через «кластические» трещины в кровле угольных пластов, обнаруженные в штреках 570 и 572 и серию крупных и малоамплитудных тектониче-

ских нарушений, имеющих распространение на площади шахтного поля. Такой вариант, как отдельный случай, возможен однако, по данным геологических исследований и данным газового каротажа, однозначно установлено, что газоносные песчаники находятся ниже обрабатываемого угольного пласта c_6 на расстоянии 120-160 м. Вблизи отсутствуют крупные нарушения, пересекающие газоносный песчаник и угольный пласт. Если допустить, что такая связь существует, тогда газоносность угольного пласта вблизи тектонического нарушения должна составлять десятки кубометров, а не 6 - 12 м³/т с.б.м., как мы имеем. Других коллекторов, способных быть проводниками газа, вблизи угольного пласта нет. В то же время, по материалам многолетних геологоразведочных работ в Западном Донбассе установлено, что крупные тектонические нарушения (как правило они образовались в период сингенеза угленосной толщи) являются экранами на пути миграции воды и газа. Это подтверждается увеличением газоносности угольных пластов вблизи крупных (с амплитудой 80-100 м и более) тектонических нарушений, таких как Продольный, Петропавловский, Ивановский, Ступенчатый и др. развитых на поле шахты «Юбилейная». Будучи экранами на пути движения воды и газа крупные тектонические нарушения создают условия для образования «ловушек» свободного газа-метана.

Малоамплитудные (0 - 10 м) и средние (10 м и более), как правило, образовались после формирования угленосной толщи и сопровождаются интенсивными зонами трещиноватости и дробления, что способствует миграции газа-метана. Вблизи развития средних и малоамплитудных нарушений, как правило, наблюдается снижение газоносности углей и песчаников. Выше кровли обрабатываемого угольного пласта c_6 также отсутствуют газонасыщенные песчаники.

Таким образом, газ-метан не мог поступить в горные выработки (572 штрек и 570 лаву) из газонасыщенных песчаников, залегающих ниже пласта на расстоянии 120 - 160 м.

Анализ горно-геологических условий шахты, технологии проведения горных работ и отработки угольных пластов, выводов Государственной комиссии, которая расследовала причины аварии, а также опыта специалистов говорит о том, что газ-метан поступает в горные выработки из подработанного массива угленосной толщи. Выполненными ранее исследованиями однозначно установлено, что при ведении очистных работ, в условиях Западного Донбасса, на расстоянии 50-70 м впереди очистного забоя подрабатываемый массив разрушается от кровли обрабатываемого пласта до поверхности карбона [2]. Под воздействием опорного давления происходит разрушение межслоевых связей на контактах различных литотипов пород, а также образование блоков пород по трещинам сдвижения подрабатываемого массива. В то же время, как указывалось выше, согласно (общепринятой) методике интерпретации геологических и геофизических материалов углеразведочных скважин выше угольного пласта c_6 не выявлены песчаники или другие коллектора скопления газа-метана. Возникает вопрос – где накапливается газ-метан и как он попал в горные выработки? Возможно (при определенных условиях), увеличение газоносности угольного пласта – образование ловушки свободного газа. Однако из опыта работ установле-

но, что при добыче выделяется 10 - 20 % содержащегося в угле газа, так как последний содержится в закрытых порах или в сорбированном состоянии. Значит газ мог накапливаться только во вмещающих породах. Для решения данного вопроса на первом этапе были детально изучены материалы геологической документации угленосной толщи углеразведочных скважин по данным бурения. Однако никаких сведений, касающихся коллекторских свойств вмещающих пород или газа-метана в геологических материалах не обнаружено. Отмечена лишь специфическая закономерность уменьшения выхода керна вмещающих пород в почве угольных пластов, что обусловлено наличием в этом интервале зоны «слабых» пород о которых упоминалось выше. На втором этапе проводился детальный анализ и сопоставления всех геологических материалов, геофизических исследований скважин и газового каротажа. Это дало возможность установить, что практически в почве каждого угольного пласта находится интервал (зона) пород, которые имеют низкую плотность и, относительно, высокую пористость (10 - 15 % и более). В отмеченных зонах, по данным газового каротажа отмечается повышенное содержание газа-метана. Мы назвали эти зоны нетрадиционными коллекторами. Условия образования нетрадиционных коллекторов и их газодинамические параметры требуют дальнейших исследований. По нашему мнению это зоны выветренных пород. Условия, которые способствовали процессу выветривания этой толщи был значительный период регрессии палеоморя и накопление органических веществ из которого формировался угольный пласт в будущем. Минералогический состав этих пород, вероятно, мало отличается от пород остальной угленосной толщи, но его физико-химическое состояние может быть другим вследствие процессов выветривания и циркуляции растворов. На геофизических диаграммах в интервалах этих зон наблюдается противоречие в отношении определения литотипов пород. Благодаря этому противоречию указанные зоны (интервалы толщи) однозначно выделяются в разрезах углеразведочных скважин по следующим показателям геофизических исследований:

- кажущееся сопротивление по градиент-зонду значительно возрастает (достигая 20-300 Ом·м и более) по отношению до среднего сопротивления на вмещающих породах;
- по потенциал-зонду наблюдается повышающее проникновение;
- по ПС наблюдается отрицательная (минусовая) аномалия 5-10 мV, которая возрастает в кровле коллектора до 15-20 мV и более;
- по гамма-каротажу (ГК) наблюдается уменьшение значений до 8–10 мкР/ч (фоновое значение по аргиллитах достигает 15-20 мкР/ч);
- по гамма-гамма каротажу плотности (ГГК-П) наблюдается уменьшение плотности в сравнении с фоновыми значениями;
- в зонах нетрадиционных коллекторов наблюдается увеличение диаметра скважины (по данным кавернометрии).

Сопоставление геофизических исследований скважин с данными газового каротажа по этим же скважинам показывает, что газ-метан накапливается в угольных пластах, песчаниках и выделенных нами, впервые, зонах (нетрадици-

онные коллектора скопления газа – метана в угленосной толще) шахтных полей Западного Донбасса (рис.1).

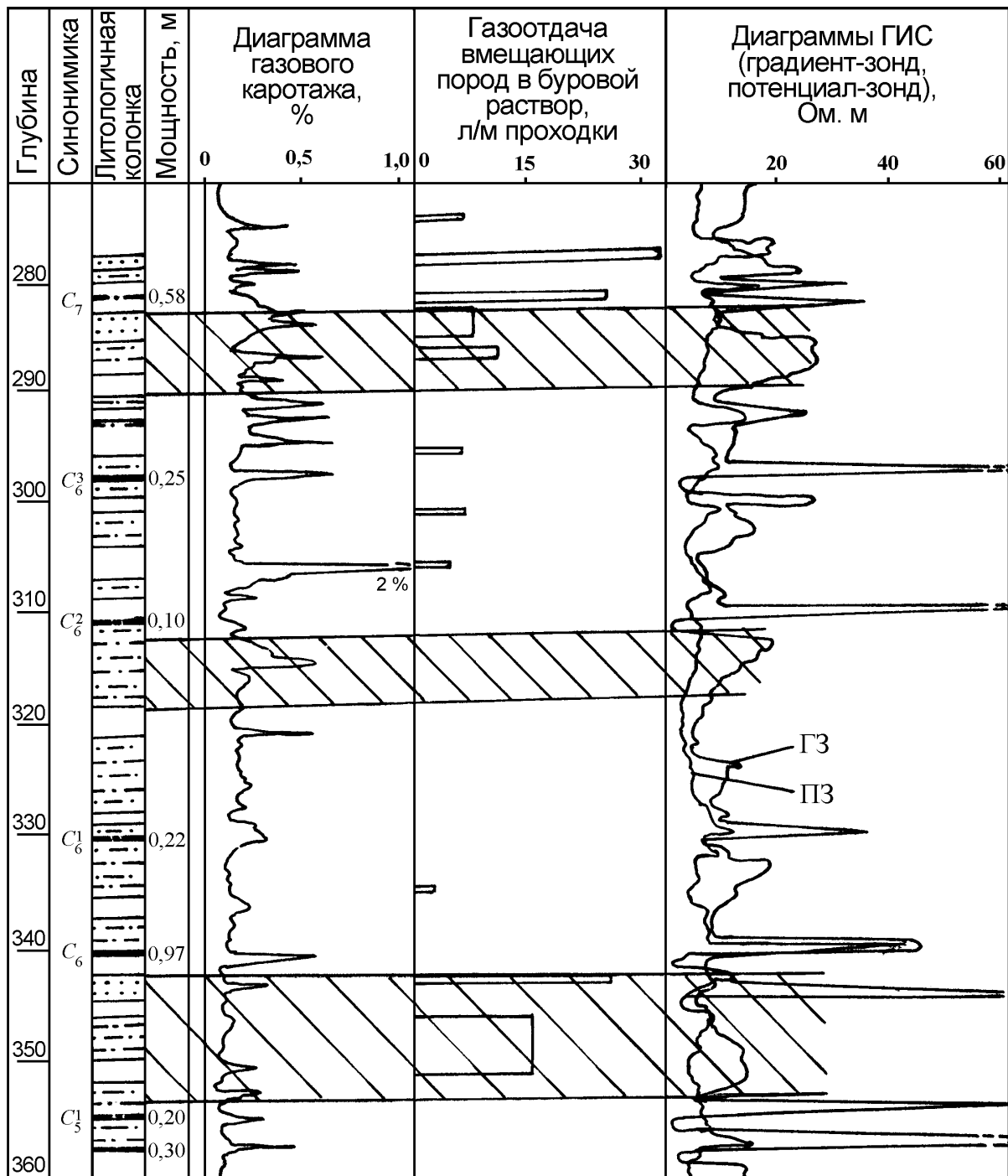


Рис. 1 - Результаты геофизических исследований (ГИС) и газового каротажа (ГК) по скв. № 13934 (поле шахты «Юбилейная»)

Мощность этих зон (коллекторов) изменяется по площади шахтных полей от 1-2 м до 7-8 м. В кровле этих коллекторов, как правило присутствует незначительной мощности (0,5-2 м) песчаник, что подтверждает регрессию моря в то палеоремя. Укрупненные подсчеты ресурсов газа-метана в нетрадиционных коллекторах свидетельствуют об их существенном количестве. Так по шахте «Юбилейной» в нетрадиционных коллекторах содержится 370 млн. м³ газа-метана, по шахте «Степная»- 63 млн. м³, по шахте «Герновская» - 26 млн. м³, по шахте Западно-Донбасской – 410 млн. м³ и т.д. Следует отметить, что разное количество ресурсов газа по вышеуказанным шахтам связано с различным газонасыщением нетрадиционных коллекторов, а также с тем, что подсчет ресурсов газа-метана выполнялся только по обрабатываемых и подготовленных к отработке участках шахтных полей.

Таким образом на ряду с песчаными коллекторами и угольными пластами, нетрадиционные коллектора угленосной толщи являются одними из главных поставщиков газа-метана в горные выработки угольных предприятий.

Подобные нетрадиционные коллектора, вероятно, существуют в разрезах угольных месторождений других угольных провинций страны, что требует дальнейших региональных исследований закономерностей их распространения, условий формирования, а также особенностей их коллекторских свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вимоги до комплексного вивчення родовищ і підрахунку запасів супутніх корисних копалин і компонентів та відходів гірничного виробництва, ДКЗ України, Київ, 1997р.
2. В.Я. Кириченко, Ю.М. Халимендик, А.В. Лишин, Б.М. Усаченко «Явление образования перемещающихся нарушенных зон впереди лавы», ж. «Науковий вісник», № 1, 2001 р., вид. Національної гірничої академії України, м. Дніпропетровськ. - С. 27-28.