

Академик НАН Украины А.Ф. Булат,
канд. техн. наук С.Ю. Макеев,
науч. сотр. В.Я. Осенний,
канд. техн. наук С.Ю. Андреев,
канд. техн. наук В.И. Емельяненко
(ИГТМ НАН Украины),
мл. науч. сотр. А.С. Баскевич (ДГХТУ)

ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ КАК СПОСОБ СТРУКТУРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ГОРНЫХ ПОРОД С ЦЕЛЬЮ ИХ ДЕГАЗАЦИИ

Приведено результати експериментальних досліджень по руйнуванню зразків пісковика, аргіліту і алевроліту при впливі на них електричним розрядом. Встановлені характерні закономірності зміни структурних властивостей цих гірських порід.

AN ELECTRIC DISCHARGE AS METHOD OF ROCKS STRUCTURAL TRANSFORMATIONS WITH THE PURPOSE OF THEIR DEGASSING

The results of experimental researches on destruction of sandstones, claystones and siltstones samples at influence on them by an electric discharge are given. The characteristic conformities of these rocks structural properties changes are set.

Исследование процессов дегазации подтверждает, что не всегда учитывается характер протекающих в углепородном массиве геомеханических процессов и реакция на них различных по литологическому составу слоев пород [1]. Эффективность технологии дегазации можно усилить, используя совместно с ней интенсифицирующие мероприятия в виде избирательного воздействия на структурные составляющие (слои) углепородного массива.

Одним из важных направлений в разработке технологий управления газовыделением из горного массива является исследование вопросов его поведения при воздействии различными способами. Полученные технологические решения можно использовать как при добыче и интенсификации извлечения полезных ископаемых, так и для повышения безопасности подземных работ.

Необходимо учитывать, что Донецкий бассейн представляет из себя углевмещающие толщи, сложенные десятками угольных пластов и пропластков различной мощности, в основном пологого и наклонного залегания с высокой метаноносностью. Исключительно большое влияние на свойства и поведение горных пород в массиве оказывает взаимное расположение слоев с различными физико-механическими свойствами [2].

Таким образом, применение различных способов воздействия на углепородную среду требует согласования параметров этих способов с откликом на них горного массива. Анализ этой взаимосвязи позволяет не только выбирать требуемый коэффициент запаса реализуемых динамических

нагрузок, но и минимизировать его за счет оптимизации величины режимных и конструктивных характеристик с целью разработки рациональной схемы воздействия.

В результате разнообразных внешних воздействий с целью интенсификации газовыделения изменяется внутренняя структура горных пород [3], причем каждый слой по-своему реагирует на то или иное воздействие. Происходит изменение напряженно-деформированного состояния горного массива, что существенно сказывается на извлечении газа из угольных пластов в условиях разнообразия горно-геологических характеристик их залегания.

Анализ путей управления состоянием горного массива показал, что наиболее практичными являются способы (ультразвуковой, вибрационный, гидродинамический и другие) [4], в основе которых лежат волновые явления. Если удачно подобрать внешние воздействия под различные по литологическому составу слои, то такие способы позволят легко управлять параметрами нагружения – частотой, амплитудой и длительностью волнового воздействия.

Одним из способов воздействия на горный массив, хорошо себя зарекомендовавший при интенсификации добычи нефти [5, 6], и вполне доступный для выполнения тех же работ на метановых скважинах, является электроразрядный способ.

Для проверки влияния электроразрядной обработки на характер возможных изменений структурных свойств горных пород были проведены лабораторные исследования по разрушению образцов кернов, взятых из скважин, пробуренных на полях шахты им А.Ф. Засядько. Керны отобраны из скважины МС-599 на уровне кровли пласта m_3 в районе его отработки 17 восточной лавой.

Исследования трещинообразования и дезинтеграции образцов песчаников, алевролитов и аргиллитов проводились в лабораторных условиях на специальных стендах. Порода размещали между погруженными в воду электродами. В зависимости от толщины образцов эксперименты проводились в двух режимах: 1) с емкостью конденсаторов 400-600 мкФ и напряжением 5 кВ; 2) с емкостью конденсаторов 12-24 мкФ и напряжением 18-22 кВ.

Реализация таких режимов позволяла менять скорость нагружения от 10^{-5} до 10^{-4} с $^{-1}$. В первом варианте толщина породного образца составляла 6 мм, а во втором – 20 мм. Количество импульсных воздействий на образец, доводящих его до разрушения, изменялось от 1 до 5.

В результате электрического разряда происходило дробление породы, а образовавшиеся фрагменты в последующем отбирались для дальнейшего определения изменения состава и свойств минеральных включений путем проведения рентгеноструктурного анализа. Он признан основным методом для изучения трансформаций молекулярной структуры пород в области больших, средних и малых углов рентгеновского излучения при векторе обратного пространства от 40 до 400 Å $^{-1}$. Анализ рентгенограмм осуществлялся по методикам [7, 8] на комплексе ДРОН-3 в монохроматизированном Со-К $_{\alpha}$ излучении с длиной волны $\lambda = 1,7902$ Å при напряжении на аноде 30 кВ и токе

трубки 20 мА. Расшифровка фазовых составляющих пород проводилась с использованием данных картотеки [9].

Типичный характер разрушения, размеры полученных фрагментов и интенсивность дробления образцов алевролитов, аргиллитов песчаников показаны на рис. 1-4.

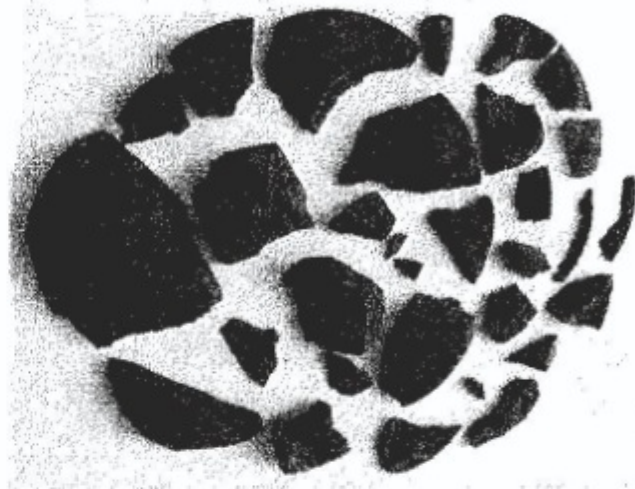


Рис. 1 – КERN аргиллита из скважины, пробуренной на поле шахты им. А.Ф. Засядько в кровлю пласта m_3 (глубина 1299-1300 м), и характер его разрушения после электроразрядного воздействия с параметрами $U = 22$ кВ, $C = 12$ мкФ

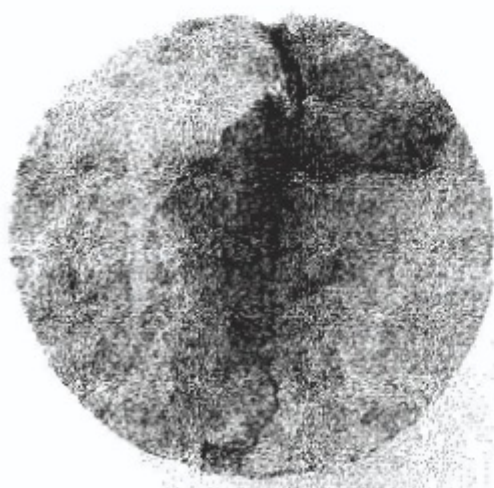


Рис. 2 – КERN алевролита из скважины, пробуренной на поле шахты им. А.Ф. Засядько в почву кровлю пласта m_3 (глубина 1319-1322 м), и характер его разрушения

после электроразрядного воздействия с параметрами $U = 22$ кВ, $C = 12$ мкФ

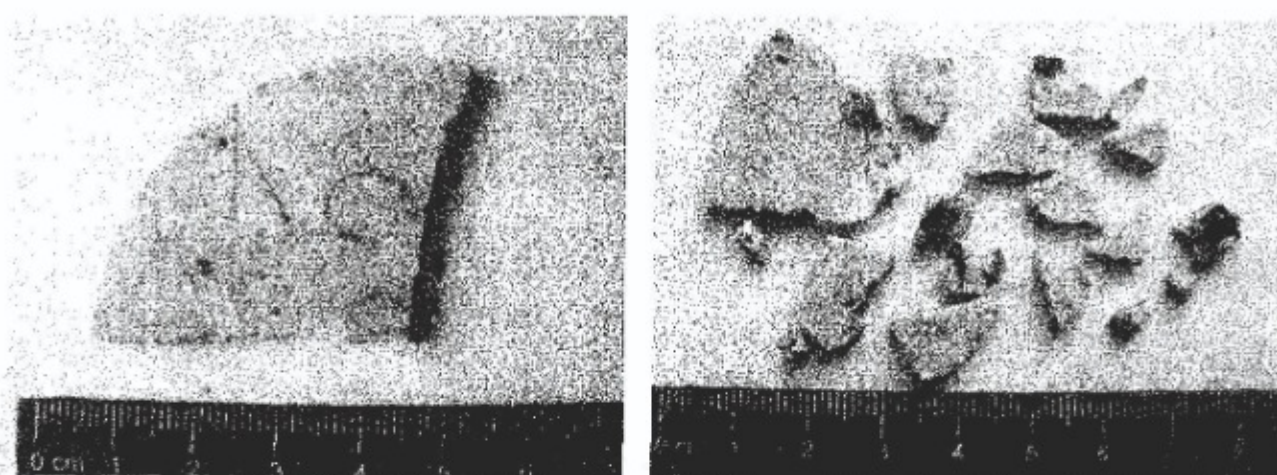


Рис. 3 – Фрагмент керна песчаника из скважины, пробуренной на поле шахты им. А.Ф. Засядько в кровлю пласта m_3 (глубина 1247-1258 м), и характер его разрушения после электроразрядного воздействия с параметрами $U = 5$ кВ, $C = 400$ мкФ.

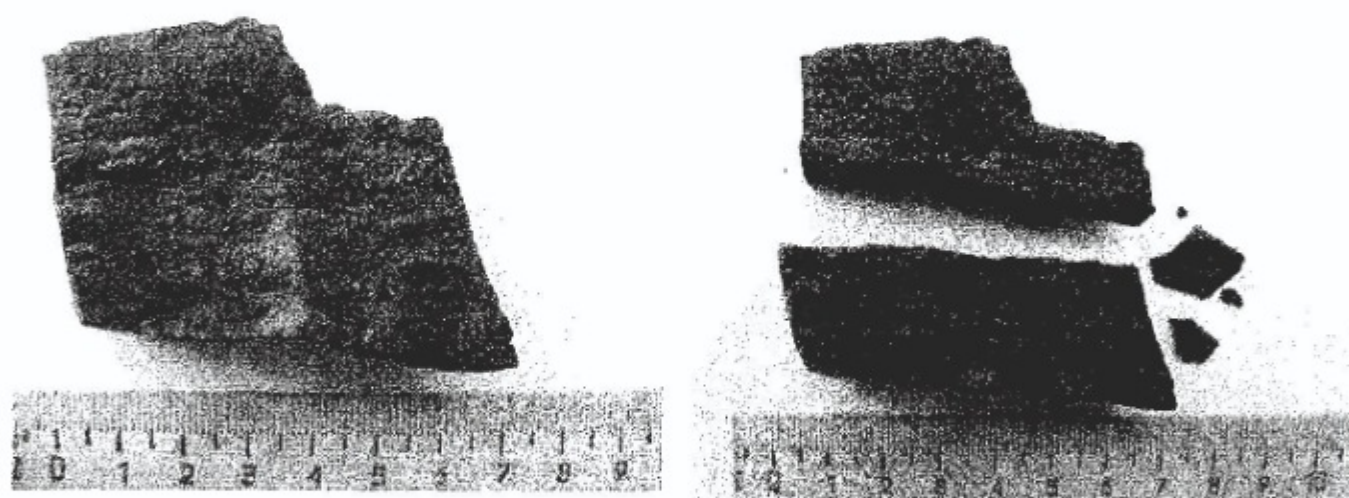


Рис. 4 – Образец тонкозернистого песчаника, отобранного на шахте им. А.Ф. Засядько с глубины 1103 м после выброса 11.04.2005 г., и характер его разрушения в результате электроразрядного воздействия с параметрами $U = 22$ кВ, $C = 12$ мкФ

Получены дифрактограммы для каждого из режимов нагружения, одна из которых (для песчаника) приведена на рис. 5. Сравнение с аналогичной дифрактограммой необработанного материнского образца породы (рис. 6) позволяет судить об изменении структурных параметров горной породы.

Расшифровкой дифрактограмм установлено: в образце песчаника доминируют фазы α -кварца и каолинита в количестве 68 % и 30 % соответственно. α -кварцу соответствуют межплоскостные расстояния 4,25;

3,34; 2,45; 2,29; 2,23; 2,12; 1,98; 1,81; 1,67; 1,54; 1,45; 1,37, а каолиниту – 7,17; 4,43; 3,56; 3,15; 2,75; 1,67; 1,48. После ЭГИ воздействия в песчанике в результате структурных превращений количество каолинита снизилось до 10 %, а количество α -кварца возросло до 88 %. Это можно объяснить разложением каолинита на Al_2O_3 и SiO_2 .

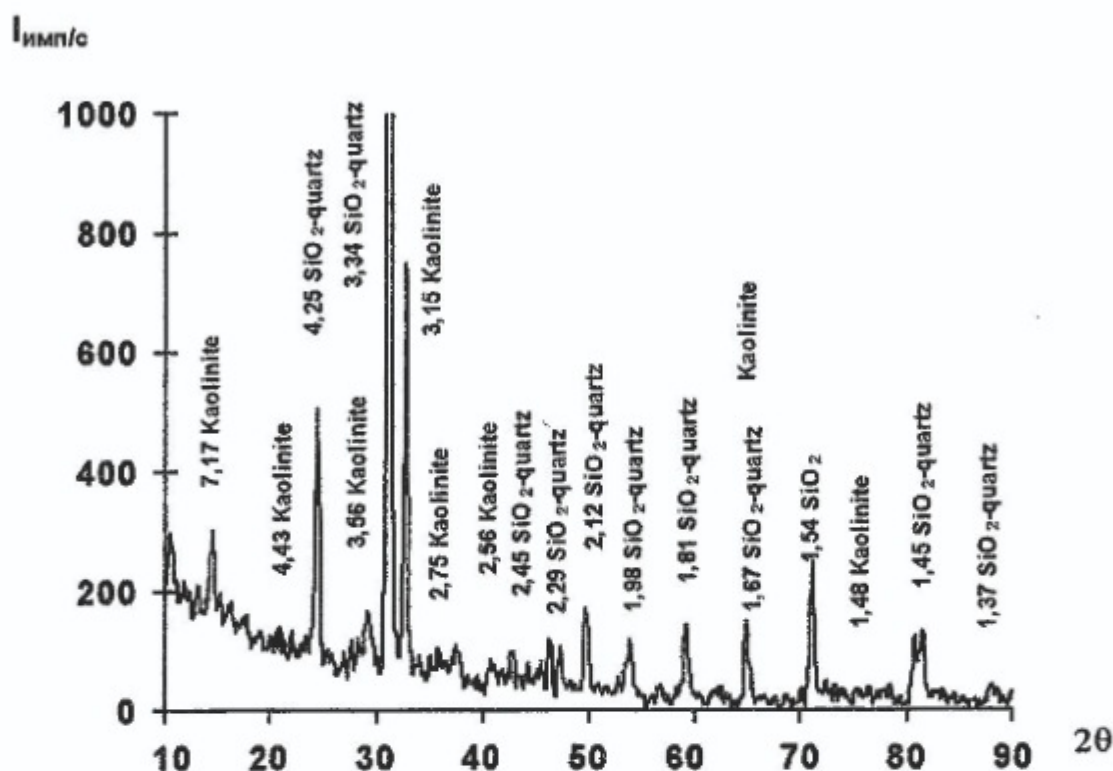


Рис. 5 – Дифрактограмма разрушенного электроразрядом образца песчаника, залегающего в кровле пласта m_3 шахты им. А.Ф. Засядько

В необработанных образцах алевролита основными компонентами также являются фазы α -кварца и каолинита в количестве 89 % и 9 %, а в образцах аргиллита – соответственно 82 % и 16 %. В результате ЭГИ воздействия процентное содержание компонентов в образцах изменяется незначительно: в пределах 1 % в алевролите на увеличивается фаза каолинита, а в аргиллите – фаза α -кварца.

По нашему мнению, полученные результаты свидетельствует о том, что ЭГИ воздействие на отдельные слои пород с целью повышения их проницаемости, следует проводить избирательно, в конкретном случае – на уровне залегания именно песчаников. Ибо, величина газовыделения предопределяется в основном не столько природной трещиноватостью, сколько проницаемостью горного массива, т.е. сохранностью трещин в раскрытом состоянии, которое соответствует наиболее прочным участкам.

Для более детального обоснования вышесказанного необходим комплекс натурных экспериментов с учетом разнообразия горно-геологических условий залегания пород, а также сравнение аналогичных результатов для других способов воздействия на горные породы. Проверку ЭГИ способа повышения проницаемости призабойной зоны планируется провести на скважине СД-1701 шахты им. А.Ф. Засядько.

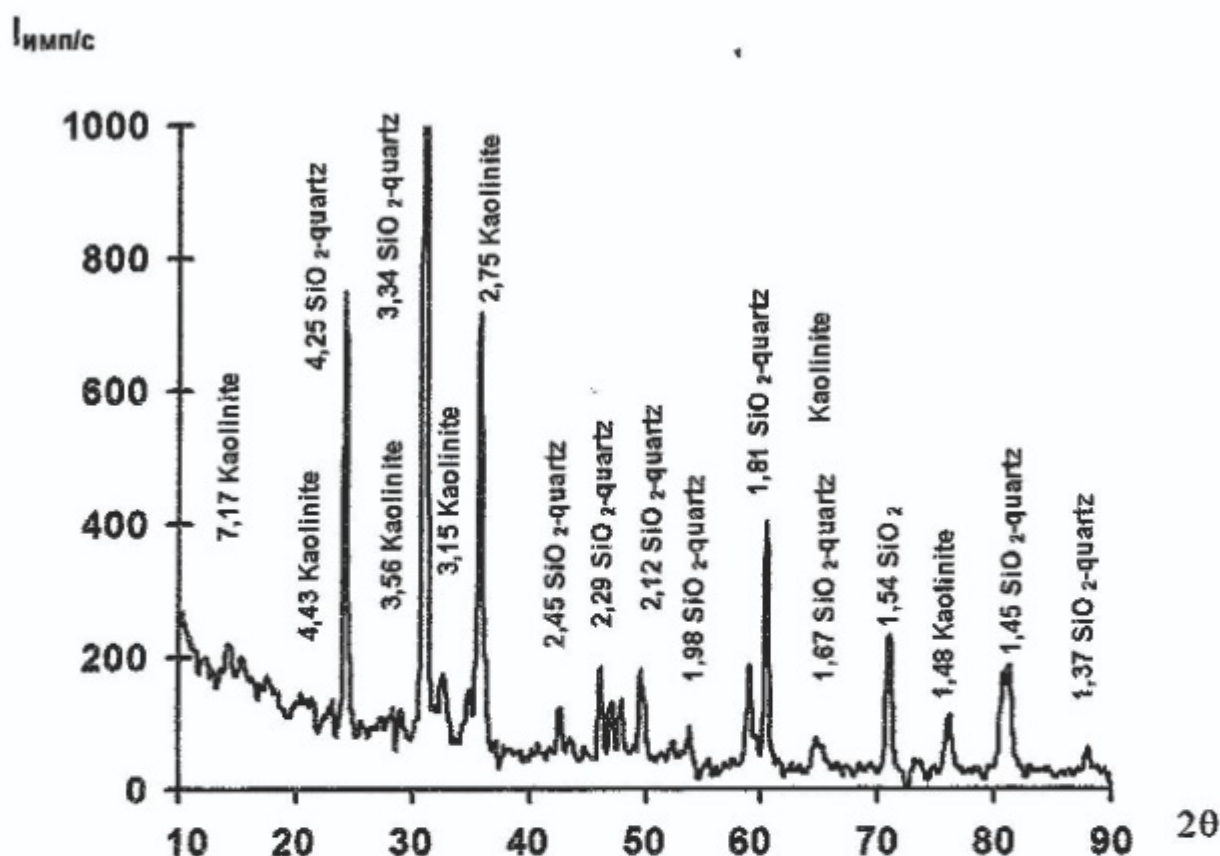


Рис. 6 – Дифрактограмма материнского образца песчаника, залегающего в кровле пласта m_3 шахты им. А.Ф. Засядько

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булат А.Ф., Звягильский Е.Л. Научно-методические основы и реализация технологии дегазации угленосного массива – "газового горизонта" // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. трудов / Ин-т геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2005. – Вып. 53. – С. 3-8.
2. Булат А.Ф. Концепция комплексной дегазации угленосного массива для условий шахты им. А.Ф. Засядько // Геотехническая механика: Межведомственный сборник научных трудов / Ин-т геотехнической механики им. М.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2002. – Вып. 37. – С. 10-17.
3. Малышев Ю.Н., Трубецкой К.Н., Айруни А.Т. Фундаментально прикладные методы решения проблемы метана угольных пластов. – М.: Издательство Академии горных наук, 2000. – 519 с.
4. Особенности интенсификации извлечения метана поверхностными дегазационными скважинами / А.П. Клец, С.Ю. Макеев, В.П. Иванов, С.В. Макаренко // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. трудов / Ин-т геотехнической механики НАН Украины. – Днепропетровск, 2002. – Вып. 37. – С. 93-96.
5. Сизоненко О.Н., Малюшевский П.П., Горовенко Г.Г. Исследование влияния электровзрывного воздействия на свойства продуктивного пласта нефтяных скважин // Электроимпульсная технология и электромагнитные процессы в нагруженных твердых телах: Тез. Всес. науч. совещания. – Томск. – 1982. – С. 55-56.

6. Ахметов И.Г. Вопросы электрогидравлического воздействия на призабойную зону скважин // Новое в теории и практике электрогидравлического эффекта. – К.: Наук. думка. – 1983. – С. 136-140.

7. Горелик С.С. Рентгеноструктурный и электроннооптический анализ. Приложения / Горелик С.С., Расторгуев Л.Н., Скаков Ю.А. – М.: Металлургия, 1970. – 108 с.

8. Руководство по рентгеноструктурному исследованию материалов / Под ред. В.А. Франк-Каменецкого. – Л.: Недра, 1975. – 399 с.

9. Joint Committee on Powder diffraction standards / A Pennsylvania Non-profit Corporation 1601. Park lane. Swarthmore, Pa. 19081. Printed in Philadelphia, 1975.

УДК 553.94:553.981:553.04 (477.8)

Член-кор. НАН України М.І. Павлюк,
канд. геол.-мін. наук С.І. Бик,
канд. геол.-мін. наук І.М. Наумко
(ІТГК НАН України)

ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКИЙ КАМ'ЯНОВУГІЛЬНИЙ БАСЕЙН – ПЕРСПЕКТИВНИЙ ГАЗОНОСНИЙ (МЕТАНОНОСНИЙ) РЕГІОН УКРАЇНИ

Отнесение Львовско-Волинского каменноугольного бассейна к перспективному газоносному (метаносному) региону Украины обосновано наличием значительных ресурсов (запасов) сорбированного газа-метана, отсутствием в регионе его достаточных других источников и удобным географическим расположением бассейна. Генерация газа-метана, его накопление в структурах-ловушках и формирование залежей промышленного значения происходила как за счет метаморфизма углей, так и притока в составе глубинных флюидов разломными зонами глубокого заложения в фундаменте.

LVIV-VOLYN' COAL BASIN AS A PERSPECTIVE GAS-BEARING (METHANE-BEARING) REGION OF UKRAINE

Classifying of the Lviv-Volyn' coal basin as a perspective gas-bearing (methane-bearing) region of the Ukraine is motivated by the presence of considerable resources (reserves) of the sorbed gas-methane, by the absence of its another sufficient sources and a suitable geographic location of the basin. Generation of gas-methane, its accumulation in the structures-traps and formation of deposits of commercial value occurred at the expense of both coal metamorphism and inflows contained in the deep-seated fluids brought down through the fault zones of deep-seated laying in the basement.

Вугленосні формації України є потужним акумулятором метану, що можна розглядати як супутню, так і самостійну корисну копалину – значний резерв вуглеводневої сировини для паливно-енергетичного комплексу України [1], і який, поряд з вугіллям, необхідно розвідувати, оцінювати запаси за тими ж категоріями, що й вугілля, вдосконалювати або розробляти нові технології видобутку і використання для задоволення потреб населення та промисловості.

Видобуток метану здійснюється у процесі дегазації вуглепородного масиву, чим вирішуються три важливі завдання [2]:

по-перше, створюються безпечніші умови видобутку вугілля щодо газового фактору;

по-друге, зменшуються техногенні викиди метану у повітря;

по-третє, економіка держави отримує значну кількість висококалорійного палива.