

ПОШИРЕННЯ НЕНАСИЧЕНИХ ВУГЛЕВОДНІВ – ОДИН ІЗ МЕТОДІВ ВИВЧЕННЯ МАСОПЕРЕНОСУ ФЛЮЇДІВ У ВУГЛЕПОРОДНИХ МАСИВАХ ДОНБАСУ

Н. В. Вергельська

доктор геологічних наук

І. М. Скопиченко

кандидат геол.-мін. наук

Державна установа «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури НАН України», м. Київ, бул. ак. Вернадського 34 б

Ненасичені вуглеводні – етилен, пропілен та ацетилен, можна характеризувати як адвентивні гази вуглеводних масивів, які зайняли своє сучасне положення у газовій складовій вуглеводневої газової суміші шляхом транспортування розривними порушеннями з глибинних горизонтів до приповерхневих.

Ключові слова: ненасичені вуглеводні, вуглеводні масиви, масоперенос, Донбас.

DISTRIBUTION OF UNSATURATED HYDROCARBONS IS ONE OF THE METHODS OF STUDYING FLUID MASS TRANSFER IN THE COAL- ROCK MASSIF OF DONBAS

N. V. Vergelska

Doctor of geological sciences

I. M. Skopychenko

Candidate of geol.-min. of science

State Institution «Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and infrastructure development of National Academy of sciences of Ukraine», Kyiv, blvd. Ac. Vernadskyi 34 b

Unsaturated hydrocarbons - ethylene, propylene and acetylene, can be characterized as adventitious gases of coal-bearing massifs, which took their current position in the gas component of the hydrocarbon-gas mixture through transport by discontinuous disturbances from deep horizons to near-surface ones.

Key words: unsaturated hydrocarbons, coal-bearing massifs, mass transfer, Donbas.

Вступ. З масопереконом глибинних флюїдів пов'язують формування родовища корисних копалин, зокрема найбільш досліджені, рудні та нафтогазові. У той же час, поширення газу у вуглеводних масивах пов'язано з їх тектонічною будовою, а особливо з розривними порушеннями які є шляхами міграції вуглеводнево-водневих сумішей із глибших горизонтів.

Дослідженням перерозподілу газу у вуглепородних масивах займалися А.Я. Радзівілл, В.В. Лукінов, Л.І. Пимоненко, Д.П. Гуня та інші. Зокрема дослідженням ненасичених вуглеводнів у вуглепородних масивах проведено О.М. Сукачовим [4-6], а у газових сумішах вуглепородних масивах та відпрацьованих виробок Н.В. Вергельською.

Крім відомих методів вивчення ізотопного складу вуглеводнево-водневих потоків, у зв'язку з масопереносом флюїдів із глибоких горизонтів, з практичної точки зору є вивчення міграції та просторового перерозподілу у вуглепородних масивах вуглеводнів метанового ряду, зокрема ненасичених вуглеводнів (етилен, пропілен та ацетилен). Дослідження ненасичених вуглеводнів, є актуальним питанням: як причина виникнення газодинамічних явищ та як критерій при перебігу газодинамічних явищ у вугільних виробках.

Матеріали та методи досліджень.

В основу дослідження покладено результати проб відібраних на вуглевидобувних підприємствах Донецького басейну у 2005 – 2021рр. Вміст ненасичених газів у газовій суміші визначено за методикою [4] (патент № 79554 від 25.04.2013).

Результати дослідження та обговорення.

Причиною пошуку геологічних тіл, які вміщують у своїй газовій суміші ненасичені вуглеводні, раптові прояви викидів порід і вугілля та вибухів рудничної атмосфери під час проведення гірничих робіт. Нажаль, найчастіше першопричиною раптових катастрофічних вибухів рудничної атмосфери вважається «людський фактор». Для вирішення вказаного питання, було здійснено пошук природної енергомісткої та метастабільної хімічної сполуки, яка за визначених, але не врахованих під час проведення гірничих робіт умовах, виділяла енергію, спроможну спричинити подрібнення та викид подрібненого матеріалу у гірничу виробку. За допомогою фізико-хімічних трансформацій молекул цієї сполуки виділялася значна енергія, результатом якої є газодинамічні явища з катастрофічними наслідками. Здатність такого енергоносія під час проходження гірничих виробок доводити енергетичну недосконалість молекул до критичної, визначало раптовість переходу потенційної енергії – в кінетичну [6].

У довідниковій та спеціальній літературі з органічної хімії наводиться ряд ненасичених органічних сполук, головною властивістю яких є колосальна енергомісткість і, у зв'язку з енергетичною недосконалістю їх молекул – метастабільність. Значна кількість у вугільному масиві вуглецю – елемента, якому властиві руйнування і відновлення хімічних зв'язків з більшістю елементів різними способами, а також факт підтоку з глибинних горизонтів

вільного водню, давали підстави для припущення можливості синтезу природних ненасичених вуглеводневих сполук за певних умов при проведенні гірничих робіт.

Відомо, що синтез молекул ненасичених вуглеводнів можливий тільки за умов високих температур. Етилен та пропілен утворюються шляхом піролізу нижчих вуглеводнів за температури 900°C і вище. Ацетилен синтезується за піролізу метану при температурі 1500°C та з карбиду кальцію, утворення якого відбувається за енергетичної потужності 1600°C. Цілком очевидно, що такі умови відсутні у верхніх горизонтах масиву і можливі тільки у глибинних його частинах. Таким чином, ненасичені вуглеводні – етилен, пропілен та ацетилен, можна характеризувати як адвентивні гази, які зайняли своє сучасне положення у газовій складовій вуглепородного масиву шляхом транспортування розривними порушеннями з глибинних горизонтів до при поверхневих (вугільних виробок) [5].

Дослідження полягали у вивченні складових газової суміші залишкової газової складової вугільних пластів, яка у місцях уповільненої конвективної дифузії майже відповідає якості газової складової пор вугілля.

Вивчення вмісту ацетилену у газовій суміші вуглепородних масивів проведене у південно-західній частині поперечної до головної складчастості Донбасу, найбільш тектонічно активна зона Вітківського та Григор'ївського насувів. У межах досліджуваної зони Оленівська магмотермальна аномалія та Амвросіївський купол могли бути енергетичним джерелом деструкції нижчих і синтезу ненасичених вуглеводнів. Оленівська магмотермальна аномалія розміщена у вузлі перетину бортових розломів Складчастого Донбасу та Українського щита, а Амвросіївський купол і гіпотетична інтрузія під ним на глибині 5 км – у зоні Єланчик – Ровеньківського глибинного розлому [3, 6]. Стверджуючи наявність у газовій складовій вугільних пластів та вміщуючи порід термогенних, біогенних та абіогенних складових, не виключається можливість насичення вуглепородного масиву ненасиченими вуглеводнями, що мігрують глибинними розломами з верхньої мантії у більш високі горизонти осадових порід та акумулюються у зонах розривних порушень з різною амплітудою [1, 2]. Однак, відсутність аналізу ізотопного складу елементів, що складають ненасичені вуглеводні, сьогодні не надає можливості їх розподілу на мантійний чи магмотермальний типи.

Системне дослідження пластів шахти ім. О.Ф. Засядька – l_1 та m_3 – підтвердило тенденцію максимального вмісту ацетилену на південно-східних апофізах насувів у межах шахтного поля. Опробуванням вугільних пластів з наступними газоаналітичними дослідженнями вміщеними у пробах газів, у

межах 16-ої західної лави вугільного пласта m_3 встановлена ацетиленна насиченість вугілля у зоні апофізу № 4 у південно-західній частині Вітківського насуву. Протяжність зони від лінії насуву – майже 700 м, ширина, в основному – 120 м. Незначну (соту частку відсотка) кількість ацетилену виявлено у районі газодинамічного явища на 15-й західній лаві. Ацетиленна насичену ділянка вугільного пласта встановлено у межах 11-ої та 12-ої західної лави пласта l_1 .

На ділянках вугільних пластів l_1 , m_3 та k_5 , що примикають до північно-західної периферії Григор'ївського насуву, ацетилен не встановлений.

Ацетилен насичені ділянки вугілля південно-східних апофіз Вітківського насуву, поширені, зазвичай, не на всьому протязі розривних порушень, що пояснюється чергуванням зон сколу із зонами відриву, які під час масопереносу є зонами транспортування газів.

У хвостовій частині розривних порушень із суміші вугільних газів поступово виклинюється ацетилен до його повного зникнення. Особливо чітко це встановлено у районі вибуху рудничної атмосфери на 15-й західній лаві пласта m_3 , а також на ділянці розривного порушення на перших пікетах вентиляційного штреку 13-ої західної лави пласта l_1 .

У газових сумішах із вугільних пластів етилен скрізь, а пропілен майже скрізь супутній ацетилену. При цьому, контури поширення етилену та пропілену, у більшості досліджених випадків, на 50-70 м перевищують контури поширення ацетилену [5, 6].

Аналізуючи дані хроматографії вміщених у вугільних пластах та вміщуючих породах вуглеводневих газів, відібраних на пластах l_1 і m_3 на шахті ім. О.Ф. Засядько необхідно відмітити, що якісні характеристики цих газів відрізняються не за глибиною залягання вугільних пластів, а за простяганням, де простежуються розривні порушення у вугільному пласті.

Зважаючи на те, що вуглеводні метанового ряду, крім частини метану з проблематичною генетикою, синтезовані у більш жорстких температурних і тискових умовах ніж сучасні умови їх поширення [3], можна стверджувати, газонасичення вугільного масиву відбулося за рахунок конвективної дифузії газової суміші тріщинами розривних порушень, тобто за рахунок переносу речовини рухомим середовищем. Рух потоку речовини відбувався у відповідності другому закону термодинаміки, згідно якому стан речовини змінюється в напрямку досягнення рівноваги температури і тиску – з глибоких горизонтів до приповерхневих, від високих температур і тиску – до більш низьких. В результаті дисипації енергії під час процесу масопереносу остаточна масовіддача у верхніх горизонтах масиву відбулася як за рахунок молекулярної дифузії так і переходу частини газу в адсорбований стан.

Висновок.

Північно-західні крила Вітківського, Григор'ївського та Первомайського насувів насичувались комплексом нижчих вуглеводнів та ненасиченими вуглеводнями, виключаючи ацетилен, а на північно-східних крилах, крім перерахованих газів, масив насичувався і ацетиленом.

У зв'язку з тим, що у прирозломних зонах сорбованими є більш важкі вуглеводні ($C_3 - C_5$) та ненасичені вуглеводні (етилен, пропілен, ацетилен), які не складають основу газової вуглеводневої суміші вугільних пластів. Припускаємо, що під час всіх етапів масопереносу адвентивні гази не відчували значного тиску з боку корінних газів, які перебували у порах вугільних пластів та вміщуючи порід. Таким чином, основна маса сучасних газових вуглеводнів вуглепородного масиву існує за рахунок процесу масопереносу від місць їх генезису (синтезу) – до місць їх сучасного поширення та може змінюватися під час тектонічних (тектоно-магматичних) подій.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Boki, V.V., Gunya, D.P., Pimonenko, L.I., Balalaev, A.K., Vergelska, N.V. (2013). Migration and accumulation of deep gas as one of the factors in the occurrence of emergencies. *Tectonics and stratigraphy*, 40, 49-58.
2. Вергельська, Н., Пимоненко, Л., Скопиченко, І. Гірничо-геологічні особливості прогнозування динамічних явищ у вугільних шахтах. *Гірнична геологія та геоecологія*. 2022. 1(4). С. 5–15. DOI:[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.1\(4\).273777](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.1(4).273777).
3. Savchuk, V.S., Kudelya, Yu.A., Maidanovych, I.A. (1987). State and prospects of developments in predicting dynamic phenomena in coal mines. Preprint 87-43. Kyiv IGN AN Ukrainian SSR.
4. Спосіб визначення залишкової газової складової вуглепородного масиву Донбасу, автори А. Я. Радзівілл, О. М. Сукачов, Н. В. Вергельська, М. Ю. Соболев, Патент No 79554 від 25.04.2013. Державна служба інтелектуальної власності України, 2013.
5. Sukachov, O.M. (1985). The role of copper and silver acetylenides in the nature of sudden emissions. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Series B*, 11, 21-24.
6. Sukachov, O.M. (1987). Physico-chemical aspects of sudden emissions in mines. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Series B*, 10, 22-25.