Ігор НАУМКО, Ігор КУРОВЕЦЬ, Микола ЗУБИК, Богдан САХНО, Павло ЧЕПУСЕНКО

ВУГЛЕВОДНЕВІ СПОЛУКИ ТА ВІРОГІДНИЙ МЕХАНІЗМ ГАЗОГЕНЕРАЦІЇ У ПЕРСПЕКТИВНИХ НА «СЛАНЦЕВИЙ» ГАЗ ВІДКЛАДАХ СИЛУРУ ЛЬВІВСЬКОГО ПАЛЕОЗОЙСЬКОГО ПРОГИНУ

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів,
e-mail: igggk@mail.lviv.ua

З огляду на специфіку «сланцевого» газу як дискретної газової фази, з одного боку, сорбованої мінеральною і органічною речовиною, з іншого – окклюдованої дефектами закритої пористості порід (флюїдні включення, закриті пори, порожнини, каверни, тріщини), особливого значення набуває ідентифікація у них вуглеводневих сполук і встановлення вірогідного механізму газогенерації. З цією метою для дослідження перспективно газоносних товщ силуру Львівського палеозойського прогину, на відміну від літературних даних (Ставицький, Голуб, 2011; Губич і ін., 2012; Загнітко, Михайлов, 2014), застосували мас-спектрометричний хімічний аналіз. Особливістю розробленої методики є вивільнення газу при механічному подрібненні проби, що наближає процес до умов подрібнення порід у зоні штучного гідравлічного розриву.

У складі газів закритої пористості граполітових аргілітів силуру за представницьким розрізом параметричної свердловини 1-Ліщинська встановлено перевагу метану (до 100 об. % в інтервалі глибин 2750–2755, 2800–2804 і 2998–3003 м), появу на глибших горизонтах етану (5,4 об. %), діоксиду вуглецю і азоту. Дуже високою є сумарна вагова концентрація, головно, вуглеводневих компонентів (12,440–61,600·10^{-6} г/г проби). Відсутність пари води може свідчити про «сухість» вуглеводневмісних систем, присутніх в аргілітових верствах, а низькі значення відносної газонасиченості (0,07–0,27 Па) – про те, що перетворення органічної речовини як джерела летких сполук проходило за невисоких (головно, літостатичних) тисків, як стверджено термодинамічними розрахунками Е. Б. Чекалюка (1990). Однак оцінений загальний баланс «сланцевого» газу у світі (Дмитриевский и др., 2011) переконує в потребі припливу глибинних флюїдів (Наумко, 2006) незалежно від джерела. У нашому випадку це фіксується ізотопним складом Карбону кальциту прожилково-вкрапленої мінералізації ($\delta^{13}C$ = -3,88 ‰ (PDB), після протравлення соляною кислотою – -8,34 ‰ (Загнітко і ін., 2011; Михайлов і ін., 2014), істотно метановим складом газу (100 об. %), на порядок вищою відносною газонасиченістю (1,07 Па) порівняно з аргілітами та появою пари води у включеннях у кальциті, що заліковував потужні системи сполучених субвертикальних і горизонтальних тріщин в аргілітових верствах.

На підставі отриманих даних і відомостей про сорбційно-генераційні процеси утворення метану у вугіллі, виходячи з принципової єдності природи і шляхів перетворення розсіяної (у нашому випадку у вигляді керогену в аргілітах) чи концентрованої (у вугіллі) форм органічної речовини (Геологический словарь, 2012), обгрунтовано вірогідний механізм і динаміку газо-

генерації при формуванні «сланцевого» газу. Методом растрової електронної мікроскопії (Кирюков и др., 2009) встановлено, що сорбції і генерації метану у вугіллі проходить в етапи вихідної метаногенерації, сорбції і десорбції метану, фільтрації газу. Згідно з (Храмов, Любчак, 2009) метан генерується при розкладі високомолекулярної органічної речовини в ланцюгових вільнорадикальних реакціях метильного радикала у поровому просторі літобази зі збільшенням об'єму та з локальними проявами високого ступеня розрідження, яке створюється нано-, мікро- і макроструктур у гетерогенній системі газ–вугілля. На початку перетворення осадових верств за стійких геодинамічних умов у захороненій органічній речовині проходять повільні структурні перебудови і хімічні зміни у напрямі карбонізації з утворенням як метану (CH_4), так і вільних радикалів, насамперед CH_3, для – етану (C_2H_6) й інших вуглеводнів (*біогенний* газ). Надалі при термодеструкції порід при катагенезі за зрослих температури і тиску структурні зміни органічної речовини інтенсифікуються, що посилює газогенерацію і утворення *термобаричного* газу. За певної критичної концентрації вільних радикалів, яка досягається при раптовому миттєвому порушенні локальної динамічної рівноваги, ініціюються ланцюгові вільнорадикальні реакції (Жеребецька і ін., 2011), що призводить до *новоутворень* газу в порах, аж до, можливо, нанорозмірних на рівні структури мінералів (Кирюков и др., 2009). Цьому сприяють чинники : 1) природний – гідродинамічний удар (до прикладу, трансформація сейсмічного удару у гідравлічний (Линецкий, 1974) в зоні втілення глибинного високотемпературного флюїду і припливу *глибинного* газу, зокрема й абіогенно-біогенного походження (Наумко, 2006), і 2) штучний – гідродинамічний удар у зоні гідравлічного удару при гідравлічній стимуляції тріщинуватості – *стимульоване* газоутворення. Власне під впливом глибинних флюїдів значно посилюються каталітичні властивості глинистих мінералів, інтенсифікуючи газогенераційні процеси (Косачев и др., 2010), що сприяє перманентному припливові природного газу (Лукин, $2011_{1,2}$). Сукупно перелічені явища забезпечують газогенерацію і утворення «сланцевого» газу.

Отже, у складі газів закритої пористості граптолітових аргілітів палеозою Волино-Поділля ідентифіковано релікти відновних, практично істотно водневодневих безводних («сухих») флюїдів. Це вказує на наявність у відкладах умов, як для генерації вуглеводнів у процесах перетворення органічної речовини, сорбованої і окклюдованої мінеральною і органічною складовою порід на стадії катагенезу, так і припливу глибинних вуглеводневих флюїдів, і, отже, підтверджує газосланцевий потенціал надр регіону. Оцінено вплив летких сполук закритої пористості на сумарну потенційну газоносність порід, що матиме значення (не заторкуючи інших аспектів проблеми) при підрахунку ресурсів (запасів) «сланцевого» газу.