

УДК 553.981:552.52 (477.8)

Ігор Попп, Михайло Шаповалов, Петро Мороз

*Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,
вул. Наукова, 3а, Львів, Україна, 79060,
itpopp@ukr.net*

МІНЕРАЛОГІЧНИЙ ТА ГЕОХІМІЧНИЙ АСПЕКТ ПРОБЛЕМИ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ (НА ПРИКЛАДІ ЧОРНИХ АРГІЛІТІВ ЗАХОДУ УКРАЇНИ)

Досліджено речовинний склад потенційно газonosних глинистих відкладів нижнього силуру Волино-Подільської окраїни Східноєвропейської платформи у контексті формування покладів сланцевого газу. Запропоновано теоретичні моделі геохімічних і фізико-хімічних процесів, які відбуваються під час седиментогенезу й літогенезу газonosних вуглецевмісних глинистих і кременисто-глинистих відкладів (“газonosних сланців”) та розроблення покладів сланцевого газу.

Ключові слова: сланцевий газ, чорні аргіліти, глинисті мінерали, органічний вуглець, Волино-Подільська окраїна Східноєвропейської платформи.

Під час дослідження умов формування покладів так званого сланцевого газу постають такі питання: як газ потрапив у нині закриті пори та які мінералогічні й геохімічні особливості глинистих відкладів сприяли його акумуляції?

У контексті цієї проблеми ми вивчали речовинний склад потенційно газonosних нижньосилурийських глинистих відкладів Волино-Подільської окраїни Східноєвропейської платформи. Ці осадові утворення ми трактуємо як колишні газоматеринські відклади, з яких газ не зміг з певних причин цілком мігрувати.

Асоціація глинистих мінералів у глинистих породах S_1 представлена головно гідрослюдою та хлоритом, значно менше є каолініту і змішаношаруватих утворень типу гідрослюда–монтморилоніт. Породи містять домішки кварцу, кальциту, польового шпату. Виявлено ознаки адсорбції органічних сполук глинистими мінералами.

Зазначимо, що у скременілих бітумінозних аргілітах нижньої крейди й олігоцену Українських Карпат (шипотська та менілітова світи) змішаношаруваті утворення типу гідрослюда–монтморилоніт наявні в порівняно більшій кількості, причому їхній уміст зменшується в зоні глибинного катагенезу.

Згідно з результатами досліджень, виділено такі різновиди порід:

1) чорні скременілі аргіліти – текстура масивна; $SiO_{2\text{вільн}}$ – 14,10–14,50 %, алюмосилікати – до 82,27–82,44 %; порівняно мало карбонатів ($CaCO_3$ – 2,07–2,27 %); вміст $C_{\text{орг}}$ становить 0,36–0,88 %, піриту FeS_2 – 0,26–0,34 %;

2) темно-сірі аргіліти – текстура сланцювата; дуже мало кварц-халцедонового матеріалу: $SiO_{2\text{вільн}}$ – 0,67 %, алюмосилікати – до 90,56 %; вміст кальциту вищий ($CaCO_3$ – 3,40 %); $C_{\text{орг}}$ – 2,35–2,43 %; пірит – 2,33 %;

3) темно-сірі скременілі аргіліти – текстура косо-шарувата; $\text{SiO}_{2\text{вільн}}$ – 13,87 %, алюмосилікати – до 72,34 %; органічної та карбонатної складової найбільше, %: $\text{C}_{\text{орг}}$ – 3,44–3,51, CaCO_3 – 7,97; пірит – 1,43 %.

У чорних скременілих аргілітах органічної речовини недостатньо, щоб забезпечити реалізацію їхніх газоматеринських властивостей та гідрофобізацію порового простору. Породи з порівняно вищим вмістом $\text{C}_{\text{орг}}$ за сприятливих геологічних і геохімічних умов можуть гідрофобізуватися й бути колекторами вуглеводнів, зокрема “сланцевого газу”.

Для однозначних висновків щодо потенційної газоносності всієї нижньосилурійської товщі треба детальніше вивчити закономірності розподілу в ній органічної речовини, адже вміст $\text{C}_{\text{орг}}$ є важливою ознакою для діагностики потенційних колекторів сланцевого газу. Його можуть генерувати тільки ті породи, які містять 2–10 % і більше $\text{C}_{\text{орг}}$. Розсіяна органічна речовина порід є джерелом утворення газу, а також сорбентом газу і чинником гідрофобізації порового простору. Цей процес особливо важливий для формування фільтраційно-ємнісних властивостей низькопористих колекторів, у яких, на відміну від високопористих піскуватих колекторів, різко переважають пори капілярного й субкапілярного розміру. Саме в них на межі тверда–рідка або тверда–газоподібна фази відбуваються відповідні процеси. Тільки гідрофобізовані аргіліти можуть бути колекторами нафти й газу, тоді як гідрофільні глинисті породи міститимуть лише воду. Досить ефективним сорбентом газу, крім гідрофобізованої глинистої речовини, є й частинки органічної речовини (керогену).

Запропоновано теоретичні моделі геохімічних і фізико-хімічних процесів, які відбуваються під час седиментогенезу й літогенезу газоносних вуглецевмісних глинистих і кременисто-глинистих відкладів (“газоносних сланців”) та розробляння покладів сланцевого газу.

Важливу роль у формуванні газоносності досліджуваних порід відігравали такі чинники: нагромадження $\text{C}_{\text{орг}}$ у відкладах, інтенсивне діагенетичне метаноутворення, адсорбція органічних сполук поверхнею породоутворювальних мінералів і гідрофобізація порового простору порід, абсорбція метану та його газоподібних гомологів включеннями органічної речовини (керогену), ефект так званої капілярної конденсації газу, концентрація газу в закритому поровому просторі.

Седиментогенез досліджених вуглецевмісних відкладів відбувався за відновних анаеробних умов (океанічна безкиснева подія на межі ордовіку й силуру – ОАЕ- S_1). Протягом діагенезу та раннього катагенезу відбувалася гідрофобізація порід, а в пізньому катагенезі – утворення закритого порового простору, у якому газ є переважно в сорбованому й оклюдованому стані. Тому необхідною умовою для видобутку сланцевого газу є утворення штучної тріщинуватості і, певною мірою, руйнування самих порід. Застосовують метод гідророзриву пласта, унаслідок чого сорбований і оклюдований газ вивільняється й піднімається догори по свердловині. Однак такі технології шкодять навколишньому середовищу.

Для вирішення і теоретичних, і практичних (у тім числі екологічних) проблем, пов'язаних з вивченням та розробкою родовищ сланцевого газу, потрібні детальні мінералогічні й геохімічні дослідження.

*Стаття: надійшла до редакції 13.07.2018
прийнята до друку 06.08.2018*

Ihor Popp, Mykhailo Shapovalov, Petro Moroz

*Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NASU,
3a, Naukova St., Lviv, Ukraine, 79060,
itpopp@ukr.net*

**MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL ASPECT
OF NATURAL SHALE GAS PROBLEM
(AT THE EXAMPLE OF BLACK ARGILLITES
OF WESTERN UKRAINE)**

The material composition of the Lower Silurian potentially gas-bearing clay deposits in the Volyno-Podilska margin of the East European platform has been investigated in the context of shale gas deposits formation.

The following factors played an important role in the formation of the gas content of the studied rocks: accumulation of C_{org} in sediments, intensive diagenetic methane formation, adsorption of organic compounds by the surface of rock forming minerals and hydrophobization of pore space in rocks, absorption of methane and its gaseous homologues by the inclusions of organic matter (kerogen), the effect of the so-called capillary condensation of gas, the concentration of gas in a closed porous space.

The theoretical models of geochemical and physico-chemical processes that occur during sedimentogenesis and lithogenesis of gas-bearing carbonaceous clays and siliceous-clay deposits ("gas-bearing shales") and exploitation of shale gas deposits are proposed.

Key words: shale gas, black argillites, clay minerals, organic carbon, Volyno-Podilska margin of the East European platform.