

Наталія РАДКОВЕЦЬ¹, Юрій КОЛТУН¹, Андрій ЛОКТЕВ²

¹ Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів, Україна,
e-mail: radkov_n@ukr.net

² ТОВ «Інститут геології», Київ, Україна

ПОШИРЕННЯ ТА РЕЧОВИННИЙ СКЛАД ПОРІД, ЗБАГАЧЕНИХ РОЗСІЯНОЮ ОРГАНІЧНОЮ РЕЧОВИНОЮ, У РОЗРІЗІ ДЕВОНУ ВОЛИНО-ПОДІЛЬСЬКОЇ ПЛИТИ

Відклади девону в межах Волино-Подільської плити, незважаючи на встановлену промислово газонасність, на сьогодні недостатньо досліджені з точки зору наявності в розрізі порід, збагачених розсіяною органічною речовиною, які могли б генерувати вуглеводні. У відкладах лохківського ярусу нижнього девону, ейфельського та живетського ярусів середнього та франського ярусу верхнього девону, на основі проведених мінералого-петрографічних та геохімічних досліджень, встановлені породи, збагачені органічною речовиною, із вмістом органічного вуглецю до 0,45; 2,34 та 1,43 % відповідно. Вони представлені теригенними, глинистими та карбонатними нашаруваннями. Високий вміст органічної речовини в породах девону дає змогу розглядати їх як потенційно генерувальну товщу в межах палеозойського розрізу Волино-Подільської плити.

Ключові слова: Волино-Подільська плита, девон, породи, збагачені органічною речовиною, мінералого-петрографічний склад порід, вміст органічного вуглецю в породах.

Вступ. Волино-Подільська плита є одним з основних нафтогазоносних регіонів України. Незважаючи на численні геолого-геофізичні дослідження цих територій, вони досі залишаються недорозвіданими, а їхній потенціал нафтогазоносності – недооціненим (Крупський та ін., 2014; Kotarba et al., 2011). Сьогодні в межах Волино-Подільської плити у відкладах середнього девону відкрито два газові родовища: Локачинське і Великомоствіське. Значна кількість відібраного керна матеріалу та геолого-геофізичних даних із численних свердловин у межах території досліджень дала змогу вивчити особливості поширення та провести мінералого-петрографічне вивчення порід нижньо-, середньо- та верхньодевонського віку, збагачених органічною речовиною, з метою встановлення їхньої можливої участі у формуванні нафтогазової системи палеозойського розрізу Волино-Подільської плити.

Фактичний матеріал. Дослідження проводили на підставі опрацювання даних п'ятдесяти шести свердловин (рис. 1, 2), зокрема, керна матеріалу, даних геофізичних досліджень, а також вивчення порід у шліфах під мікроскопом (рис. 3). Вміст C_{org} в породах визначали в лабораторії Гірничо-металургійної академії (м. Краків, Польща).

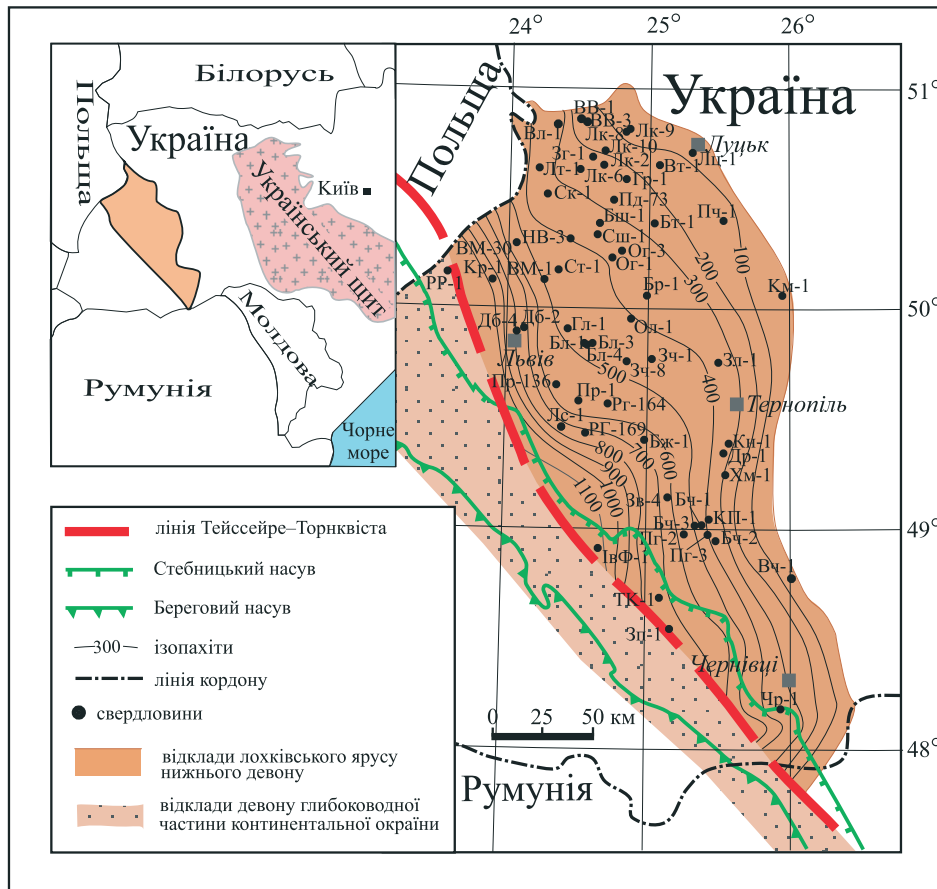


Рис. 1. Карта поширення відкладів лохківського ярусу нижнього девону в межах Волино-Подільської плити за (Radkovets, 2016). Геологічна будова за (Крупський та ін., 2014; Чебаненко и др., 1990).

Свердловини: Бч – Бучацька; Бл – Балучинська; Бр – Бродівська; Бш – Бишівська; Бт – Берестецька; Бж – Бережанська; Чр – Чернівецька; Дб – Дублянська; Др – Дарахівська; Гл – Глинянська; Гр – Горохівська; ІвФ – Івано-Франківська; Хм – Хмельницька; Кн – Конопківська; КП – Коропець-Пишківська; Кр – Крехівська; Лк – Локачинська; Лс – Ліщинська; Лт – Літовизька; Лц – Луцька; НВ – Новий Витків; Ог – Оглядівська; Ол – Олеська; Пч – Повча; Пд – Підбереззя; Пг – Підгайці; Пр – Перемишлянська; Рг – Рогатинська; РР – Раваруська; Ск – Сокальська; Сш – Сушнівська; Ст – Стремінська; ТК – Тлумач-Коломия; Вл – Володимирівська; ВВ – Володимир-Волинська; ВМ – Великі Мости; Вт – Воютинська; Зч – Золочівська; Зг – Загорівська; Зл – Заложці; Зп – Загайпільська; Зв – Завадівська

Результати та їхнє обговорення. *Поширення порід, збагачених розсіяною органічною речовиною.* Порооди, збагачені органічною речовиною, поширені у відкладах нижнього, середнього та верхнього девону. У розрізі нижнього девону вони представлені глинисто-карбонатними та карбонатними утвореннями в межах лохківського ярусу (Radkovets & Koltun, 2022). На рис. 1 показано поширення відкладів лохківського ярусу в межах Волино-Подільської плити. Вони залягають на нашаруваннях силуру, а їхні товщини закономірно зростають від Українського щита на захід у напрямку зони Тейссейре–Торнквіста від 100 до понад 1100 м.

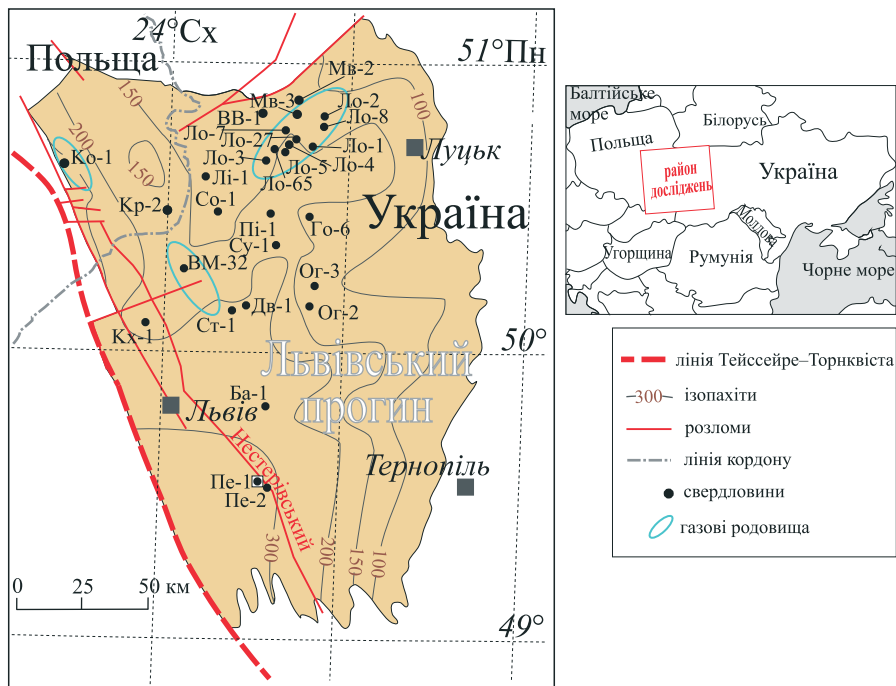


Рис. 2. Карта поширення та товщин відкладів середнього девону Львівського прогину (Radkovets et al., 2017). Геологічна будова за (Крупський та ін., 2014; Чебаненко и др., 1990) з локалізацією нафтових і газових родовищ та свердловин, з яких проводилися дослідження.

Свердловини: Ба – Балучинська; Дв – Добротвірська; Го – Горохівська; Ко – Коцька; Кр – Комарувська; Кх – Крехівська; Лі – Літовизька; Ло – Локачинська; Мв – Миньківці; Ог – Оглядівська; Пе – Перемишлянська; Пі – Підбереззя; Со – Сокальська; Су – Сушновська; Ст – Стремінська; ВВ – Володимир-Волинська; ВМ – Великі Мости

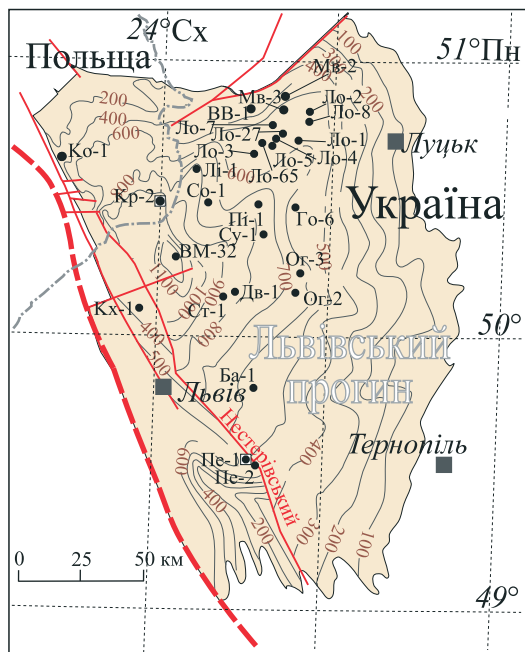


Рис. 3. Карта поширення і товщин відкладів верхнього девону Львівського прогину (Radkovets et al., 2017). Геологічна будова за (Крупський та ін., 2014; Чебаненко и др., 1990). Умовні позначення: див. на рис. 2

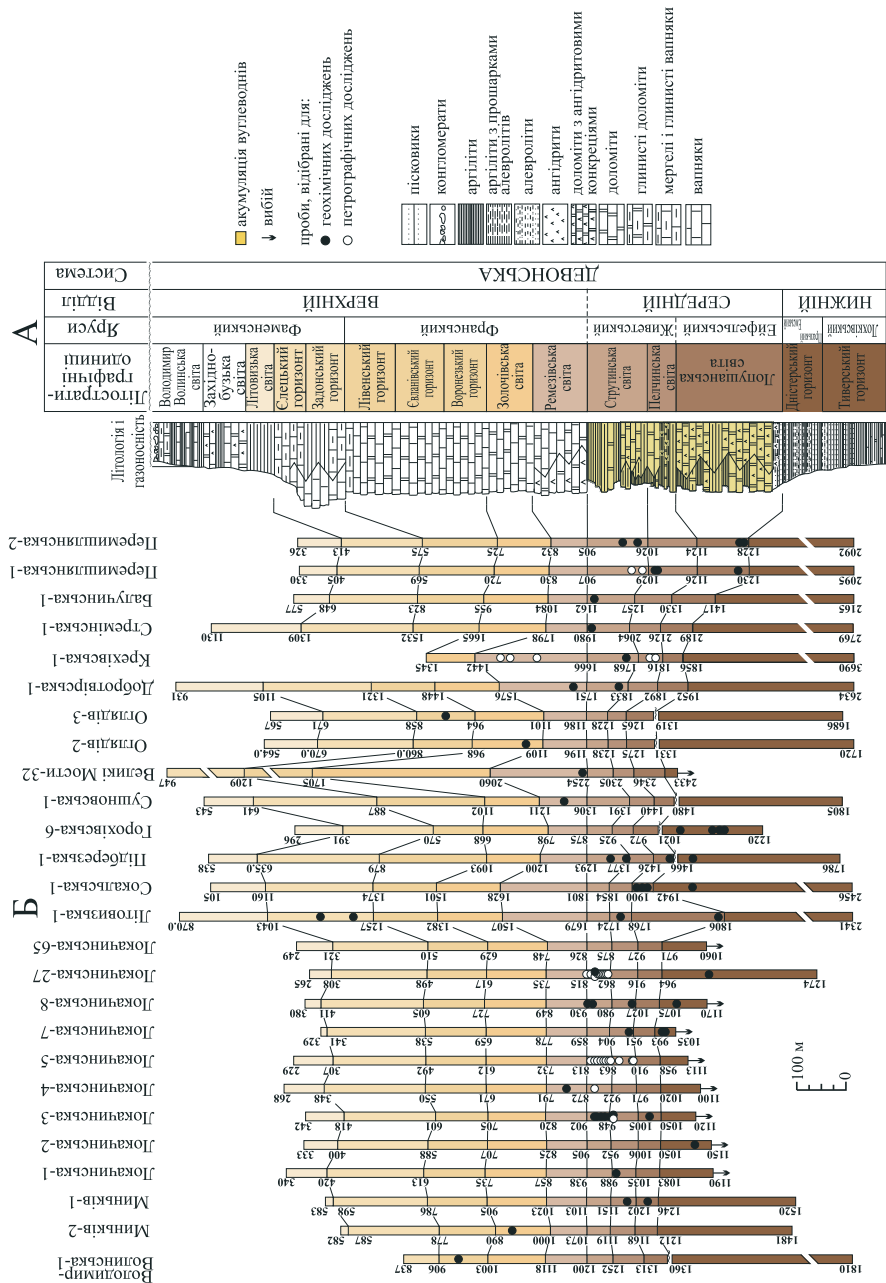


Рис. 4. Стратиграфія та літологія відкладів девону Львівського прогину (А). Кореляція з локалізацією відбору проб зі свердловин (Б). Стратиграфія за (Помяновская, 1974). Газонність за (Крупський та ін., 2014)

Відклади середнього та верхнього девону облямовані Львівським прогином. Їхні товщини також закономірно зростають від Українського щита на захід у напрямку зони Тейссейре–Торнквіста від 100 до понад 300 м для середнього девону (див. рис. 2) та від 100 до понад 600 м для верхнього девону (див. рис. 3).

Відклади девону за петрографічними та палеонтологічними особливостями були поділені (Помяновская, 1974) на яруси, світи та горизонти, положення яких у розрізі показано на рис. 2 і 3. Нашарування середньо- та пізньодевонського віку в межах Львівського прогину представлені всіма ярусами: ейфельським і живетським (середній девон) та франським і фаменським (верхній девон).

У відкладах середнього девону породи, збагачені органічною речовиною, поширені в розрізах як живетського, так і ейфельського ярусів, а у відкладах верхнього девону – у розрізах франського та фаменського ярусів. Вони представлені теригенними, глинистими та карбонатними нашаруваннями.

На рис. 4 показано поширення, товщини і літологічні особливості відкладів девону в розрізах двадцяти шести свердловин, які охоплюють територію всього Львівського прогину, та глибини відбору зразків для петрографічних досліджень.

Петрографічна характеристика порід нижнього та середнього девону, збагачених органічною речовиною. Відклади нижнього девону, збагачені органічною речовиною, представлені глинисто-карбонатною товщею локківського ярусу, а саме мергелями та доломітизованими вапняками. Вміст органічного вуглецю в цих породах сягає 0,45 %.

Мергелі темно-сірі, глинисті, доломітизовані, із включеннями та прошарками органічної речовини (рис. 5). Вміст кальциту в породі становить 48–52 %, глинистого матеріалу – 34–48 %, доломіту – до 5–10 %. Локально спостерігаються скупчення кварцових зерен, а також ідентифіковано рештки карбонатної фауни.

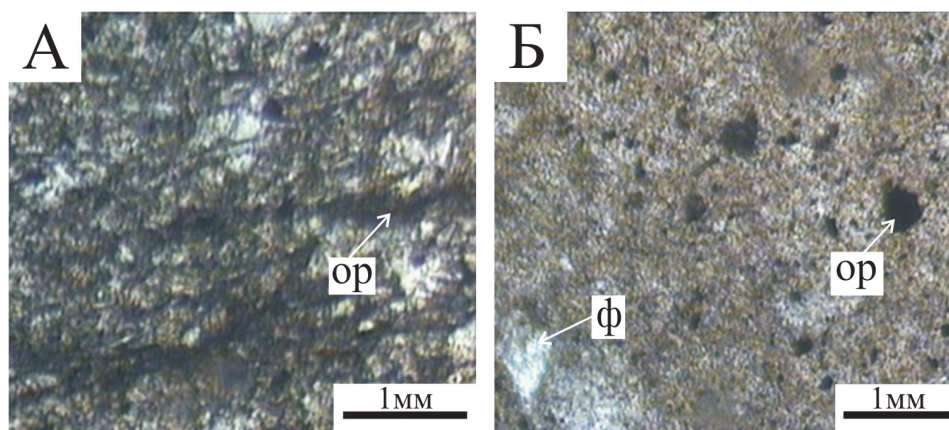


Рис. 5. Мікрофотографії збагачених розсіяною органічною речовиною мергелів нижнього девону:

А – зі св. Крехівська-1, глибина 3405,1–3414,7 м; Б – зі св. Бучацька-2, глибина 555–560 м; ор – органічна речовина; ф – фрагменти карбонатної фауни

Доломітизовані вапняки темно-сірого кольору містять 40–47 % кальци-ту, 40–45 % доломіту та 10–15 % глинистого матеріалу. У доломітизованих вапняках завжди присутня органічна речовина (рис. 6). Породи часто піри-тизовані та містять рештки значно перекристалізованої карбонатної фауни.

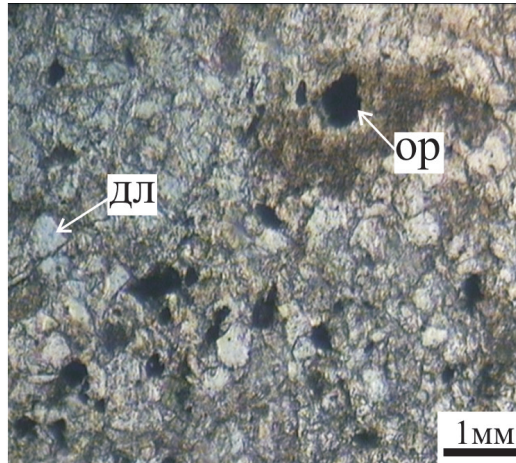


Рис. 6. Мікрофотографія збагаченого розсіяною органічною речовиною доломітизо-ваного вапняку нижнього девону зі св. Крехівська-1, глибина 3348,7–3356,6 м:
ор – органічна речовина; дл – зерна доломіту

Відклади середнього девону, збагачені органічною речовиною, представ-лені теригенними, глинистими та карбонатними породами. Вміст органічно-го вуглецю сягає в породах ейфельського ярусу 0,65 %, а в породах живет-ського ярусу – 2,34 %.

Теригенні породи представлені дрібно- та середньозернистими пісковик-ками та алевролітами. Вони утворюють кілька окремих горизонтів у відкла-дах ейфельського та живетського ярусів.

Пісковики та алевроліти складаються з кварцу (80–90 %), рідше польо-вих шпатів (0,1–5 %) та мусковіту (0,1–1 %). Органічна речовина сконцен-трована в міжзерновому просторі пісковиків та в жилоподібних прошарках алевролітів (рис. 7). Цемент у породах порового та контактово-порового ти-пу, сягає 20 % і представлений гідрослюдою та доломітизованим кальцитом.

Карбонатні породи представлені органогенно-детритовими вапняка-ми та доломітами, які зазнали впливу широкого спектра вторинних проце-сів (рис. 8, 9).

Органогенно-детритові доломітизовані вапняки складені тонко- і дріб-нокристалічними карбонатами та скелетними рештками фауни (до 95 %) та глинистими мінералами (до 3 %) (див. рис. 8). Органічна речовина та пірит (до 5 %) заповнюють лінзоподібні порожнини в породі.

Доломіти представлені тонкокристалічними і дрібно-середньозернисти-ми кристалами ромбоєдричної форми (вміст $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ до 97 %). Міжзер-новий простір у породах заповнений органічною речовиною та тонкокриста-лічним розсіяним піритом (до 7 %) (див. рис. 9).

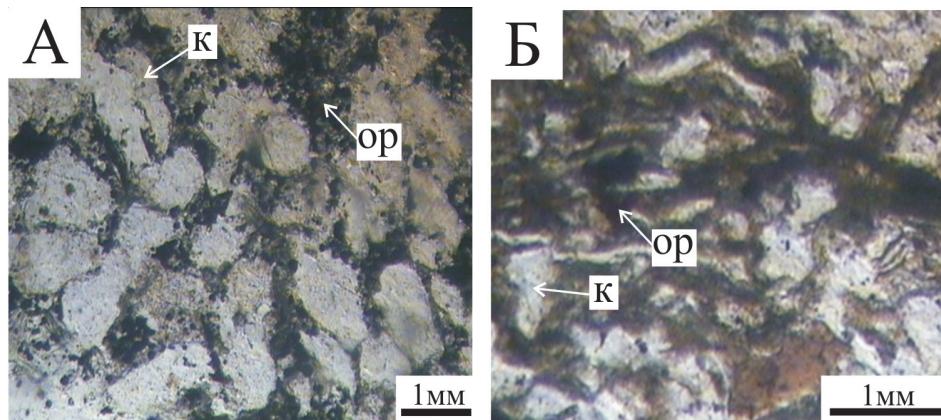


Рис. 7. Мікрофотографії збагачених органічною речовиною теригенних порід середнього девону зі св. Локачинська-27:

А – середньозернистий пісковик з глинистим цементом, глибина 847–851 м; Б – грубозернистий алевроліт з глинистим цементом, глибина 863–868 м; к – кварц; ор – органічна речовина

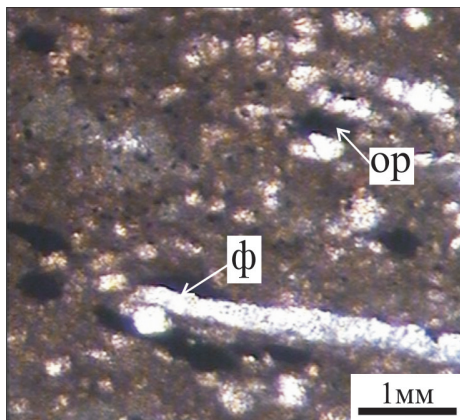


Рис. 8. Мікрофотографія збагаченого органічною речовиною органогенно-детритового доломітизованого вапняку середнього девону зі св. Локачинська-27, глибина 816 м:

ор – органічна речовина; ф – рештки карбонатної фауни

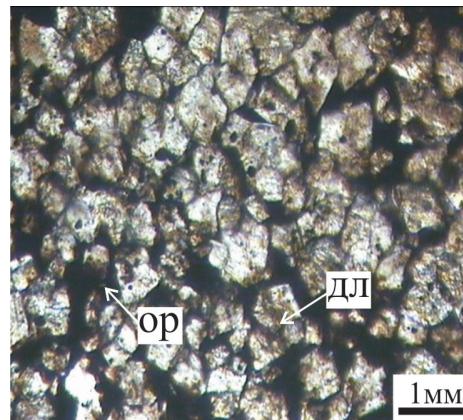


Рис. 9. Мікрофотографія збагаченого органічною речовиною дрібно-середньозернистого доломіту середнього девону зі св. Крехівська-1, глибина 1775–1780 м:

дл – зерна доломіту; ор – органічна речовина

У відкладах верхнього девону збагачені органічною речовиною породи встановлені лише в розрізі фаменського ярусу та представлені доломітами. Вміст органічного вуглецю в породах сягає 1,43 %. Доломіти пізньодевонського віку зазвичай представлені дрібнозернистими кристалами ромбоєдричної форми. У породах розвинена міжзернова пористість та тріщиноподібні мікрокаверни розміром від 0,01 до 0,5 мм (рис. 10). Пори заповнені тонкокристалічним піритом і органічною речовиною (до 5 %). Вміст $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ у породах коливається від 93 до 98 %.

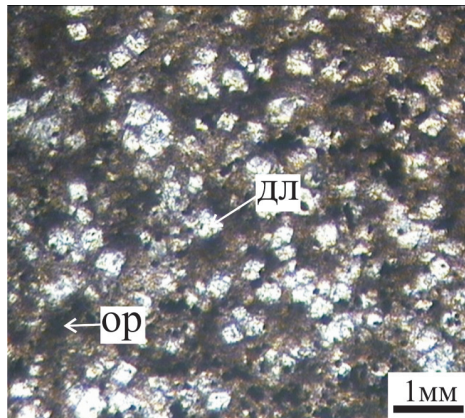


Рис. 10. Мікрофотографія збагаченого органічною речовиною дрібнозернистого доломіту зі св. Крехів-1, глибина 1484–1489 м: дл – зерна доломіту; ор – органічна речовина

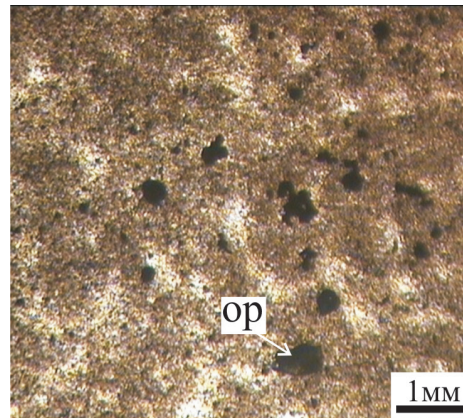


Рис. 11. Мікрофотографія збагаченого органічною речовиною мергелю зі св. Крехів-1, глибина 1504–1509 м: ор – органічна речовина

Мергелі пізньодевонського віку (рис. 11) складені на 44–48 % кальцитом, 38–46 % глинистими мінералами і 7–12 % доломітом. У породах спостерігаються мікрокаверни (до 0,1 мм), заповнені органічною речовиною та піритом (до 5 %).

Висновки. Породи, збагачені органічною речовиною, поширені у відкладах нижнього, середнього та верхнього девону. У розрізі нижнього девону вони представлені глинисто-карбонатними та карбонатними породами в межах лохківського ярусу. Вміст органічного вуглецю в цих породах сягає 0,45 %.

У відкладах середнього девону породи, збагачені органічною речовиною, поширені в розрізах як живетського, так і ейфельського ярусів, представлені теригенними, глинистими та карбонатними породами. Вміст органічного вуглецю сягає в породах ейфельського ярусу 0,65 %, а в породах живетського ярусу – 2,34 %.

У розрізах франського та фаменського ярусів верхнього девону відклади, збагачені органічною речовиною, представлені теригенними, глинистими та карбонатними нашаруваннями.

Зважаючи на присутність у розрізах нижнього (лохківський ярус), середнього (ейфельський, живетський) та верхнього (франський ярус) девону порід, збагачених розсіяною органічною речовиною, ці відклади можна розглядати як потенційно нафтогазогенерувальні, які могли бути складовою частиною нафтогазової системи палеозойського розрізу Волино-Подільської плити.

Крупський, Ю. З., Куровець, І. М., Сеньковський, Ю. М., Михайлов, В. А., Куровець, С. С., & Бодлак, В. П. (2014). *Нетрадиційні джерела вуглеводнів України: Кн. 2. Західний нафтогазоносний регіон*. Київ: Ніка-Центр.

Помяновская, Г. М. (1974). Стратиграфия девона Вольно-Подольской окраины Восточно-Европейской платформы. В *Стратиграфия УССР: Девон* (с. 7–14, 36–83). Киев: Наукова думка.

- Чебаненко, И. И., Вишняков, И. Б., Власов, Б. И., & Воловник, Б. Я. (1990). *Геотектоника Вольно-Подолли*. Киев: Наукова думка.
- Kotarba, M. J., Więclaw, D., Kosakowski, P., Wróbel, M., Matyszkiewicz, J., Buła, Z., Krajewski, M., Koltun, Y. V., & Tarkowski, J. (2011). Petroleum systems in the Palaeozoic-Mesozoic Basement of the Polish and Ukrainian parts of the Carpathian Foredeep. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 81(3), 487–522. <https://www.researchgate.net/publication/260564752>
- Radkovets, N. (2016). Lower Devonian lithofacies and palaeoenvironments in the southwestern margin of the East European Platform (Ukraine, Moldova and Romania). *Estonian Journal of Earth Sciences*, 65(4), 207–220. <https://doi.org/10.3176/earth.2016.18>
- Radkovets, N., & Koltun, Y. (2022). Dynamics of sedimentation within the southwestern slope of the East European platform in the Silurian-Early Devonian. *Geodynamics*, 1(32), 36–48. <https://doi.org/10.23939/jgd2022.02.036>
- Radkovets, N., Kotarba, M., & Wójcik, K. (2017). Source rock geochemistry, petrography of reservoir horizons and origin of natural gas in the Devonian of the Lublin and Lviv basins (SE Poland and western Ukraine). *Geological Quarterly*, 61(3), 569–589. <https://doi.org/10.7306/gq.1361>

Стаття надійшла:
21.02.2024 р.

Natalia RADKOVETS¹, Yuriy KOLTUN¹, Andrii LOKTIEV²

¹ Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals
of National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine,
e-mail: radkov_n@ukr.net

² LLC “Institute of Geology R and D”, Kyiv, Ukraine

DISTRIBUTION AND MATERIAL COMPOSITION OF THE DEVONIAN ORGANIC-RICH ROCKS OF THE VOLYN-PODILLIA PLATE

The Volyn-Podillia plate is one of the main oil and gas-bearing regions of Ukraine. Despite numerous geological and geophysical studies of these territories, they still remain underexplored, and their oil and gas potential is underestimated. To date, two gas fields, Lokachynske and Velykomostivske, have been discovered within the boundaries of the Volyn-Podillia plate in the Middle Devonian sequence. Despite the established commercial gas bearing, the Devonian strata within the Volyn-Podillia plate are currently not sufficiently studied from the point of view of the occurrence of the organic-rich rocks in the section, which could generate hydrocarbons.

A significant amount of collected core material and geological-geophysical data from numerous wells within the research area made it possible to study the features of distribution and conduct a mineralogical-petrographic and geochemical study of Lower, Middle and Upper Devonian organic-rich rocks.

In the sediments of the Lochkovian stage of the Lower, Eifelian and Givetian stages of the Middle and Frasnian stage of the Upper Devonian, the organic-rich rocks have been established. They are represented by terrigenous, clayey and carbonate strata.

In the section of the Lower Devonian, they are represented by clay-carbonate and carbonate rocks within the Lochkovian stage. The organic carbon content in these rocks reaches 0.45 %. In the Middle Devonian, organic-rich rocks occur in sections of both the Eifelian and Givetian stages, being represented by terrigenous, clayey, and carbonate

rocks. The organic carbon content in the rocks of the Eifelian stage reaches 0.65 %, and in the rocks of the Givetian stage – 2.34 %. In the sections of the Frasnian stage of the Upper Devonian, organic-rich rocks are represented by terrigenous, clayey and carbonate layers with organic carbon content of up to 1.43 %.

Given the occurrence of organic-rich rocks in the sections of the Lower (Lochkovian stage), Middle (Eifelian, Givetian stages) and Upper Devonian (Frasnian stage), these deposits can be considered as potentially oil and gas generating, which could have been a component of the Paleozoic petroleum system of the Volyn-Podillia plate.

Keywords: Volyn-Podillia plate, Devonian, organic-rich rocks, mineralogical and petrographic composition of rocks, organic carbon content in rocks.