УДК 553.632 (477.8)

Літологічні докази синседиментаційних тектонічних розломів у Передкарпатському солеродному басейні

Гринів С.П., *канд.геол.-мінер.наук, ст.наук.сп., https://orcid.org/0000-0001-9721-1290, sophia_hryniv@ukr.net*
Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів, Україна

Червона полігалітова порода Калуш-Голинського та Стебницького родовищ калійних солей Передкарпатського прогину має ознаки седиментаційного утворення в солеродному басейні – тонкошарувату текстуру, короткі голчасті кристали полігаліту, орієнтовані вздовж шаруватості. В часі її утворення – на стадії осадження калійних солей, розсоли солеродного басейну вже не містили Кальцію, а умови залягання (пачок, які по простяганню переходять у шари і тонкі шари) свідчать про її утворення, пов'язане з синседиментаційними тектонічними розломами у егенбурському та карпатсько-баденському солеродних басейнах Передкарпатського прогину. Джерелом Кальцію для червоної полігалітової породи були підсольові розчини, які по синседиментаційних тектонічних розломах потрапляли у міоценові солеродні басейни Передкарпатського прогину.

Ключові слова: червона полігалітова порода, солеродні басейни, Передкарпатський прогин, синседиментаційні тектонічні розломи.

Lithology evidence of synsedimentary tectonic faults in the Carpathian Foredeep salt basin

Hryniv Sofiia, *Ph.D., Senior Scientist, https://orcid.org/0000-0001-9721-1290, sophia_hryniv@ukr.net*
Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine

The red polyhalite rock of the Kalush-Holyn and Stebnyk potash deposits of the Carpathian Foredeep exhibits characteristics of a sedimentary formation within a salt-depositing basin – specifically, a finely laminated texture and short, acicular polyhalite crystals oriented parallel to the bedding. By the time of its formation – during the potash salt precipitation stage – the basin brines were already devoid of calcium; furthermore, the conditions of occurrence (with units transitioning laterally into beds and laminae) indicates that the rock formed in association with synsedimentary tectonic faults within the Eggenburgian and Karpatian-Badenian salt-depositing basins of the Carpathian Foredeep. The source of calcium for the red polyhalite rock was sub-salt brines that migrated into the Miocene salt-depositing basins of the of the Carpathian Foredeep via synsedimentary tectonic faults.

Keywords: red polyhalite rock, salt-depositing basins, Carpathian Foredeep, synsedimentary tectonic faults.

Вступ. Тектонічна активність притаманна складчастим областям та їхнім передовим прогинам, тектонічні рухи відбувалися і підчас нагромадження осадків – на стадії седиментогенезу. Синседиментаційні тектонічні події залишають свій відбиток у геологічному розрізі порід – порушення цільності окремих верств внаслідок землетрусів (Peryt et al., 2008), осувні явища – сповзання нелітифікованого осадку при зміні кута нахилу дна басейну, зміни товщини та складу порід, викликані переміщеннями блоків фундаменту.

Мета дослідження – на основі літологічних особливостей однієї із різновидностей полігалітової породи Калуш-Голинського та Стебницького родовищ калійних солей показати, що її утворення пов'язане з синседиментаційними тектонічними рухами у міоценових солеродних басейнах Передкарпатського прогину.

Геологічний нарис. Передкарпатський прогин поділяється на три зони: Бориславсько-Покутська та Самбірська, алохтонні, насунені на автохтонну Більче-

Волицьку, розташовану на схилі Східноєвропейської платформи. Соленосні відклади залягають у всіх трьох зонах, у перших двох – Бориславсько-Покутській та Самбірській зонах вони представлені кам'яною сіллю та калійними солями, тут розміщені родовища калійних солей – Стебницьке (воротищенська світа) та Калуш-Голинське (балицькій світа), у Більче-Волицькій зоні залягають гіпси, ангідрити, часом кам'яна сіль (тираська світа) (Rudko & Petryshyn, 2017). Калуш-Голинське родовище калійних солей, вік та належність до світи якого є дискусійними, відповідно до регіональної стратиграфічної схеми відноситься до балицької світи, яка охоплює карпатський та частину баденського ярусів міоцену (Rudko & Petryshyn, 2017). Алохтонний комплекс ускладнений численними поздовжними насувами і поперечними порушеннями різного порядку.

Фундамент Передкарпатського прогину складений палеозойськими та мезозойськими відкладами, розбитими порушеннями субкарпатського простягання та поперечними розривами північно-східного напрямку на блоки. Блоки та скиди, що їх ограничують, у юрському і неогеновому часі розвивалися одночасно з накопиченням осадів. Їхній конседиментаційний розвиток підтверджується зміною потужностей у суміжних блоках (Kolodii et al., 2004).

У міоценовому Передкарпатському басейні солі відкладалися тричі – у егенбурському та карпатсько-баденському басейнах відкладалися кам'яна сіль та калійні солі, у баденському – переважно гіпси та ангідрити.

Літологічні особливості червоної полігалітової породи. Міоценові калієносні відклади Калуш-Голинського та Стебницького родовищ дуже схожі за складом порід та мінералів. Вони представлені каїнітовою, лангбейнітовою та каїніт-лангбейнітовою (полімінеральною) породами, сильвінітом, пачками складеними чергуванням шарів кам'яної солі та глини; у цих породах полігаліт залягає у вигляді окремих шарів або є породотвірним мінералом. Тут трапляються кілька літологічних різновидностей полігалітової породи: сіра, червона полігалітова порода, полігаліт-ангідритові шари, які відрізняються структурно-текстурними особливостями, а також умовами залягання та утворення (Hryniv, 2000; Sadovyi & Sadovyi, 2012). У цій роботі наша увага звернена на особливості червоної полігалітової породи в зв'язку з незвичайними умовами її утворення, пов'язаними з синседиментаційними тектонічними рухами у Передкарпатському солеродному басейні.

Червона полігалітова порода в калієносних відкладах Калуш-Голинського та Стебницького родовищ трапляється не повсюдно. Вона залягає в місцях виклинювання покладів калійних солей, пов'язаних з поперечними розломами, у вигляді пачок товщиною 0,5–1,5 м. По простяганню суцільні пачки полігалітової породи переходять у окремі шари 0,5–3 см, розділені пачками кам'яної солі та глини чи калійних порід. Далі товщина шарів полігалітової породи зменшується і вони розділяються більшими товщами галогенних порід.

Для червоної полігалітової породи характерна тонкошарувата текстура, представлена чергуванням шарів чистого (рожевого, червоного) та глинистого (темно-червоного, сірувато-червоного) полігаліту товщиною перші сантиметри. Порода складена дрібними голчастими кристалами полігаліту, орієнтованими видовженням вздовж шаруватості.

Проби червоної полігалітової породи були проаналізовані K-Ar методом для визначення радіометричного віку (Таблиця) (Wójtowicz et al., 2003). Визначення віку проводилося не для оцінки часу седиментації полігаліту (так як заздалегідь було відомо, що полігаліт, як і інші соляні мінерали, були перекристалізовані), а з метою доповнення уявлень про перебіг геохімічних та мінералоутворюючих процесів, які відбувалися у цих відкладах. Обидві породи з Калуш-Голинського та Стебницького родовищ мають близький радіометричний вік – 11,39–12,63 млн р. (це за вилученням найбільшого та найменшого визначень – 8,29 і 14, 67), що вказує, що вони були перекристалізовані в один час.

Таблиця. Прив'язка зразків, літологічна характеристика та радіометричний вік червоної полігалітової породи

№ проби	Прив'язка (родовище, пласт, горизонт)	Коротка літологічна характеристика	Радіометричний вік, K-Ar метод, млн р.
2204	Стебницьке, пл. 13, гор.2 (+180 м)	шари чистого червоного і глинистого полігаліту з пачки потужністю 1,5 м	8,30
2206	Стебницьке, пл. 13, гор.2 (+180 м)		12,27
72	Стебницьке, пл.11, гор.4	тонкошаруватий полігаліт з пачки потужністю 0,5 м	11,89
20	Стебницьке, пл.19	масивний шар чистого полігаліту в основі лангбейніт-каїнітового пласта	12,63
2188	Калуш-Голинське, пл. ЛК-3, гор. +90	шари червоного полігаліту 3–8 мм в шарі 0,2 м з глиною і галітом	14,70
2179	Калуш-Голинське, пл. ЛК-1/2, гор. +140	шари чистого полігаліту, які чергуються з шарами глини і галіту	11,40

Обговорення. Утворення полігаліту. У даній роботі ми хочемо зосередитися на питаннях про первинну форму виділення мінералу – полігаліт чи гіпс та джерело кальцію.

Як відомо, концентрація розсолів необхідна для випадіння полігаліту досягається в кінці галітової стадії і полігаліт випадає як перший калієвмісний мінерал. При подальшому згущенні у сульфатних розсолах Кальцію вже немає, і утворення полігаліту можливе лише при додатковому його приносі.

За сучасними уявленнями у Передкарпатському міоценовому солеродному басейні на стадії осадження калійних солей існувала двохшарова модель: нижній шар насичених розсолів більшої густини, по поверхні якого розтікалися порції нових дещо згущених розсолів, утворюючи верхній шар; при їхньому подальшому випаровуванні випадали калійні солі. Підтвердженням такої моделі можуть служити шари кам'яної солі висолювання, які залягають в товщі калієносних відкладів (на стадії осадження калійних солей в ропі басейну теж вже недостатньо NaCl для утворення шарів кам'яної солі).

Для шарів сірої полігалітової породи кальцій був принесений із більшими порціями згущеної морської води та теригенним матеріалом. Один з таких шарів Калуш-Голинського родовища товщиною 10 см добре виділяється на фоні калієносних порід і був виділений С. С. Коренем у складі маркуючої пачки. Літологічні особливості сірої полігалітової породи свідчать, що первинним кальцієвим мінералом був гіпс, який відразу, у ще не літифікованій породі переходив у полігаліт. Полігаліт, який утворився з гіпсу, має більший об'єм, що привело до зігнутого, хвилястого залягання шару сірої полігалітової породи (Hryniv, 1989).

Полігаліт-ангідритові шари утворилися на геохімічному бар'єрі в результаті хімічної реакції розсолів двох хімічно нерівноважних типів: сульфатного – з покладів калійних солей і хлор-кальцієвого – з соленосної брекчії, які на стадії пізнього діагенезу відтискалися з порід при тектонічних рухах (насувоутворенні). В результаті реакції випадали безпосередньо полігаліт та ангідрит – перший зі сторони пласта, другий – зі сторони соленосної брекчії (Hryniv, 1990).

На утворення червоної полігалітової породи немає єдиного погляду. Шаруватість породи, чергування шарів чистого та глинистого полігаліту, лінзочки та прошарки галіту могли б свідчити про седиментаційний генезис цієї породи, але відсутність Кальцію в ропі басейну садки калійних солей та залягання її в місцях тектонічного виклинювання покладів калійних солей дозволяє припустити зв'язок її утворення з тектонічними процесами. На нашу думку, полігалітова порода утворилася біля синседиментаційних

тектонічних розломів у солеродних басейнах. Підсольові води, які містили Кальцій, потрапляючи по розлому у солеродний басейн, розтікалися по поверхні концентрованих сульфатних розсолів, в результаті реакції випадали дрібні голчасті кристалики полігаліту. Ближче до розлому відклалися пачки суцільної полігалітової породи, далі по простяганню вони переходили в окремі шари щораз меншої товщини. Ознаки випадіння полігаліту в солеродному басейні (тонкі горизонтальні шари полігалітової породи, короткі голчасті кристали полігаліту), пояснене джерело Кальцію, підтверджують зв'язок утворення червоної полігалітової породи з синседиментаційними тектонічними розломами в солеродних басейнах.

Відсутність істотної відмінності отриманих значень радіометричного віку червоної полігалітової породи з Калуш-Голинського та Стебницького родовищ може свідчити про регіональне геологічне явище, яке мало вплив на перекристалізацію полігаліту обох родовищ. Таким явищем могли бути тектонічні процеси насування Складчастих Карпат на Передкарпатський прогин та Бориславсько-Покутської та Самбірської зон Передкарпатського прогину на Більче-Волицьку. Ці процеси відбувалися у три фази: древня штирійська (егерій-егенбургій), молода штирійська фаза (середній баденій) та молдавська фаза (після раннього сармату) (Sandulescu, 1988). Червона полігалітова порода (11,4–12,6 млн років) пов'язана із молдавською фазою, тоді у прогині утворилися поперечні розломи північно-східного напрямку. В цей час виникнули сприятливі фізико-хімічні умови для перекристалізації полігаліту.

Літологічні особливості та умови залягання червоної полігалітової породи Калуш-Голинського та Стебницького родовищ калійних солей свідчать про її утворення, пов'язане з синседиментаційними тектонічними розломами у солеродних басейнах Передкарпатського прогину. Джерелом Кальцію для червоної полігалітової породи були підсольові розчини, які по синседиментаційних тектонічних розломах потрапляли у міоценові солеродні басейни.

Список використаних джерел:

1. Гринив, С. П. (1989). *Условия формирования пород маркирующих слоев калиеносных отложений Предкарпатского прогиба (на примере Калуш-Голынского месторождения)* [Неопубл. автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук, Институт геологических наук АН УССР].

2. Гринив, С. П. (1990). Условия образования ангидрит-полигалитовых слоев калиеносных отложений Предкарпатья. В Г. А. Мерзляков, М. А. Жарков (Ред.), *Условия образования месторождений калийных солей.* (с. 181–188). Наука.

3. Колодій, В. В., Бойко, Г. Ю., Бойчевська, Л. Е. та ін. (2004). *Карпатська нафтогазоносна провінція*. ТОВ Український Видавничий центр.

4. Перит, Т. М., Перит, Д. Т., & Побережський, А. В. (2008). Фації ламінованих баденських гіпсів у Кудринцях над Збручем (Західна Україна).У П. Ф. Гожик (Ред.), *Сучасні проблеми літології та мінералогії осадових басейнів України та суміжних територій: зб. наук. пр.* (с.140–145). Інститут геологічних наук НАНУ.

5. Рудько, Г. І., & Петришин, В. Ю. (2017). *Соляні ресурси Передкарпаття та перспективи їх використання.* Букрек.

6. Садовий, Ю. В., & Садовий, Ю. Ю. (2012). Полігаліт галогенних формацій Передкарпаття: форми знаходження, генезис та розшукове значення. *Мінералогічний збірник*, 62(2), 216–227.

7. Hryniv, S. P. (2000). Polyhalite in Miocene potash deposits of the Carpaitian Foredeep, Ukraine. In B. Feher, F. Madai, S. Szakall, T. Vaczi (Ed.), Minerals of the Carpathians. *Acta Mineralogica-Petrografica, XLI*, (supplementum), 54.

8. Sandulescu, M. (1988). Cenozoic tectonic history of the Carpathians. *AAPG Memoir*, 45, 17–25.

9. Wójtowicz, A., Hryniv, S. P., Peryt, T. M., Bubniak, A., Bubniak, I., & Bilonizhka, P. M. (2003). K-Ar dating of the Miocene potash salts of the Carpathian Foredeep (West Ukraine): application to dating of tectonic events. *Geologica Carpatica*, 54(4), 243–249.

References:

Hryniv, S. P. (1989). Uslovyia formyrovanyia porod markiruyushchikh sloev kalienosnikh otlozhenii Predkarpatskogo progiba (na primere Kalush-Holynskoho mestorozhdeniya) [Neopubl. avtoref. dis. ... kand. geol.-min. nauk, Institut geologicheskikh nauk AN USSR]. [in Russian]

Hryniv, S. P. (1990). Usloviya obrazovaniya angidrit-poligalitovikh sloev kalienosnikh otlozhenii Predkarpatya. V G. A. Merzlyakov, M. A. Zharkov (Red.), Usloviya obrazovaniya mestorozhdenii kaliinikh solei. (s. 181–188). Nauka. [in Russian]

Hryniv, S. P. (2000). Polyhalite in Miocene potash deposits of the Carpaitian Foredeep, Ukraine. In B. Feher, F. Madai, S. Szakall, T. Vaczi (Ed.), Minerals of the Carpathians. *Acta Mineralogica-Petrografica, XLI*, (supplementum), 54.

Kolodii, V. V., Boiko, H. Yu., Boichevska, L. E. ta in. (2004). *Karpatska naftohazonosna provintsiia.* TOV Ukrainskyi Vydavnychyi tsentr. [in Ukrainian]

Peryt, T. M., Peryt, D. T., & Poberezhskyi, A. V. (2008). Fatsii laminovanykh badenskykh hipsiv u Kudryntsiakh nad Zbruchem (Zakhidna Ukraina). U P. F. Hozhyk (Red.), *Suchasni problemy litolohii ta mineralohii osadovykh baseiniv Ukrainy ta sumizhnykh terytorii: zb. nauk. pr.* (s.140–145). Instytut heolohichnykh nauk NANU. [in Ukrainian]

Rudko, H. I., & Petryshyn, V. Yu. (2017). *Soliani resursy Peredkarpattia ta perspektyvy yikh vykorystannia.* Bukrek. [in Ukrainian]

Sadovyi, Yu. V., & Sadovyi, Yu. Yu. (2012). Polihalit halohennykh formatsii Peredkarpattia: formy znakhodzhennia, henezys ta rozshukove znachennia. *Mineralohichnyi zbirnyk*, 62(2), 216–227. [in Ukrainian]

Sandulescu, M. (1988). Cenozoic tectonic history of the Carpathians. *AAPG Memoir*, 45, 17–25.

Wójtowicz, A., Hryniv, S. P., Peryt, T. M., Bubniak, A., Bubniak, I., & Bilonizhka, P. M. (2003). K-Ar dating of the Miocene potash salts of the Carpathian Foredeep (West Ukraine): application to dating of tectonic events. *Geologica Carpatica*, 54(4), 243–249.