

УДК 549.767.19(477.8)

**ПОЛІГАЛІТ ПЕРЕДКАРПАТТЯ:
АБСОЛЮТНИЙ ВІК ТА УМОВИ УТВОРЕННЯ**
А. Вуйтович¹, С. Гринів²

¹*Польський геологічний інститут, вул. Раковецька 4, 00-975 Варшава,
Лабораторія мас-спектрометрії ІФ УМКС, пл. Кюри-Склодовської 1,
20-031 Люблін, Польща;*

²*Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,
79053 м. Львів, вул. Наукова, 3а*

Міоценові калійно-магнієві евапорити Передкарпатського прогину залягають на двох стратиграфічних рівнях. Нижній належить до егенбургу, вік вищого є дискусійним: отнанг або баден. К-Аг методом визначено радіометричний вік 15-ти проб двох генетичних відмін полігаліту. Досліджували полігаліт з пачок червоної шаруватої полігалітової породи, яка залягає в місцях виклинювання покладів калійних солей, та полігаліт з полігаліт-ангідритових шарів, які залягають у солоносній брекчії біля контакту з покладами калійних солей. Радіометричний вік полігаліту з червоної полігалітової породи змінюється в межах 8,3–14,7 млн. років. Радіометричний вік полігаліту з полігаліт-ангідритових шарів дещо менший – 5,7–12,3 млн. років. У разі порівняння віку тих самих відмін полігаліту зі Стебницького (егенбург) і Калуш-Голинського (отнанг?, баден?) родовищ не виявлено суттєвої різниці. Утворення полігаліту пов'язане з регіональними тектонічними процесами, які відбувалися в міоцені у Передкарпатському прогині (насування Внутрішньої зони прогину на Зовнішню та складчастість). Широкий діапазон отриманих значень віку для проб полігаліту з полігаліт-ангідритових шарів може свідчити про їхнє утворення в кілька етапів, пов'язаних із тектонічною активністю та локальними чинниками.

Ключові слова: полігаліт, евапорити, калій-аргоновий метод, абсолютний вік, міоцен, Передкарпатський прогин.

Визначення абсолютного віку мінералів звичайно використовують для вирішення стратиграфічних задач – оцінки часу утворення певної геологічної формації. Стосовно евапоритових відкладів радіометричні методи застосовують зрідка. В літературі є тільки поодинокі результати визначення віку міоценових евапоритів Передкарпаття. Даних мало, бо автори розуміли, що результати не свідчатимуть про абсолютний вік відкладів і не можуть бути використані для уточнення їхньої стратиграфічної належності.

Ми визначали абсолютний вік полігаліту евапоритів Передкарпаття з метою доповнити уявлення про геохімічні та мінералоутворювальні процеси, які відбувалися в цих відкладах. Очевидно, радіометричне визначення віку – єдиний спосіб з'ясування часу початку та тривалості цих процесів.

Геологічні умови залягання. Міоценові калієносні евапоритові відклади залягають у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину. Відклади воротищенської світи, до яких приурочене Стебницьке родовище калійних солей, залягають у Бори-

славсько-Покутській підзоні. Калієносні відклади, які розробляють на Калуш-Голинському родовищі, належать до верхньостебницької [1] чи тираської [2] світи і знаходяться у Самбірській підзоні. Внутрішня зона має складну покривно-насувну будову. Бориславсько-Покутська підзона насунена в північно-східному напрямі й утворює покрив з амплітудою до 25 км. Самбірська підзона зірвана зі своєї основи й насунена на тортон-сарматські відклади Зовнішньої зони прогину. Утворення насуву датоване ранньосарматським часом, після цього ще була друга карпатська фаза складчатості та неорогенічні рухи [3] (табл. 1).

Таблиця 1

Стадії розвитку Передкарпатського прогину за О. С. Вяловим та ін. [3]

Ярусна шкала	Стадія	Передкарпаття
Четвертинний період	Четверта	Неорогенний режим
Верхній пліоцен	Третя	Друга карпатська фаза складчатості
Нижній пліоцен		Відклади відсутні (континентальний режим)
Панон		
Сармат	Друга	Верхні моласи (неповна, незавершена серія)
Баденій		
Верхній егерій-карпатій	Перша	Нижні моласи

Ми використовуватимемо шкалу абсолютних значень меж стратиграфічних підрозділів за Ф. Рогльом [4] та схему стратиграфії за О. С. Вяловим [5] (див. рис.).

Літологічні особливості полігалітових порід. У галогенних відкладах Передкарпатського прогину виділяють кілька літологічних відмін полігалітових порід, з яких для дослідження вибрано полігаліт з полігаліт-ангідритових шарів та з червоної полігалітової породи. Полігаліт-ангідритові шари мають потужність від кількох до 30 см і звичайно залягають у соленосній брекчії біля контакту з покладами калійних солей. Вони складаються з полігалітової та ангідритової частин, потужності яких змінюються в широких межах, причому полігалітова частина завжди розташована з боку калійних солей, а ангідритова – з боку соленосної брекчії. Характер межі між полігалітовою та ангідритовою частинами змінюється від рівного і чіткого до дуже звивистого, затокоподібного. У деяких полігаліт-ангідритових шарах, які мають більшу потужність (10–30 см), простежується зональність. Наприклад, у пробі 2208 можна виділити чотири відміни полігаліту, а в пробі 2202 – ангідриту. Такі відміни свідчать про багатоетапний процес утворення цього шару за змінних фізико-хімічних умов.

Геологічні, літологічні та геохімічні дослідження [6–9] дають змогу визначити умови утворення полігаліт-ангідритових шарів. Вони сформувалися на геохімічному бар'єрі внаслідок хімічної реакції розсолів двох хімічно нерівноважних типів: сульфатного з покладів калійних солей і хлор-кальцієвого з соленосної брекчії. Наявність таких розсолів у відкладах Стебницького родовища підтверджена дослідженнями порових розчинів соленосних глин [10].

ВІК, МЛН.Р	ЕПОХА	Центральний Паратетіс	Передкарпатський прогин	
5	ПЛОЦЕН	ДАК	відклади відсутні	
	5.3	ПОНТ		
	ПІЗНІЙ МІОЦЕН	ПАНОН		
10	11.0	САРМАТ	Дашавська	
	СЕРЕДНІЙ МІОЦЕН	БАДЕН	Косівська	
			Тираська	
15	16.4	КАРПАТ	Богородчанська	
			Балицька	
	РАННІЙ МІОЦЕН	ОТНАНГ	Стебницька	
			ЕГГЕНБУРГ	Воротищенська

Хроностратиграфія Центрального Паратетісу за Ф. Рогльом [4]
та схема стратиграфії Передкарпатського прогину за О. С. Вяловим [5]

Червона полігалітова порода залягає в калієносних відкладах у вигляді шарів потужністю 0,5–3,0 см. У місцях виклинювання покладів калійних солей, пов'язаних з розломами антикарпатського простягання, вона утворює пачки потужністю 0,5–1,5 м, складені з чергування шарів чистого і глинистого полігаліту потужністю перші сантиметри та тонких прошарків галіту потужністю кілька міліметрів. Дрібні голчасті кристали полігаліту зорієнтовані видовженням уздовж шаруватості. Щодо утворення червоної полігалітової породи нема єдиної думки. Шаруватість породи, чергування шарів чистого та глинистого полігаліту, лінзочки та прошарки галіту могли би свідчити про седиментаційний генезис цієї породи, однак її залягання в місцях тектонічного виклинювання покладів калійних солей дає змогу припустити зв'язок утворення з тектонічними процесами.

Матеріал. Досліджені проби відібрані з двох різновікових соленосних формацій: воротищенської світи (егенбург) [1] зі Стебницького родовища та зі свердловини на ділянці Розсільна (разом сім проб), а також із Калуш-Голинського родовища (сім проб), стратиграфічна належність якого є дискусійною [11]: одні автори зачисляють ці відклади до верхньостебницької світи (отнанг) [1], інші – до тираської (баден) [2]. Прив'язка та характеристика проб наведені в табл.2, 3.

Таблиця 2

Характеристика та прив'язка проаналізованих проб полігаліту з полігаліт-ангідритових шарів

Номер проби	Прив'язка (родовище, пласт, горизонт)	Потужність шару, см	Відстань від пласта, м
2201	Стебницьке, пл.15, гор.2 (+183 м)	5–15	1,0
2202	Стебницьке, пл.13, гор.2 (+180 м)	5-30	4,0
A-1	Стебницьке	>6	
2237	Розсільна, св. 943	>8	
2208	Калуш-Голинське, гор. +205 м	10–20	
2144	Калуш-Голинське, гор. +90 м	17	70,0
2145	Калуш-Голинське, пл. К-3, гор. +90 м	0–6	0,1
2220	Калуш-Голинське, пл. ЛК-4	1,5–7,0	0,1
2079	Калуш-Голинське, пл. ЛК-3	14	0,2

Таблиця 3

Характеристика та прив'язка проаналізованих проб полігаліту з червоної полігалітової породи

Номер проби	Прив'язка (родовище, пласт, горизонт)	Коротка літологічна характеристика
2204	Стебницьке, пл. 13, гор. 2 (+180 м)	Шари чистого червоного і глинистого полігаліту з пачки потужністю 1,5 м
2206	Та сама	Та сама
72	Стебницьке, пл. 11, гор. 4	Тонкошаруватий полігаліт з пачки потужністю 0,5 м
20	Стебницьке, пл. 19	Масивний шар чистого полігаліту в основі лангбейніт-каїнітового пласта
2188	Калуш-Голинське, пл. ЛК-3, гор. +90	Шари червоного полігаліту (3–8 мм) у шарі з глиною і галітом (0,2 м)
2179	Калуш-Голинське, пл. ЛК-1/2, гор. +140	Шари чистого полігаліту, які чергуються з шарами глини й галіту

Методика досліджень. Проби полігаліту подрібнені та пересіяні. Фракцію 0,3–0,5 мм поділено для визначення вмісту калію рентгеноспектральним методом (XRF) та радіогенного аргону мас-спектрометричним методом зі статичною порожниною. Визначення вмісту калію виконані в Центральній хімічній лабораторії Польського геологічного інституту (Варшава) на спектрометрі Philips PW 2400. Вміст радіогенного аргону визначено з використанням внутрішнього стандарту [12] одним з авторів (А. Вуйтович) у Лабораторії мас-спектрометрії ІФ УМКС (Львів) на змодифікованому спектрометрі MS-10. Наважки масою близько 50 мг розплавляли в двопорожнинному тиглі екстракційно-очищувальної аргонної лінії. Як еталон використано чистий аргон-38. Атмосферний аргон визначали за вимірюваннями аргону-36.

Результати досліджень. Отримані значення віку (табл. 4) змінюються в достатньо широких межах. Вік полігаліту з полігаліт-ангідритових шарів коливається від 5,7 до 12,3 млн. р., полігаліту з червоної полігалітової породи – від 8,3 до 14,7 млн. р. Загалом вік більшості проб з червоної полігалітової породи – понад 11 млн. р., і в цілому вони є дещо старші від полігаліту з полігаліт-ангідритових шарів. Полігаліт зі Стебницького і Калуш-Голинського родовищ не відрізняється за віком.

Таблиця 4

Результати визначення віку полігаліту Передкарпаття

Номер проби	Родовище	Вік, млн. років
Полігаліт із полігаліт-ангідритових шарів		
2201	Стебницьке	5,70
2202	Те саме	6,85
A-1	- " -	12,30
2237	Розсільна	11,01
2208	Калуш-Голинське	8,49
2144	Те саме	9,06
2145	- " -	11,96
2220	- " -	10,28
2079	- " -	8,73
Червоний полігаліт		
2204	Стебницьке	8,30
2206	Те саме	12,27
72	- " -	11,89
20	- " -	12,63
2188	Калуш-Голинське	14,70
2179	Те саме	11,40

Примітка: стандартна похибка визначення віку <0,15 млн. років.

Обговорення результатів. В опублікованих працях наведені лише поодинокі результати визначення віку полігаліту Передкарпаття. Д. П. Хрущов і П. П. Зайдіс [13] наводять вік для двох проб полігаліту з шахти Стебник і Домбровського кар'єра – 5,7 і 7,5 млн. років, відповідно. У статтях С. Халаса та ін. [14] і Т. Перита й ін. [15] є три визначення віку полігаліту, описаного як вторинний чи рожево-прозорий: 10,5 млн. років [14] та 6,20 [15] для проби з Калуша та 12,38 млн. років для проби зі Стебника [15]. В останніх двох працях автори наводять також результати визначення віку шести проб полігаліту, який вони називають первинним, або сірим. Ці проби мають суттєво старший вік (від 22,9 до 61,3 млн. років, одна проба – 12,8 млн. років), що, на нашу думку, пов'язане зі значним вмістом у них глинистих теригенних мінералів, які є значно старшими [16] і завищують справжній вік полігаліту. Такі проби глинистого полігаліту ми не аналізували, оскільки наперед було відомо, що отриманий вік буде недостовірним.

Те, що суттєвої відмінності в отриманих нами значеннях віку полігаліту з Калуш-Голинського та Стебницького родовищ нема, може свідчити, що на утворення полігаліту обох родовищ впливало єдине (спільне) геологічне явище. Таким яви-

щем могли бути тектонічні процеси – насув Внутрішньої зони Передкарпатського прогину на Зовнішню, фаза складчастості та неорогенічні рухи, що тривають донині. Початок цих явищ пов'язують з сарматом (13,0–11,4 млн. років, див. рис.).

Складність і багатостадійність тектонічних процесів та сформовані на підставі літологічних та геохімічних досліджень погляди на умови утворення полігаліт-ангідритових шарів добре узгоджуються з отриманими даними про вік полігаліту. Шари меншої потужності (проби зі старшим віком) могли утворюватися дещо раніше, і процес їхнього формування не був тривалим. Натомість шари більшої потужності, в яких простежується зональна будова з кількома відмінами, що свідчить про багатостадійний процес утворення, дали молодший вік.

Багаторазові тектонічні рухи могли бути причиною витискання розчинів з соленою брекчією та покладів калійних солей, що спричинювало повторення реакції між ними на геохімічному бар'єрі. У тому самому часі й унаслідок тих самих тектонічних процесів утворювався або перекристалізовувався полігаліт з червоною полігалітової породи. Вірогідною причиною старшого віку для пр. 2188 може бути домішка теригенного матеріалу, молодший вік пр. 2204 поки що не має пояснення.

Результати радіометричних досліджень віку полігаліту дають змогу краще зрозуміти процеси утворення цього мінералу, перебіг геохімічних процесів та вплив тектоніки на подібні явища. Це дає нову конкретну інформацію для пізнання процесу галогенезу.

Вік полігаліту визначали за фінансової підтримки Комітету наукових досліджень Польщі (проект 6 PO4D 067 18).

1. Корневский С. М., Захарова В. М., Шамахов В. А. Миоценовые галогенные формации предгорий Карпат. Л., 1977.
2. Закономерности размещения и критерии поисков калийных солей СССР / Н. М. Джиноридзе, С. Д. Гемп, А. Ф. Горбов, В. И. Раевский. Тбилиси, 1980.
3. История геологического развития Украинских Карпат / О. С. Вялов, С. П. Гавура, В. В. Даныш и др. К., 1981.
4. Rögl F. Palaeogeographic Considerations for Mediterranean and Paratethys Seaways (Oligocene to Miocene) // *Annalen des Naturhistorischen Museum in Wien* (1997). 1998. Vol. 99A. P. 279–310.
5. Вялов О. С. Схема стратиграфии неогеновых отложений западных областей УССР // Палеонтол. сб. 1980. № 17. С. 93–96.
6. Гринив С. П. Условия образования ангидрит-полигалитовых слоев калиеносных отложений Предкарпатья // Условия образования месторождений калийных солей. Новосибирск, 1990. С. 181–189.
7. Гринив С. П., Кушнир С. В., Гаевский В. Г. Распределение стронция в полигалите и ангидрите из отложений калийных солей Предкарпатья // Геология и геохимия соленосных отложений нефтегазоносных провинций: Сб науч. ст. К., 1990. С. 126–132.
8. Ходькова С. В. Генетическая природа разных форм полигалита // Проблемы морского и континентального галогенеза : Тез. IV Всесоюз. солевого совещ. Новосибирск, 30 авг.–1 сент. 1988 г. Новосибирск, 1988. С. 78.
9. Gryniw S. P. Skład i korelacja litostratygraficzna soli złoża kałużsko-hołyńskiego (ukrainskie Przedkarpacie) // *Przegł. Geologiczny*. 1994. T. 42. S. 748–750.

10. *Валяшко М. Г., Богашева Л. Г., Борисенков В. И.* и др. Формирование химического состава поровых растворов соленосных глин Стебникского месторождения калийных солей // Геология и полезные ископаемые соленосных толщ. К., 1974. С. 183–190.
11. *Petryczenko O. I., Panow G. M., Peryt T. M.* et al. Zarys geologii miocenijskich formacji ewaporatowych ukraińskiej części zapadliska przedkarpackiego // *Przeł. Geologiczny*. 1994. T. 42. S. 734–737.
12. *Halas S.* Geochronologia izotopowa oparta na rozpadzie promieniotwórczym potasu-40 // *Przeł. Geologiczny*. 1995. T. 43. S. 993–998.
13. *Хрущов Д. П., Зайдис П. П.* Определение абсолютного возраста пород и минералов соленосных формаций // *Осадочные породы и руды*. К., 1978. С. 221–227.
14. *Halas S., Wójtowicz A., Peryt T. M.* K/Ar dates of some Miocene potash salts from Carpathian Foredeep // *Acta Geologica Hungarica*. 1996. Vol. 39. Supplementum (Isotope Workshop III). P. 64–67.
15. *Peryt T. M., Halas S., Koriń S. S.* Przynależność stratygraficzna miocenijskich soli potasowych zapadliska przedkarpackiego // III Ogólnopolska Sesja Naukowa "Datowanie minerałów i skał", UMCS, Lublin, 24–25 października 1996 r. Lublin, 1996. S. 55–56.
16. *Билонижка П. М., Костин В. А.* О происхождении гидрослюды из соленосных отложений Предкарпатского прогиба (по данным определения их абсолютного возраста) // *Геология и геохимия соленосных формаций Украины: Сб. науч. ст.* К., 1977. С. 53–65.

**POLYHALITE FROM THE CARPATHIAN FOREDEEP:
THE RADIOMETRIC AGE AND ORIGIN**

A. Wójtowicz¹, S. Hryniv²

¹*Polish Geological Institute, Rakovetska st. 4, PL – 00-975 Warsaw, Poland;*

²*Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals,
Naukova st. 3a, UA – 79053 Lviv, Ukraine;*

Miocene K-Mg sulphate deposits of the Carpathian foredeep occur on two stratigraphic horizons. Lower of them belongs to Eggenburgian stage, the age of upper one is debatable – either Ottnangian or Badenian. We have determined the radiometric age of 15 specimens of two genetic varieties of polyhalite by K/Ar method. Polyhalite from red bedded polyhalite rock occurring at the places of wedging out of potash salt deposits and polyhalite from polyhalite-anhydrite strata which are situated at the salt breccia near the contact of potash salt deposits have been investigated. Radiometric age data of polyhalite from red polyhalite rock vary from 8.3 to 14.7 Ma. Radiometric age determined for polyhalite from polyhalite-anhydrite layers turned out to be younger, from 5.7 to 12.3 Ma.

Comparison of ages of the same varieties of polyhalite from Stebnyck (Eggenburgian) and Kalush-Holyn (Ottnangian? Badenian?) deposits does not show significant differences. The origin of polyhalite is connected with tectonic events during the history of the Carpathian foredeep geological development. The large dispersion of polyhalite dates obtained for polyhalite-anhydrite strata may suggest that they have been formed during several stages.

Key words: polyhalite, evaporite, argon-40, dating, Miocene, Carpathian foredeep.

Стаття надійшла до редколегії 15.05.2001