

УДК 549.767.19(477.8)

ПОЛІГАЛІТ ГАЛОГЕННИХ ФОРМАЦІЙ ПЕРЕДКАРПАТТЯ: ФОРМИ ЗНАХОДЖЕННЯ, ГЕНЕЗИС ТА РОЗШУКОВЕ ЗНАЧЕННЯ

Ю. В. Садовий¹, Ю. Ю. Садовий²

¹Державний науково-дослідний інститут галургії,
вул. Фабрична, 5а, 77303 Калуш, Івано-Франківська обл., Україна
E-mail: usadovyi@gmail.com

²Інститут геологічних наук НАН України,
вул. О. Гончара, 55б, 01601 Київ, Україна
E-mail: cadovuj@ukr.net

Схарактеризовано поширення, форми знаходження та генезис полігаліту родовищ калійно-магнієвих солей Передкарпаття. На підставі аналізу літературних даних і вивчення геологічних умов залягання полігаліту в підземних гірничих виробках Калуш-Голинського і Стебницького соляних родовищ зроблено висновок про вторинне походження мінералу. Утворення полігаліту відбувалося з соляних розчинів, які формувалися внаслідок перекристалізації кристалогідратів і виділення з них води, та порових розчинів за змінних *PT*-умов та активного впливу тектонічних процесів.

Ключові слова: полігаліт, галогенні формації, кристалізація мінералів, соляні розчини, Передкарпаття.

Серед міоценових відкладів Українського Передкарпаття залягають дві соленосні формації, що вміщують продуктивні поклади полімінеральних калійно-магнієвих солей, які належать до хлоридно-сульфатного типу. Поширені тут теригенно-галогенні товщі мають складну будову та великий перелік наявних у них соляних мінералів. Якщо в більшості калієносних формацій, які належать до хлоридного типу, наявні три-чотири різновиди (галіт, сильвін, карналіт і ангідрит), то у прикарпатських соленосних відкладах виявлено близько 20 соляних мінералів. Такі особливості здавна цікавили дослідників, які намагалися з'ясувати причини різноманіття мінерального складу наявних тут порід, відтворити умови формування покладів калійно-магнієвих солей, виявити закономірності просторового розміщення та різкої мінливості їхніх потужностей і мінерального складу.

Для пояснення зазначених вище та багатьох інших питань, що стосуються геологічної будови передкарпатських соленосних формацій, мінеральних та петрографічних особливостей цих відкладів висловлено чимало поглядів, іноді суперечливих. Такі розбіжності зумовлені, по-перше, об'єктивною складністю будови досліджуваних утворень, по-друге, відмінностями в методичних підходах до їхнього вивчення. На наш погляд, лише комплексний аналіз мінералого-петрографічних особливостей соляних порід у зв'язку з наявними нині геологічними структурами та врахування тектонічного режиму, який привів до їхнього формування, дає змогу наблизитися до об'єктивного розуміння

закономірностей сучасного просторового поширення покладів, мінливості їхнього мінерального складу та потужностей. Зазначену тезу пояснимо на підставі аналізу даних, що стосуються форм знаходження та інших характерних особливостей одного з соляних мінералів, наявного в галогенних формаціях Передкарпаття, а саме – полігаліту, двоводного сульфату кальцію, магнію і калію: $K_2Ca_2Mg[SO_4]_4 \cdot 2H_2O$.

Чому саме цього мінералу? По-перше, тому, що дані мінералого-петрографічного вивчення проявів полігалітової мінералізації достатньо переконливо свідчать про характер процесів, які відбувалися в галогенних відкладах на постседиментаційному етапі. Другим сприятливим чинником є те, що цей мінерал порівняно з іншими соляними мінералами має вищі значення фізико-механічних характеристик і значно нижчу розчинність, що є передумовою для ліпшої збереженості полігалітових утворень у процесі інтенсивних деформацій, яких зазнали галогенні формації Передкарпаття. Важливо й те, що полігаліт придатний для визначення абсолютного віку його утворення.

Незважаючи на порівняно великий перелік соляних мінералів, виявлених у передкарпатських соленосних відкладах, головних мінералів, які формують промислові типи руд, є декілька – галіт, каїніт, лангбейніт, менше – сильвін і кізерит. Що стосується полігаліту, то він у різних формах і змінній кількості практично завжди наявний у всіх типах руд полімінеральних солей. Інколи він є у вигляді включень та прошарків, що чітко ідентифіковані візуально, однак часто, незважаючи на достатньо високий вміст у породі, його визначають лише під час мікроскопічного вивчення та за даними перерахунків результатів хімічного аналізу. Вміст полігаліту в породах, що утворюють промислові поклади, змінюється від декількох відсотків до близько 20 %, у середньому – 7–11 %. У полігалітових прошарках вміст цього мінералу – 50–80 %.

Уперше полігаліт у міоценових соленосних товщах Передкарпаття описав 1874 р. Е. Віндакевич (E. Windakiewicz). Пізніше значну увагу вивченню цього мінералу приділяли Я. Яржемський [11, 12], В. Лобанова [7], М. Коробцова [6], які визначили його важливі типоморфні характеристики та парагенезиси. Особливо цінне прикладне значення мають дослідження, виконані С. Ходьковою [9], С. Коренем [4, 5], С. Гринів [2], А. Вуйтовичем, С. Гринів [1]. Як виявлено згаданими вище дослідниками та доведено нами раніше [8], полігаліт у передкарпатських покладах полімінеральних солей наявний у двох основних формах: а) у розсіяному вигляді та включеннях у різних типах порід; б) у формі більш-менш мономінеральних прошарків.

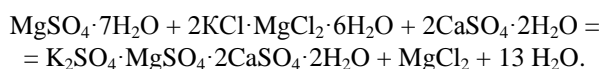
Генезис та розшукове значення наявності полігаліту. Є різні погляди щодо того, на якій стадії розвитку соленосних відкладів утворюється полігаліт. Одні геологи вважають, що утворення полігаліту можливе під час седиментації. Однак більшість із тих, хто детально вивчав закономірності його поширення в породах, стверджує, що цей мінерал формувався головню на пізніших стадіях – у процесі діагенезу та катагенезу.

Припущення про седиментаційне (чи ранньодіагенетичне) утворення полігаліту є цілком логічним з погляду фізичної хімії, тобто з такої властивості мінералу, як розчинність. Справді, якщо в разі згущення розчинів у процесі випаровування чи змішування різних типів концентрованих розсолів першими в осад повинні випадати найменш розчинні в цій системі сполуки, то, очевидно, полігаліт мав би осаджуватися серед перших твердих фаз. Однак коли проаналізувати результати петрографічного вивчення проявів цього мінералу в різних типах калійних порід Передкарпаття, то виявиться, що питання про утворення полігаліту є не таким однозначним і набагато складнішим, ніж це можна уявити з теоретичних припущень.

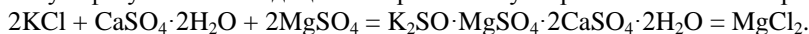
До висновку про можливість первинно седиментаційного утворення полігаліту багатьох дослідників приводить і те, що соляні відклади є осадовими хомогенними утвореннями. Цей безсумнівний факт часто спонукає до іншого висновку: переважна більшість мінералів, що утворюють соляні породи, та й саме різноманіття порід сформувалися переважно на стадії седиментації та в процесі наступної літифікації, головню на етапі діагенезу. На наш погляд, такі уявлення є стереотипними і помилковими, бо не враховують усієї складності процесів, які відбувалися в Передкарпатті з теригенно-галогенними відкладами у постседиментаційний період їхнього розвитку.

Якщо розглянути в ретроспективі погляди на умови утворення полігаліту, висловлені в різний час, то передусім згадаємо про досліді Я. Вант-Гоффа. Вчений уперше експериментально довів можливість отримання полігаліту заміщенням ангідриту, гіпсу та сингеніту внаслідок впливу на них розчинів, що містять К і Mg. Як з'ясовано згодом у ході петрографічних досліджень реальних калійних порід з різних родовищ [7, 9, 11, 12], такий механізм утворення полігаліту справді значно поширений. Причому відбувається полігалітизація не лише мінералів, названих у дослідженнях Я. Вант-Гоффа, а й сильвіну, карналіту, каїніту, глазериту. Очевидним є також розвиток полігаліту в теригенній складовій різних типів соляних порід. Тому вторинна природа утворення полігаліту, розсіяного в породах у вигляді окремих дрібненьких кристалів та у формі їхніх агрегатів і гнізд, не викликає сумнівів чи особливих заперечень. Дискусії тривають лише щодо механізму полігалітизації, походження розчинів, що сприяють цьому процесу, та хімічного типу цих розчинів. Стосовно цього питання справді є різні думки, і воно, на наш погляд, принципово важливе.

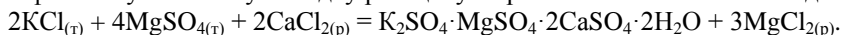
За припущеннями С. Ходькової, утворення вторинного полігаліту може відбуватися різними способами [9]. У випадку, коли в осаді, що містив карналіт, водні сульфати магнію і сульфати кальцію у вигляді гіпсу (ангідриту), механізм виникнення полігаліту міг бути таким:



У разі, коли полігаліт утворювався в літифікованій породі, що найчастіше і спостерігають, він міг формуватися з різних мінералів, зокрема, сильвіну, карналіту, каїніту, магнезиту та ін. Для утворення полігаліту з сильвіну і сульфату кальцію потрібний також розчин сульфату магнію. Тоді цей мінерал може утворюватися за такою реакцією:



Деякі дослідники припускали, що полігаліт може виникати і внаслідок проникнення у соленосну товщу хлоркальцієвих розчинів. Розсоли такого типу в Передкарпатті містяться у піднасувному комплексі порід. Уважають, що вони генетично пов'язані з покладами нафти і газу. У такому випадку реакція утворення матиме такий вигляд:



Я. Яржемський [12], аналізуючи питання утворення полігаліту, звертав увагу, що процеси вторинної полігалітизації не відбуваються в хлоридних соляних відкладах. Ці явища, за його даними, не простежуються ні у Верхньокамському родовищі, ні у таких потужних соленосних формаціях, як верхньодевонська в межах Прип'ятської западини чи кембрійська, що в Східному Сибіру. Хоча там існують калійні мінерали, хлормagneїєві розчини й ангідрит, який, згідно з експериментальними даними, міг би зазнавати заміщення полігалітом. Тому Я. Яржемський наголосив, що лише в хлоридно-сульфатних і сульфатних калієносних відкладах відбуваються "більш або менш інтенсивні, але над-

звичайно поширені процеси постседиментаційної полігалітизації різноманітних галогенних утворень”. Причому найрізноманітніші прояви збірної перекристалізації полігаліту можна спостерігати в усіх соляних мінералах і в різних типах порід. Полігаліт розвивається по галопеліту, галіту, ангідриту, сильвіну, глазериту, карналіту, калібориту. Отже, бачимо, що це як типові вторинні мінерали, так і ті, що часто належать до первинних. Компоненти для побудови мікрочисталив та агрегатів полігаліту надходять як з розсіяного в товщі пелітоморфного (первинного, за припущеннями Я. Яржемського) полігаліту, так і, більше, з порових розчинів. Механізм формування таких розчинів, на думку Я. Яржемського, полягав у такому: як тільки сульфатні калійні поклади “потрапляють у сферу діяльності агентів гіпергенезу, починаються складні й різноманітні процеси заміщення соляних мінералів. Кайніт і лангбейніт шенітизуються, епсомітизуються, даючи місцеві мікрокапілярні розсоли хлоридів і сульфатів калію і магнею. Ці розсоли адсорбуються ... соляними глинами, які здатні утримувати в собі сполуки магнею, бору та інших елементів. Відповідно, соляні глини вміщують як первинні галогенні компоненти ... карбонати (кальцит, доломіт, магнезит, анкерит та ін.), ангідрит і нерідко у вигляді мікродомішки полігаліт”. Полігаліт, на думку Я. Яржемського, є природною затравкою, на якій за участі сульфатних мікрокапілярних розчинів починається процес полігалітизації. Учений проаналізував процеси полігалітизації в різних калієносних басейнах і дійшов висновку, що визначальна роль належить саме сульфатним поровим розчинам, а не хлоридним, як це припускав свого часу Я. Вант-Гофф.

Розшифрування механізму зародження і розвитку процесу полігалітизації ґрунтується на детальному мікроскопічному вивченні значного матеріалу, а тому, на нашу думку, можна погодитись із запропонованим механізмом кристалізації цього мінералу. Заперечення може викликати лише пояснення механізму мобілізації порових розчинів. Вивчаючи відслонення у підземних виробках на значній глибині, ми не спостерігаємо проявів “діяльності агентів гіпергенезу”, які мали би спричинити, за уявленнями Я. Яржемського, виникнення хлоридних і сульфатних порових розчинів, причому на таких глибинах, де їхнє проникнення в принципі неможливе. Натомість чітко видно прояви активної тектонічної діяльності, під впливом якої, на нашу думку, і формувались необхідні розчини. Ці розчини утворювалися двома способами. По-перше, це власне порові розчини, які завжди наявні в гірській породі, щоправда, у мізерній кількості. За даними досліджень, у надрах природна вологість корінної соляної породи дуже незначна – не перевищує 1 %.

Щодо другого джерела розсолів, які могли б сприяти перекристалізації мінералів, у тім числі й утворенню полігаліту, є різні погляди. Більшість дослідників, які вивчали соленосні відклади (і які стоять на позиціях евапоритового галогенезу), вважає, що в товщі галогенного комплексу після відкладення солей повинні залишатися захоронені маточні розчини. Однак існує й альтернативний погляд, відповідно до якого джерелом розчинів є рідка фаза, яка утворюється під час дегідратації водних мінералів під впливом тектонічних деформацій. За нашими даними, у процесі тектонічної перебудови регіону та формування сучасної надзвичайно інтенсивно дислокованої структури моласового комплексу порід Передкарпаття відбувалася неодноразова дегідратація водовмісних соляних мінералів на одних ділянках структур та їхня гідратація в інших частинах розриву. Розчини відтискалися з тих ділянок, де переважали стискувальні напруження, зокрема із замків складок, і переміщувалися на ділянки структур, де відбувалося розтягнення, – на крила складок та в місця, де тектонічне навантаження перевищувало межу міцності

порід, тобто в зонах утворення розривних дислокацій. Ознакою активного перевідкладення і перекристалізації соляного матеріалу є утворення зон вторинного карналіту по розривних порушеннях. Цілком очевидно, що під час переміщення розчинів відбувалася перекристалізація одних та утворення нових мінералів і їхніх парагенезисів. Про багатостадійність цих процесів однозначно свідчать хоча б системи тріщин, виповнених різноманітними солями різних генерацій, які перетинають одні одних.

Щоб уявити масштабність процесу дегідратації мінералів і подальшого переміщення флюїдів та перекристалізації порід, достатньо проаналізувати вміст води в деяких соляних мінералах (див. таблицю). Як бачимо з таблиці, кількість кристалізаційної води в багатьох соляних мінералах є дуже значною. Що ж стосується питання, наскільки легко віддають соляні мінерали воду, то показовим прикладом може бути карналіт.

Вміст H₂O у соляних мінералах

Назва мінералу	Хімічна формула	Вміст H ₂ O, %
Мірабіліт	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	55,91
Епсоміт	MgSO ₄ ·7H ₂ O	51,16
Гексагідрит (сакиїт)	MgSO ₄ ·6H ₂ O	47,33
Карналіт	KCl·MgCl ₂ ·6H ₂ O	39,90
Бішофіт	MgCl ₂ ·6H ₂ O	33,16
Шеніт (пікромерит)	K ₂ SO ₄ ·MgSO ₄ ·6H ₂ O	26,84
Каїніт	KCl·MgSO ₄ ·3H ₂ O	21,71
Астраханіт	Na ₂ SO ₄ ·MgSO ₄ ·4H ₂ O	21,52
Гіпс	CaSO ₄ ·2H ₂ O	20,95
Леоніт	K ₂ SO ₄ ·MgSO ₄ ·4H ₂ O	19,65
Льовеїт	K ₂ SO ₄ ·MgSO ₄ ·4H ₂ O	14,64
Кізерит	MgSO ₄ ·H ₂ O	13,02
Полігаліт	K ₂ SO ₄ ·MgSO ₄ ·2CaSO ₄ ·2H ₂ O	5,98
Сингеніт (калушит)	K ₂ SO ₄ ·CaSO ₄ ·H ₂ O	5,49

У разі розкриття карналітових зон підземними гірничими виробками порушуються ті геологічні, головню фізико-механічні умови (тобто природна рівновага), у якій карналіт перебував у стабільному стані. Мінерал, додатково вбираючи вологу з повітря, починає розчинятися у власній кристалізаційній воді. Отримавши змогу відділитися внаслідок утворення вільного простору, кристалізаційна вода разом із MgCl₂ починає відділятися з прошарків карналіту у вигляді капелів та потьоків хлормагнієвого розсолу, а на місці карналіту з'являються кристали сильвіну KCl.

З іншого боку, можна навести достатньо багато показових прикладів того, наскільки легко відбувається зворотний процес – гідратації та перекристалізації соляних мінералів.

Щоб уявити інтенсивність динамічних навантажень, яких зазнали комплекси порід обох міоценових соленосних формацій Передкарпаття (за яких відбувалася перекристалізація соляних мінералів), опишемо два розрізи, один з яких (рис. 1) відображає характер структур у межах Стебницького родовища (воротищенська формація, нижній міоцен), а інший (рис. 2) побудований через одну з ділянок Калуш-Голинського родовища (середній міоцен).

Вище наведено фактичні дані та погляди на умови виникнення полігаліту в різних породах у розсіяному вигляді, де явно виражені ознаки заміщення ним інших мінералів, а тому більшість дослідників вважає цей полігаліт постседиментаційним.

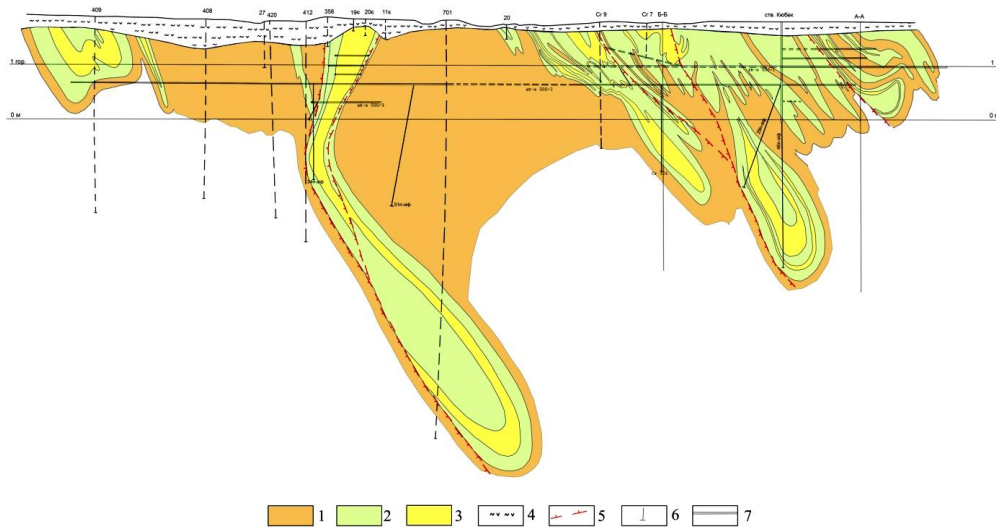


Рис. 1. Геологічний розріз Стебницького родовища калійних солей:

1 – підсольові породи; 2 – брекчіювана кам'яна сіль; 3 – калійний пласт; 4 – породи гіпсоглинистої шапки; 5 – розривні порушення; 6 – гірничі виробки.

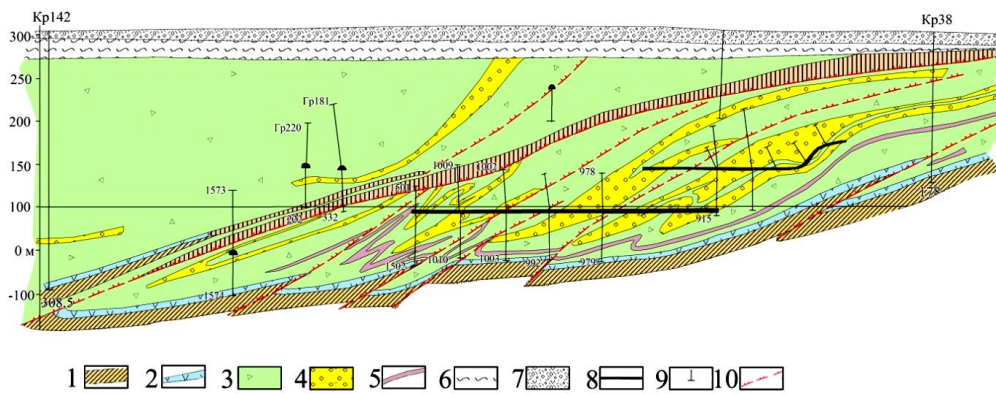


Рис. 2. Геологічний розріз Калуш-Голінського родовища калійних солей:

1 – підсольові теригенні відклади; 2 – ангідритовий горизонт; 3 – соленосна брекчія; 4 – калійний пласт сульфатного складу; 5 – калійний пласт хлоридного складу; 6 – гіпсоглиниста шапка; 7 – валунно-гравійно-гальковий горизонт; 8 – гірничі виробки; 9 – розривні порушення.

Тепер зосередимо увагу на полігаліті, який є у вигляді прошарків.

Як прийнято вважати, форма залягання геологічного утворення у вигляді шару однозначно свідчить про його осадове походження. Більшість геологів автоматично сприймає це як доказ седиментаційного походження речовини в тому вигляді, у якому ми її спостерігаємо нині. Якщо, знову ж таки, проаналізувати підходи до цього питання в ретроспективі, то потрібно згадати працю американських дослідників [13]. В. Шеллер та Е. Гендерсон, вивчаючи керн, отриманий під час буріння калійних родовищ у штатах Нью-Мексико і Техас, дійшли висновку, що полігалітовий пласт сформувався головню

завдяки впливу відповідних розсолів на раніше утворені ангідритові породи. Тобто відбулося заміщення – полігалітизація ангідриту. Отже, поклади полігаліту, найімовірніше, можуть мати вторинне походження. Щодо малопотужних (до 10 см) прошарків сірої полігалітової породи, яка простежується в продуктивному полімінеральному пласті в межах Калуш-Голинського родовища, то більшість дослідників стверджує про первинне, седиментаційне походження полігаліту, хоча й не заперечує процесів перекристалізації на пізніших етапах.

Стосовно іншого різновиду полігаліту, який залягає у вмісних породах поблизу продуктивних полімінеральних пластів, то тут погляди не такі однотайні. Зокрема, Я. Яржемський стверджував, що ці шари є первинними, і якщо не седиментаційними, то такими, що утворилися на ранніх етапах діагенезу [11]; С. Ходькова зазначила, що це не шари, а шароподібні тіла, а це не передбачає такого однозначного їх зачислення до первинно-седиментаційних утворень.

Значно глибший аналіз цих утворень є в працях С. Гринів [2]. Перше, на що вчена звернула увагу, – це те, що шари, які прийнято вважати полігалітовими, не завжди є такими в буквальному розумінні цього терміна. Насправді вони є ангідрит-полігалітовими зі змінною кількістю цих двох основних компонентів породи. Детально вивчивши не лише ангідрит-полігалітовий шар породи, а й прилеглу з обох боків товщу вмісної пісковикомо-глинистої соленосної брекчії, С. Гринів отримала цікаві закономірності. Виявилось, що, по-перше, полігаліт у цьому двокомпонентному шарі завжди залягає з боку пласта, а ангідрит прилягає ззовні. Крім того, у цементі інтервалу брекчії, який залягає між пластом і ангідрито-полігалітовим прошарком, містяться домішки полігаліту, а з іншого боку від цього шару в цементі розсіяний лише ангідрит.

Співвідношення потужностей ангідритової і полігалітової частин цього прошарку не витримане і значно змінне. Межа між ними звивиста, часто дуже нерівна, затокоподібна, однак достатньо чітка (рис. 3) [2].

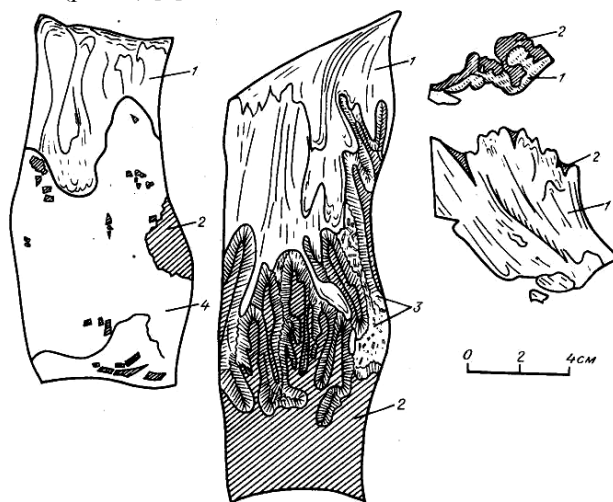


Рис. 3. Співвідношення потужностей і характер контакту полігаліту й ангідриту в шарах ангідрит-полігалітового складу:

1 – волокнистий і сплутано-волокнистий полігаліт; 2 – дрібнокристалічний ангідрит; 3 – крупнокристалічний спиноподібний ангідрит; 4 – гіпс.

Зазначені вище та низка інших фактів дали змогу С. Гринів зробити висновок про умови утворення цього шару породи. Найімовірніше, він утворився внаслідок реакції двох типів розсолів: сульфатно-магнієвих, які відтискалися з пласта полімінеральних порід, і хлоркальцієвих порових розчинів, що містилися в соленосній брекчії. Отже, ця порода, по суті, є своєрідним метасоматичним утворенням на геохімічному бар'єрі.

Цікаві також дані, отримані в ході визначення абсолютного віку утворення різних типів полігалітових порід калій-аргоновим методом [1, 10]. Незважаючи на те, що воротищенські відклади є нижньоміоценовими, а соленосна формація, з якою пов'язані відклади Калуш-Голинського родовища, належить до середнього міоцену, з'ясовано, що суттєвої різниці між даними визначень часу утворення полігаліту нема [1]. Вік утворення різних візців полігаліту виявився неоднаковим, проте в усіх випадках молодшим, ніж час існування седиментаційного басейну. Це дає змогу зробити важливі висновки щодо того, що полігаліт утворювався не за одну стадію і під впливом тектонічних деформацій, яких зазнавав комплекс відкладів у регіоні.

Як ми зазначали [8], серед комплексу порід, що формують полімінеральний пласт у межах Калуш-Голинського родовища, виявлено характерний малопотужний прошарок полігалітової породи сірого кольору, який має достатньо чітке місце в розрізі. Ця обставина є передумовою використання полігалітового прошарку як важливого елемента маркувальної пачки порід, що за умов значної дислокованості комплексу є вкрай важливим для розшифрування будови як продуктивних пластів, так і структури родовища загалом. За даними детального документування гірничих виробок, що розкривали соленосну товщу на різних горизонтах, вдалося з'ясувати, що аномальні потужності (до 110 м) продуктивного пласта, який виділи під назвою "ЛК верхній", зумовлені розвитком інтенсивної складчастості. Простежування маркувальної пачки порід, ключовою складовою якої був прошарок полігаліту, засвідчило, що справжня потужність пласта змінюється від 12 до 18 м. Прошарки порід, представлені пластичною в разі тектонічних деформацій сіллю, збільшували потужність унаслідок нагнітання в мульдах синклінальних структур. Фіксували зростання потужності прошарків у цих частинах у чотири–вісім разів порівняно з їхньою товщиною на крилах [4]. На рис. 4, а показано дані документування капітальних підземних гірничих виробок, якими розкрито й підготовлено до відпрацювання фрагмент покладів полімінеральних солей пласта "ЛК верхній". Тут також відображено дані документування керн підземних свердловин, пробурених униз, та опробування шлему свердловин, які бурили вгору та під різним кутом. Інтерпретація цих даних дала змогу відтворити структуру пласта на цій ділянці родовища (див. рис. 4, б). Як бачимо, полімінеральний пласт тут формує синклінальну макроструктуру, яка, відповідно, ускладнена мезоструктурами – двома синкліналями А і В та антиклінально Б, яка їх розділяє.

Використання цієї ж характерної маркувальної пачки з полігалітовим прошарком у поєднанні з іншими критеріями також сприяло визначенню загальної лускуватоскладчастої будови Калуш-Голинського родовища. Вдалося з'ясувати, що продуктивні рудні тіла в межах родовища, які вважали окремими лінзами, насправді є фрагментами колись єдиного пласта, який, по-перше, був зім'ятий у перекинуті складки, і, по-друге, соленосна товща, у межах якої залягав пласт, розділена насувними дислокаціями на окремі луски [4]. Оскільки полігалітові породи за фізико-механічними властивостями та порівняно низькою розчинністю є одним із найстійкіших елементів соленосної товщі, то їхнє виявлення під час геологорозвідувальних робіт має важливе розшукове значення.

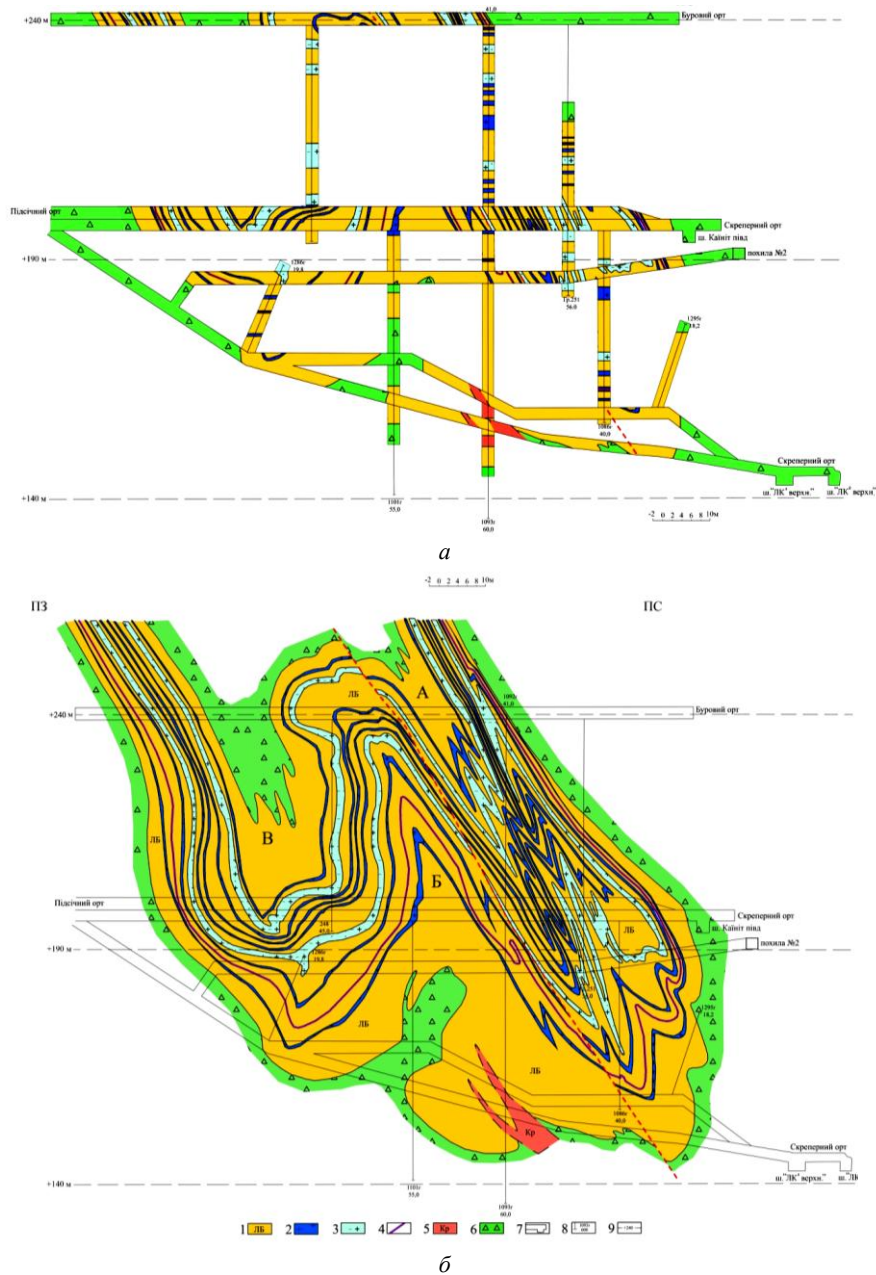


Рис. 4. Характеристика пласта "ЛК верхній":

a – фактичні дані документації та опробування пласта по осі камери; *б* – геологічний розріз пласта; 1 – лангбейніт-карналітова порода; 2 – кам'яна сіль; 3 – соленосна глина з кам'яною сіллю; 4 – полігалітова порода; 5 – карналітова порода; 6 – соленосна пісковикова-глиниста брекчія; 7 – підземні виробки; 8 – підземні свердловини; 9 – горизонти виробок.

Як свідчить досвід документування підземних виробок на передкарпатських родовищах полімінеральних солей, інтенсивність деформацій і перерозподіл потужностей калійного пласта нерідко досягають такого ступеня, що в окремих місцях про наявність рудного тіла можна судити лише за залишками полігалітової породи та рідкісними вкрапленнями інших мінералів. Полігалітова порода в таких випадках контрастно виділяється на тлі соляної брекчії за забарвленням та текстурними ознаками і виявлена у вигляді блоків – будин (інколи завдовжки понад 1 м), розбитих тріщинами. Водночас на суміжних ділянках можна очікувати аномально великого зростання потужності завдяки нагнітання соляного матеріалу й інтенсивній складчастості. Наявність таких фрагментів полігалітового шару свідчить також про можливість існування тут зони великого поперечного порушення.

Отже, усі наведені вище різноманітні факти свідчать про те, що процеси формування сучасного вигляду соляних порід Передкарпаття є не такими простими, як часто вважали. Історія та механізми утворення полігаліту у вигляді прошарків серед соленосної товщі (як і інших різноманітних типів соляних порід) ще остаточно не з'ясовані, а процеси їхнього формування, на наш погляд, значно складніші та неоднотадійні. Ці процеси, без сумніву, пов'язані з інтенсивною тектонічною переробкою відкладів під впливом того геодинамічного режиму, який панував у регіоні після утворення галогенно-теригенних товщ. Про масштабність цього впливу свідчать переміщення по структурах насувного характеру, а також інтенсивність деформацій, яка в підсумку відобразилася у надзвичайно широкому розвитку різноманітних динамічних текстур (розсланцювання, брекчій та ін.). Ще більш показовим індикатором тектонічного впливу є інтенсивні складчасті дислокації багатьох порядків, які охоплюють весь комплекс відкладів, проте особливо наочно виявлені у продуктивних полімінеральних пластах. Якщо для інших типів геологічних формацій такі масштабні дислокації не мали б суттєвого впливу на їхні мінерально-петрографічні характеристики, то для теригенно-галогенної товщі, де соляні мінерали дуже чутливі до навіть незначних змін фізико-хімічних умов існування, цей чинник є визначальним. Без сумніву, у процесі такого інтенсивного динамічного впливу відбувалися перерозподіл речовини (відтискання солі з одних ділянок структур в інші), неодноразова перекристалізація соляних мінералів, утворення мінералізованих флюїдів унаслідок вивільнення кристалізаційної води; усе це сприяло перерозподілу речовини та перекристалізації мінералів. Тому та мінералого-петрографічна картина, яку ми маємо змогу спостерігати сьогодні, є, по суті, статичним зрізом процесу динамічної зміни в речовинному складі галогенно-теригенних відкладів. Одна з найхарактерніших особливостей соляних порід полягає в тому, що навіть за незначних (як для інших мінералів) змін у *PT*- умовах існування вони надзвичайно інтенсивно трансформуються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вуйтович А. Полігаліт Передкарпаття: абсолютний вік та умови утворення / А. Вуйтович, С. Гринів // Мінерал. зб. – 2001. – № 51, вип. 1. – С. 96–103.
2. Гринів С. П. Умовия образования ангидрит-полигалитовых слоёв калиеносных отложений Прикарпатья / С. П. Гринив // Умовия образования месторождений калийных солей. – Новосибирск, 1990. – С. 181–189.

3. Кореневский С. М. Нинюв-Моршинский калиеносный район / С. М. Кореневский, В. В. Лобанова // *Материалы к изучению соляных месторождений и минеральных вод* : Тр. ВНИИГ. – 1955. – Вып. 30. – С. 149–182.
4. Коринь С.С. Строение пласта “ЛК верхний” на участке Восточная Гольнь Калуш-Гольнского месторождения / С. С. Коринь // *Геологическое строение провинций горючих ископаемых Украины*. – Киев : Наук. думка, 1978. – С. 116–120.
5. Коринь С. С. Определение структурного положения и корреляции пластов Калуш-Гольнского месторождения с помощью маркирующей пачки полигалит-галитовых пород / С. С. Коринь, Т. М. Мосора // *Осадочные породы и руды*. – Киев : Наук. думка, 1978. – С. 172–177.
6. Коробцова М. С. Полигалит из прикарпатских соляных месторождений / М. С. Коробцова // *Минерал. сб.* – 1953. – № 7.
7. Лобанова В. В. Вопросы петрографии калийных залежей Восточного Предкарпатья / В. В. Лобанова // *Материалы изучения районов современного и ископаемого соленакопления* : Тр. ВНИИГ. – 1956. – Вып. 32. – С. 164–215.
8. Садовий Ю. В. Форми знаходження полігаліту в міоценових галогенних формаціях Прикарпатського прогину / Ю. В. Садовий, Ю. Ю. Садовий // *Такий різний світ мінералогії* : наук. конф. : матеріали. – 2012. – С. 118–130.
9. Ходькова С. В. О взаимосвязи полигалита с сильвином в сильвинитах Хотинского поля Калушского месторождения / С. В. Ходькова // *Материалы по геологии районов соленакопления* : Тр. ВНИИГ. – 1964. – Вып. 95. – С. 165–169.
10. Хрущов Д. П. Определение абсолютного возраста пород и минералов соленосных формаций / Д. П. Хрущов, Б. Б. Зайдис // *Осадочные породы и руды*. – Киев : Наук. думка, 1978. – С. 221–228.
11. Яржемский Я. Я. К вопросу генезиса полигалита в калийных месторождениях / Я. Я. Яржемский // Тр. ВНИИГ. – 1954. – Вып. 29. – С. 223–260.
12. Яржемский Я. Я. Калийные и калиеносные галогенные породы / Я. Я. Яржемский. – Новосибирск, 1967. – 134 с.
13. Schaller W. Mineralogy of rill cores from Potash Field of New Mexico and Texas / W. Schaller and E. Henderson. – Washington, 1932.

*Стаття: надійшла до редакції 11.05.2012
прийнята до друку 29.05.2012*

POLYHALITE OF PRE-CARPATHIANS HALOGEN FORMATIONS: MODES OF OCCURRENCE, GENESIS AND SEARCH VALUE

Yu. V. Sadovyi¹, Yu. Yu. Sadovyi²

¹*State Research Institute of Halurgy,
5a, Fabrychna St., 77303 Kalush, Ivano-Frankivsk Reg., Ukraine
E-mail: ysadovyi@gmail.com*

²*Institute of Geological Sciences of NASU,
55b, Oles' Honchar St., 01601 Kyiv-54, Ukraine
E-mail: cadovuj@ukr.net*

The distribution, mode of occurrence and genesis of polyhalite from Pre-Carpathians potassium-magnesium salts deposits are characterized. The conclusion about the epigenetic origin of polyhalite is made on the basis of literary data analysis and study of polyhalite mode of occurrence in the underground proving holes of Kalush-Holyn' and Stebnyk salt deposits. Polyhalite has been formed from saline solutions (the result of crystallohydrates recrystallization and exudation of water from them) and from pore solutions at variable *PT*-parameters and active influencing of tectonic processes.

Key words: polyhalite, halogen formations, crystallization of minerals, salt solutions, Pre-Carpathians.

ПОЛИГАЛИТ ГАЛОГЕННЫХ ФОРМАЦИЙ ПРЕДКАРПАТЬЯ: ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ, ГЕНЕЗИС И ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Ю. В. Садовой¹, Ю. Ю. Садовой²

¹*Государственный научно-исследовательский институт галургии,
ул. Фабричная, 5а, 77303 Калуш, Ивано-Франковская обл., Украина
E-mail: ysadovyi@gmail.com*

²*Институт геологических наук НАН Украины,
ул. О. Гончара, 55б, 01601 Киев, Украина
E-mail: cadovuj@ukr.net*

Охарактеризовано распространение, формы нахождения и генезис полигалита месторождений калийно-магниевых солей Предкарпатья. На основании анализа литературных данных и изучения геологических условий залегания полигалита в подземных горных выработках Калуш-Гольинского и Стебникского соляных месторождений сделано вывод о вторичном происхождении минерала. Полигалит формировался из соляных растворов (возникали вследствие перекристаллизации кристаллогидратов и выделения из них воды) и поровых растворов в условиях изменчивых *PT*-параметров и активного влияния тектонических процессов.

Ключевые слова: полигалит, галогенные формации, кристаллизация минералов, солевые растворы, Предкарпатье.