

УДК 549.02 (438)

АУТИГЕННІ МІНЕРАЛИ-ДОМІШКИ У ТРІАСОВИХ СОЛЯХ ПОЛЬЩІ

О. Хмелевська

*Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України та
НАК “Нафтогаз України”
79053 м. Львів, вул. Наукова, 3а
E-mail: igggk@ah.ipm.lviv.ua*

Досліджено аутигенні мінерали водонерозчинної частини кам'яної солі нижньо-тріасового віку Польщі по розрізу свердловини Osno IG-2. Виявлено, що аутигенні домішки у солях представлені ангідритом, гіпсом, кварцом, целестином, доломітом і магнезитом. Утворення цих мінералів було повністю зумовлено хімічним складом заборонених маточних розчинів та фізико-хімічними параметрами середовища і відбувалося на стадії пізнього діагенезу.

Ключові слова: тріас, Польща, кам'яна сіль, аутигенні мінерали, пізній діагенез.

Вивчення хімічного складу розчинів рідких включень у солях фанерозою дало змогу побудувати криву еволюційної зміни складу ропи солеродних басейнів [3], що тісно пов'язана зі змінами хімічного складу вод та рівня океану, клімату, складу атмосфери, ізотопного складу сірки евапоритів, кисню карбонатів, тобто із глобальними процесами еволюції земної кори [2]. Внаслідок цього цілком можливо припустити еволюційні зміни у складі, кількості та морфологічних особливостях аутигенних домішок у солях, що, на думку багатьох дослідників [4–6], є чутливими показниками фізико-хімічних умов седиментогенезу та епігенезу. Оскільки сучасний стан проблеми вивченості аутигенних утворень у солях можна оцінити як фрагментарний і досить далекий від глобальних узагальнень, то накопичення фактичного матеріалу по різних солеродних басейнах є актуальним.

Нижче наведено новий фактичний матеріал, отриманий під час вивчення зразків тріасових солей Польщі.

Соленосні відклади нижнього тріасу (ret, Roet) поширені на невеликій площі Західної Польщі [8, 10] і є частиною хомогенних порід Німецького тріасового евапоритового басейну. Тріасові соленосні відклади відомі також у Нідерландах, Швейцарії та Франції. Останнім часом збільшився інтерес до цих відкладів через їхнє геохімічне та термобарогеохімічне вивчення [9, 12, 13]. Цими дослідженнями виявлено ідентичність хімічного складу розсолів, у яких відбувалося осідання та постседиментаційні перетворення солей в усьому Німецькому басейні, визначено ізотопний склад сульфатної сірки та вміст бром у солях. Все це в комплексі дає змогу оцінити фізико-хімічні умови хомогенного породоутворення та пов'язати отримані матеріали з еволюційними змінами хімічного складу океанічних вод у тріасі.

Літологічне вивчення соленосних відкладів тріасового віку в Німецькому басейні та його польській частині, зокрема, буде неповним без дослідження аутигенних водонерозчинних мінералів-домішок у солях, у перспективі – їхнє порівняння в

одновікових товщах перерахованих вище басейнів. Попередні публікації з цього питання нам не відомі.

Найпотужніша товща кам'яної солі тріасу Польщі (до 22 м), що залягає серед ангідритів, зафіксована у свердловині Хлебово (Chlebowo); у східному напрямі потужність помітно зменшується до повного виклинювання соляного тіла в районі Сулехово (Sulechowo) [10, 11]. Керновий матеріал добуто з єдиної свердловини Osno IG-2, що збільшує інтерес до цих відкладів. Товща рету в цій свердловині має потужність 157,7 м і розділена на п'ять частин: уламкові шари (складені пісковиками й аргілітами) – 28 м; гіпсові (I) шари (представлені ангідритами) – 32,5 м; міжгіпсові шари (переважно доломіти, аргіліти) – 30 м; гіпсові (ангидритові) (II) шари – 10 м; надгіпсові шари (вапняки, аргіліти з вкрапленнями ангідритів) – 57 м [11]. Галіт є у нижній і середній частині гіпсових (I) шарів, а керн узятो лише з середньої частини. Три галітові комплекси перешаровані з ангідритами й доломітами на глибині 1680,0–1689,4 м, їхній детальний опис наведено у [8].

Відповідно до цього опису, у першому (нижньому) комплексі в інтервалі 1688,9–1689,4 м залягає сіра напівпрозора глиниста сіль з розміром кристалів 3–8 мм, місцями гігантокристалічна перекристалізована. Вміст Вг у ній становить 51,14 ч/млн.

У другому (середньому) комплексі на глибині 1685,96–1687,6 м зафіксовано прошарок потужністю до перших десятків сантиметрів бежевої напівпрозорої солі (розмір кристалів від 2 до 12 мм) з лінзами прозорого перекристалізованого галіту. В нижній частині прошарку є зональні кристали галіту, у середній та верхній – поверхні розчинення. Вміст Вг коливається від 40,05 до 51,54 ч/млн.

Третій (верхній) соляний комплекс залягає в інтервалі 1680,45–1683,32 м і складений біло-бежевим напівпрозорим галітом з розміром кристалів від 2 до 25 мм, лінзи перекристалізованої солі трапляються у нижній частині прошарку. Вміст брому коливається від 47,78 до 62,12 ч/млн.

Кількість бром у солях усіх комплексів свідчить про морський генезис солетвірних розчинів [8].

Зразки для дослідження мінерального складу водонерозчинних залишків відібрані з усіх соляних прошарків. У галіті нижнього комплексу водонерозчинна частина представлена аутигенними ангідритом, гіпсом і залізистим доломітом у псамітовій фракції та залізистим доломітом і ангідритом в алевропелітовій. У зразках середнього соляного комплексу є аутигенні ангідрит, гіпс, залізистий доломіт, залізистий магнезит, кварц, целестин у псамітовій фракції та ангідрит, залізистий доломіт і кварц в алевропелітовій фракції. У верхньому соляному комплексі аутигенні домішки представлені ангідритом, гіпсом, залізистим доломітом і кварцом.

Найпоширенішим аутигенним мінералом водонерозчинних залишків у галіті є ангідрит. Його вміст практично постійно становить 80–95 %. Він утворює округлі агрегати білого кольору та пластинчасті й таблитчасті видовжені безбарвні, прозорі й напівпрозорі кристали. Оптичні сталі: $n_g = 1,615 \pm 0,003$; $n_p = 1,575 \pm 0,003$. Ізотопний склад сірки $\delta^{34}\text{S}$ в ангідриті з солей коливається в межах від 28,00 до 30,19 ‰ і є типовим для морських сульфатів кінця раннього тріасу [12]. У зразках із середнього комплексу кристалики ангідриту мають кородовану поверхню і зазубрені краї. Вірогідно, вони зазнали часткового розчинення. Ангідрит також у вигляді дрібних ізометричних кристалів часто утворює присипки на кристалах гіпсу і, особливо, кварцу.

Гіпс поширений значно менше, його вміст коливається від нуля до 3 % водонерозчинних залишків. Він утворює безколірні й жовтуваті, водянисто-прозорі та напівпрозорі пластинчасті кристали, більшість з яких здвійникована та має вигляд “ластів’ячого хвоста”. Також широко розвинені віялоподібні зростання цього мінералу. Окрім кристалічних, трапляються землясті агрегати медово-жовтого кольору, центральні частини яких непрозорі. Оптичні сталі: $n_g = 1,531 \pm 0,002$; $n_p = 1,520 \pm 0,001$.

Аутигенний кварц у вигляді безколірних добре викристалізованих короткопризматичних одно- й біпірамідальних індивідів та їхніх зрощень із сильним алмазним блиском трапляється у зразках середнього галітового комплексу. Іноді мінерал має псевдокубічний габітус і містить масу дрібних непрозорих включень. На гранях часто видно дрібні присипки ангідриту або гіпсу. Оптичні сталі: $n_o = 1,544 \pm 0,001$; $n_e = 1,552 \pm 0,001$. Кількість мінералу не перевищує 0,5 % і зменшується до поодиноких зерен у верхньому соляному комплексі.

Доломіт у вивчених зразках не утворює окремих ідіоморфних кристалів, а має вигляд напівпрозорих жовтуватих і буруватих тонкокристалічних агрегатів неправильної форми, прозорих лише по краях. За показником заломлення ($n_o = 1,700 \pm 0,001$) доломіт має помітну домішку заліза [7]. Мінерал є і в алевропелітовій фракції залишків (на дифрактограмах). Кількість його не перевищує кількох відсотків.

Залізистий магнезит виявлено в галіті з середнього соляного комплексу у вигляді короткостовпчастих та видовжених, голчастих призматичних, іноді гексагонально-призматичних кристалів та їхніх зростків. Кристали переважно безколірні та прозорі, хоча трапляються й переповнені дрібними твердими включеннями, з кородованою поверхнею і непрозорі. Мікрорентгенівське дослідження виявило головні лінії на дебаєграмах – 2,76, 2,09, 1,694 Å, які свідчать, що мінерал в ізоморфному ряду магнезит–сидерит відповідає мезититу [1]. Оптичні сталі: $n_g = 1,720 \pm 0,003$; $n_p = 1,535 \pm 0,002$. Кількість мінералу становить 1 % псамітової фракції. Цікаво, що він не зафіксований у солях інших комплексів.

Целестин виявлено у тих же зразках, що й магнезит. Кристали його дрібні (розміри не перевищують 0,3 мм), рожевого кольору, деякі індивіди поліхромні – рожеві частини чергуються з безколірними. В імерсійних рідинах зафіксовано слабкий плеохроїзм. Кристали голчасті або клиноподібні, таблитчасті. Частіше целестин абсолютною прозорий, однак є кристали, заповнені пилоподібними включеннями. Оптичні сталі: $n_g = 1,629 \pm 0,001$; $n_p = 1,622 \pm 0,001$. Кількість мінералу не перевищує 0,1 % псамітової фракції.

У вигляді поодиноких зерен у водонерозчинних залишках наявні тонкозернисті агрегати гідроксидів заліза, тонкокристалічні зростки піриту, а також зерна добре обкатаного теригенного кварцу та глауконіту. Треба зазначити, що у пробах немає глинистих мінералів.

Утворення аутигенних “несоляних” мінералів за умов солеродних басейнів тісно пов’язане з фізико-хімічними параметрами породоутворювального середовища. Як засвідчило вивчення хімічного складу розчинів рідких включень у седиментаційному і перекристалізованому галіті, розсоли басейну відповідали сульфатному хімічному типу і були збіднені сульфат-іоном порівняно з сучасною океанічною водою, згущеною до стадії осідання галіту. Захоронені розчини успадкували хімічний склад розсолів басейну, хоча й суттєво відрізнялися за вмістом головних іонів або їхніми співвідношеннями. Якщо вміст K^+ помітно зменшився з 5,5–10,7 г/л на стадії седиментації до 1,0–7,1 г/л під час перекристалізації, то вміст Mg^{2+} і SO_4^{2-} , на-

впаки, збільшився з 10,9–18,5 до 30,8–73,8 г/л для Mg^{2+} та з 4,9–5,5 до 6,6–56,6 г/л для SO_4^{2-} . Крім того, на стадії перекристалізації підвищилися температура і тиск, у розчинах була органічна речовина та газу (CH_4 , N_2 , CO_2 , H_2), тому, як зазначено в [12, 14], найактивніша перекристалізація солей відбувалася на стадії пізнього діагенезу.

Безперечно, хімічний склад захоронених маточних розчинів, а саме високі концентрації іонів Mg та сульфат-іона, спричинили утворення таких аутигенних мінералів, як ангідрит, гіпс, целестин, карбонати. Зокрема, карбонати містять значну домішку заліза, отже, його кількість у ропі була досить вагомою. Невелика концентрація SiO_2 в розчинах призвела до низького вмісту аутигенного кварцу в солях. Підвищена температура розчинів вплинула на морфологію карбонатів, особливо магнезиту. Практична відсутність глинистих мінералів і теригенного матеріалу у водонерозчинній частині солей могла зумовити обмеженість комплексу аутигенних мінералів тільки утвореними шляхом хімічного осідання з концентрованої ропи.

Отже, аутигенне мінералоутворення в солях тріасу Польщі мало свою специфіку і було зумовлене загальними геохімічними процесами, що відбувалися переважно під час перекристалізації солей.

1. *Васильев Е.К., Васильева Н.П.* Рентгенографический определитель карбонатов. Новосибирск, 1980.
2. *Ковалевич В.М.* Галогенез и химическая эволюция океана в фанерозое. К., 1990.
3. *Петриченко О.И.* Физико-химические условия осадкообразования в древних солеродных бассейнах. К., 1988.
4. *Петриченко О.И.* Эпигенез эвапоритов. К., 1990.
5. *Сливко Е.П., Петриченко О.И.* Некоторые проблемы изучения геохимии, минералогии и петрографии соленосных отложений Украины // Галогенные формации Украины и связанные с ними полезные ископаемые. К., 1971. С. 39–41.
6. *Теодорович Г.И.* Аутигенные минералы осадочных пород. М., 1958.
7. *Треггер В.Е.* Таблицы для оптического определения породообразующих минералов. М., 1958.
8. *Chapowski G., Peryt T.M., Raup O.B.* Carbonate–anhydrite–halite cycles in the Roet (Lower Triassic) of Western Poland // Bull. of the Polish Academy of Sciences. Earth Sciences. 1992. Vol. 40. P. 161–164.
9. *Fanlo I., Ayora C.* The evolution of the Lorraine evaporite basin: implications for the chemical and isotope composition of the Triassic ocean // Chem. Geol. 1998. Vol. 146. P. 135–154.
10. *Gajewska I.* Ret, wapien muszlowy i kajper w zachodniej i środkowej części monokliny Przedsudeckiej // Kwart. geol. 1964. T. 8. S. 598–608.
11. *Gajewska I.* Trias dolny // Profile głębokich otworów wiertniczych. Inst. Geol. 1983. Vol. 57. S. 22–25; 40–42.
12. *Kovalevich V., Peryt T.M., Beer W.* et al. Geochemistry of Early Triassic seawater as indicated by study of the Rot halite in the Netherland, Germany and Poland // Chem. Geol. 2002. Vol. 182. P. 549–563.
13. *Kovalevych V.M., Hauber L.* Fluid inclusions in halite from the Middle Triassic salt deposits in northern Switzerland: evidence for seawater chemistry // Salt-2000: 8th World Salt Symposium. 2000. Vol. 1. P. 143–148.

14. *Kowalewicz W.* Warunki powstania soli Retu w Zachodniej Polsce: Badania inkluzji fluidalnych // *Przegląd Geol.* 1994. T. 42. N 1. S. 34–38.

**AUTHIGENIC MINERALS-ADMIXTURES
IN THE TRIASSIC SALTS OF POLAND**

O. Khmelevska

*Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals
of NASU and National Joint-Stock Company "NAFTOGAZ of Ukraine"
Naukova St. 3a, UA – 79053 Lviv, Ukraine
E-mail: igggk@.ah.ipm.lviv.ua*

Authigenic minerals from water-insoluble part of Lower Triassic rock salt in Poland have been investigated along the section of the well Osno IG-2. It has been determined that anhydrite, gypsum, quartz, celestite, dolomite and magnesite represent authigenic minerals-admixtures in salts. Their origin has been completely caused by the chemical composition and physical-chemical parameters of the environment and took place during the late diagenesis.

Key words: rock salt, authigenic minerals, late diagenesis, Triassic, Poland.

Стаття надійшла до редколегії 15.12.2002

Прийнята до друку 24.10.2003