

Ślady po halicie – studium wybranych przykładów

Halite casts – a case of selected examples

Joanna JAWORSKA

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Instytut Geologii, ul. B. Krygowskiego 12, Poznań; e-mail: veronika@amu.edu.pl

STRESZCZENIE

W zależności od warunków krystalizacji halit może wykształcić kilka form: kryształów lejowych, sześciannów, osobników dendrytycznych (szkieletowych), sześciennych kryształów lejowych. Ponieważ jest to minerał, który łatwo się rozpuszcza to w zapisie geologicznym, częściej niż sam halit, zachowują się ślady po halicie, np. jako: wolne przestrzenie - pustki po halicie, haloturbacje - odciski w osadzie, wypełnienia - odcisków lub odlewów po halicie, pseudomorfozy po halicie – zastąpienie halitu innym minerałem oraz „pseudo-pseudomorfozy” po halicie. Krystalizacja halitu zachodzi w szczególnych warunkach klimatycznych i z tego powodu jego obecność lub częściej ślady jego obecności w materiale skalnym pozwalają na daleko idące interpretacje dotyczące paleośrodowiska i diagenety tworzenia tych skał.

Słowa kluczowe: ślad po halicie, pseudomorfozy po halicie, kryształ lejowy, sześcienny kryształ lejowy,

ABSTRACT

Depending on the crystallization conditions, halite can develop several forms: hopper crystals, cubes, dendritic (skeletal) forms, and cubic hopper crystals. Since halite is a mineral that easily dissolves, in the geological record, casts of halite are more commonly preserved than the halite itself. These can appear as: voids left by dissolved halite, haloturbations - imprints in the sediment, fillings of these imprints or casts left by halite, pseudomorphs of halite - replacements of halite by another mineral, and “pseudo-pseudomorphs” after halite. Halite crystallizes under specific climatic conditions, and for this reason, its presence, or more often casts of its presence in rock material, allows for far-reaching interpretations regarding the paleoenvironment and diagenesis of the rock formation.

Key words: halite casts, halite pseudomorphs, pyramidal hopper, hopper cube.

1. WSTĘP

Pomijając złoża soli kamiennych, pojedyncze kryształy halitów są stosunkowo rzadko spotykane w osadach/skałach. Wynika to faktu, że jest to minerał, który bardzo łatwo ulega rozpuszczaniu. Współcześnie pojedyncze kryształy tego minerału można spotkać na wybrzeżach wysychających słonych zbiorników – od bardzo płytkich (playa, sabkha) po głębsze sięgające kilkadziesiąt czy nawet kilkaset metrów głębokości, np. Morze Martwe. Krystalizacja tego minerału następuje z roztworu, który jest przesycony względem NaCl, w miejscach, w których solanka osiąga największe stężenie - zazwyczaj są to: powierzchnia zbiornika oraz dno zbiornika, a także stosunkowo luźny, porowaty osad penetrowany przez solanki, blisko powierzchni terenu, gdzie następuje silna ewaporacja. Zatem halit występuje w wyjątkowych środowiskach

1. INTRODUCTION

Apart from rock salt deposits, individual halite crystals are relatively rare in sediments/rocks. This is due to the fact that halite is a mineral that easily dissolves. Nowadays, individual crystals of this mineral can be found along the shores of evaporating saline bodies of water, ranging from very shallow ones (playa, sabkha) to deeper bodies reaching several dozen or even hundreds of meters in depth, such as the Dead Sea. The crystallization of this mineral occurs from a solution that is supersaturated with NaCl, in places where the brine reaches the highest concentration – typically on the surface of the body of water, the bottom of the basin, and also in relatively loose, porous sediment penetrated by brine, close to the surface, where intense evaporation occurs. Therefore, halite is found in unique environments representing hot and dry clima-

reprezentujących gorący i suchy klimat, gdzie następuje intensywne parowanie zbiornika i jego najbliższego otoczenia (np. Schreiber, El Tabakh, 2000; Warren 2010). Ekspozycja osadów i skał zawierających takie pojedyncze kryształy na działanie wód, roztworów nienasyconych względem halitu narażała je na szybkie ługowanie. Z tego powodu w zapisie kopalnym częściej niż sam halit odnotowywane są ślady po halicie.

2. FORMY HALITU

W zależności od miejsca (na powierzchni słonego zbiornika, na dnie zbiornika, w obrębie osadu zbiornika, w jego otoczeniu) i warunków (np. szybka, wolna ewaporacja) w jakich krystalizują pojedyncze halitu mogą one przybrać kilka form, np.:

- 1) kryształów lejowych – mających kształt odwróconej piramidy schodkowej (ang. *pyramidal hopper*); formujących się na powierzchni słonego zbiornika często łącząc się i tworząc rodzaj mat na jego powierzchni (Arthurton, 1973; Gonitz, Schreiber, 1981; Handford, 1982, 1991);
- 2) sześciątów (ang. *halite cube*); to najbardziej podstawowa (wyjściowa) forma halitu, często krystalizacja innych form zaczyna się od sześciątów;
- 3) osobników dendrytycznych (szkieletowych) (ang. *reticulate*, *reticulate ridge* lub *dendritic halite*) oraz typu pagoda (ang. *pagoda halite*); krystalizujących na dnie płytkiego zbiornika, rozrastając się równolegle do powierzchni osadu, tworząc na nim rodzaj regularnej siatki (Southgate, 1982; Handford, 1991);
- 4) sześciennych kryształów lejowych (ang. *hopper cube* lub *skeletal cube*); krystalizujących w miękkim osadzie. Jeżeli wzrost halitu następuje szybko, to materiał osadu jest włączany do kryształu (ang. *incorporative hopper*), natomiast gdy krystalizacja następuje stosunkowo wolno – to materiał otoczenia jest „odpychany” i tylko w niewielkich ilościach, sporadycznie zanieczyszcza rosnący kryształ (ang. *displacive hopper*) (Gonitz, Schreiber, 1981; Handford, 1982, 1991).

3. ŚLADY PO HALICIE

Halit ulegając rozpuszczeniu niekiedy pozostawiając po sobie ślady świadczące o jego obecności, m. in. znane są z utworów dewonu (Rychliński i in., 2014; Jaworska, 2017), syluru (Demicco, Hardie, 1994), kambriu (Southgate, 1982; Raine, Smith, 2017) a nawet archaiku (Eriksson i in., 2003). Ślady te mogą przybierać kilka odmian (Ryc. 1):

- 1) wolnych przestrzeni, „mumii” - pustek po halicie w kształcie sześciątów; mogą one być wtórnie wypełnione innymi minerałami lub ulec deformacjom;
- 2) haloturbacji, pogrążeń - odcisków w osadzie po formach sześciennych, lejowych lub sześciennych formie lejowej, gdy

tes, where intense evaporation of the basin and its immediate surroundings takes place (Schreiber, El Tabakh, 2000; Warren, 2010). The exposure of sediments and rocks containing such individual crystals to waters or solutions undersaturated with respect to halite made them prone to rapid leaching. For this reason, in the fossil record, traces of halite are more commonly noted than the halite itself.

2. FORMS OF HALITE

Depending on the location (on the surface of the saline body of water, at the bottom of the basin, within the basin's sediment, in its surroundings) and the conditions (e.g., rapid, or slow evaporation) in which individual halite crystals form, they can take on several shapes, such as:

- 1) pyramidal hopper crystals – having the shape of an inverted hollow-stepped pyramidal hoppers; forming on the surface of a brine pool (nucleation at the brine/air interference) zbiornika (Arthurton, 1973; Gonitz, Schreiber, 1981; Handford, 1982, 1991);
- 2) halite cubes; this is the most basic (initial) form of halite;
- 3) dendritic crystals (reticulate or dendritic halite and pagoda halite); crystallizing at the bottom of a shallow brine pool, growing parallel to the sediment surface (Southgate, 1982; Handford, 1991);
- 4) hopper cube or skeletal cube; crystallizing in soft sediment (intrasedimentary precipitation). If halite grows rapidly, the sediment is incorporated into the crystal (incorporative hopper). But when crystallization occurs relatively slowly, the soft mud is “pushed aside” and only in small amounts sediments contaminating the growing crystal (displacive hopper) (Gonitz, Schreiber, 1981; Handford, 1982, 1991).

3. HALITE CASTS

Halite, when dissolving, sometimes leaves behind casts indicating its presence. Such casts are known from Devonian formations (Rychliński et al., 2014; Jaworska, 2017), Silurian (Demicco, Hardie, 1994), Cambrian (Southgate, 1982; Raine, Smith, 2017), and even Archean (Eriksson et al., 2003). These casts can take several forms (Fig. 1):

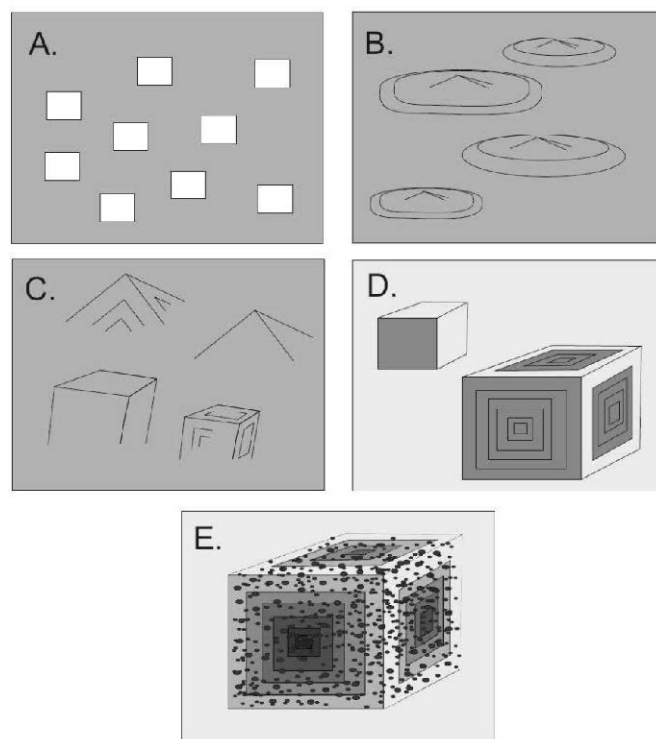
- 1) free spaces, “mummies” - cube-shaped halite voids; cast after halite cube dissolution;
- 2) haloturbation, sinkholes - casts in the sediment after cubic, hopper or cubic hopper forms, when halite is dissolved at a very early stage of diagenesis (before lithification of the sediment);
- 3) fillings, epi- or hyporelief - casts after cubic or hopper cubic halite, when halite is dissolved at a later stage of diagenesis (during lithification of the sediment). They are clearly shaped cube forms;
- 4) pseudomorphs after halite - replacing halite with another mineral;

halit rozpuścił się na bardzo wczesnym etapie diagenety (przed lityfikacją osadu). Te ślady najszybciej ulegają „zatarciu” i łatwo je przeoczyć, czy też pomylić z innymi procesami, które prowadzą do wykształcenia zbliżonych form (Jaworska, 2017);

- 3) wypełnień - odcisków lub odlewów po formach sześciennych lub sześciennych form lejowej, gdy halit rozpuścił się na późniejszym etapie diagenety (w czasie lityfikacji osadu). Mają one często wyraźnie kształt fragmentów sześciątów, często są to „wystające” naroża sześciątów (Rychliński i in., 2014). W przypadku, gdy zachowane są sześciennie formy lejowe – sytuacja jest jasna – pochodzą one od halitów. Natomiast w niektórych przypadkach, sześciennie formy mogą pochodzić od innych kryształów, które również przybierają taki kształt, np. pirytu. Wówczas rodzaj minerału, który pozostawił po sobie taki ślad może być dyskusyjny.
- 4) pseudomorfoz po halicie – zastąpienie halitu innym minerałem, np. kalcytem, gipsem, chalcedonem. Podobnie jak wyżej - w przypadku zachowanej sześciennych form lejowej, taki ślad nie powinien budzić wątpliwości, natomiast forma sześcienna może pochodzić od innych minerałów, które przybierają taki kształt, np. pirytu. Wyjątkowe są pseudomorfozy chalcedonu po halicie dendrytycznym (Southgate, 1982);
- 5) „pseudo-pseudomorfoz” po halicie - w całości zachowanych form po halicie typu *incorporative hopper*; są to kryształy, które mają charakterystyczny, nie budzący wątpliwości kształt sześciennych kryształów lejowych (Gonitz, Schreiber, 1981).

4. PODSUMOWANIE

Niektóre ślady po halitach są czytelne i łatwe do rozpoznanie np. kryształy lejowe, sześciennie kryształy lejowe, czy też dendrytyczne, natomiast inne - łatwe do przeoczenia, np. haloturbacje, czy też pomylenia – np. kryształy sześciennie (ponieważ w formie sześciątów krystalizuje kilka minerałów). Właściwie rozpoznane i zinterpretowane ślady pozostawione przez pojedyncze kryształy halitu odgrywają ważną funkcję - pozwalają bardzo precyzyjnie określić warunki środowiska, tworzenia osadów /skał w obrębie których takie formy się znajdują.



Ryc. 1. Ślady po halicie: A. wolne przestrzenie - pustki po halicie w kształcie sześciątów, B. haloturbacje, pograży - odciski w osadzie po halicie, C. wypełnia, odciski lub odlewy po halicie, D. pseudomorfozy po halicie, E. „pseudo-pseudomorfozy” po halicie typu *incorporative hopper*.

Fig. 1. Halite casts: A. free spaces - cube-shaped halite voids, B. haloturbation, sinkholes - casts in the sediment after halite, C. fillings, epi- or hyporelief after halite, D. pseudomorphs after halite, E. “pseudo-pseudomorphs” after incorporative hopper halite.

- 5) “pseudo-pseudomorphs” after halite - completely preserved forms after halite of the incorporative hopper type.

4. CONCLUSION

Some casts of halite are clear and easy to recognize, such as hopper crystals, cubic hopper crystals, or dendritic forms. However, others are easy to overlook, such as haloturbations, or can be mistaken for something else, for example, cubic crystals (since several minerals crystallize in cubic forms). Properly identified and interpreted casts left by individual halite crystals play an important role - they allow for a very precise determination of the environmental conditions in which the sediments/rocks containing these forms were created.

LITERATURA/ REFERENCES

- ARTHUTON R.S., 1973. Experimentally produced halite compared with Triassic layered halite-rock from Cheshire, England. *Sedimentology* 20 (1): 145–160.
- DEMICCO, R.V., HARDIE L.A., 1994. Sedimentary Structures and Early Diagenetic Features of Shallow Marine Carbonate Deposits. SEPM (Society for Sedimentary Geology), Tulsa, Oklahoma.
- ERIKSSON K.A., SIMPSON E.L., MASTER S., HENRY G., 2005. Neoarchaeon (c. 2.58 Ga) halite casts: implications for palaeoceanic chemistry. *Journal of the Geological Society* 162: 789–799.
- GORNITZ V.M., B.C. SCHREIBER, 1981. Displacive halite hoppers from the Dead Sea: Some implications for ancient evaporative deposits. *Journal of Sedimentary Petrology* 51 (3): 787–794.
- HANDFORD C.R., 1982. Sedimentology and evaporite genesis in a Holocene continental-sabkha playa basin—Bristol Dry Lake, California. *Sedimentology* 29: 239–254.
- HANDFORD C.R., 1991. Marginal marine halite: sabkhas and salinas. In: Melvin J.L. (ed.) *Evaporites, Petroleum and Mineral Resources: Developments in Sedimentology* 50: 1–66.
- JAWORSKA J., 2017. Ślady po kryształach halitu w dolomitach dewońskich w kamieniołomie Zachełmie. Casts of halite crystals in the Devonian dolomites of the Zachełmie Quarry. *Przegląd Solny / Salt review* 13: 135–140.
- RAINE R.J., SMITH M.P., 2017. Sabkha facies and the preservation of a falling-stage systems tract at the SaukII-III supersequence boundary in the Late Cambrian Eilean Dubh Formation, NW Scotland. *Journal of Sedimentary Research* 87: 41–65.
- RYCHLIŃSKI T., JAGLARZ P., UCHMAN A., VAINORIUS J., 2014. Unusually well preserved casts of halite crystals: A case from the Upper Frasnian of northern Lithuania. *Sedimentary Geology* 308: 44–52.
- SCHREIBER B.C., EL TABAKHT M., 2000. Deposition and early alteration of evaporates. *Sedimentology* 47: 215–238.
- SOUTHGATE P., 1982. Cambrian skeletal halite crystals and experimental analogues. *Sedimentology* 29 (3): 391–407.
- WARREN J.K., 2010. Evaporites through time: tectonic, climatic, and eustatic controls on marine and nonmarine deposits. *Earth-Science Reviews* 98: 217–268.