

Marek BIELSKI, Karol PROCHAZKA

## O MOŻLIWOŚCI WYSTĘPOWANIA MINNESOTAITU (TALKU ŻELAZISTEGO) W SOLI KAMIENNEJ Z INOWROCŁAWIA

### *On the Occurrence of Minnesotaite in Rock Salt of the Salt Deposits at Inowrocław (Central Poland)*

**Treść:** Wśród zanieczyszczeń soli kamiennej ( $Z_3$ ) z Inowrocławia stwierdzono występowanie minnesotaitu obok anhydrytu, talku, chlorytu i innych bliżej nie określonych minerałów ilastych. Z badań rentgenowskich wynika, że stosunek intensywności 3 głównych, charakterystycznych linii dla tego minerału wynosi 10 : 5 : 3, różni się on wybitnie od analogicznych dla talku (10 : 9 : 5).

Prowadząc badania cechsztyńskich skał tery- i halogenicznych ze złoża solnego w Inowrocławiu, stwierdziliśmy występowanie żelazistego talku — minnesotaitu — pośród zanieczyszczeń soli kamiennej, stratygraficznie zaliczanej do górnego oddziału soli młodszej ( $Z_3$ ). W kopalni ławica tej soli występuje pomiędzy anhydrytem „C” a pokładem soli „Inowrocław”.

Spośród autigenicznych minerałów ilastych, tworzących się w zbiorniku sedimentacyjnym morza cechsztyńskiego, najbardziej rozpowszechnione są: talk  $(OH)_4Mg_6Si_8O_{20}$  i minerały grupy chlorytu. W dużych ilościach występuje talk w skałach siarczanowych, w anhydrytach i powstałych z nich gipsach, gdzie tworzy często wyłączną domieszkę (Breitsch, 1962). Talk pospolicie występuje również w chlorkowych skałach solnych. Z reguły zawierają go sole kamienne z domieszką anhydrytu. W osadach chemicznych cechsztynu talk nie wykazuje jednak tak dobrego wykrystalizowania, jakie obserwujemy dla tego minerału np. w skałach metamorficznych. W solach wykształcony jest on w postaci blaszek, niekiedy o zaledwie zaznaczających się zarysach idiomorficznych, o wielkości ponad 0,5 mm. O jego autigenicznym pochodzeniu świadczą wrostki halitu, stwierdzane w szczelinach łupliwości i na po-

wierzchniach translacji oraz często obserwowane strefy przyrostu minerału.

Minnesotait  $(\text{OH})_{5.5}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_{5.5}(\text{Si}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+})_8\text{O}_{18.5}$  po raz pierwszy stwierdzony został w złożach rud żelaza w Mesabi Range (Stan Minnesota USA) i jak dotychczas jest to jedyne, znane stanowisko, gdzie minerał ten występuje w dużym nagromadzeniu (Winchell, 1900; Leith, 1903; Gruner, 1944 b). W tamtejszym złożu występuje on w paragenzie z kwarcem, syderytem, stilpnomelanem (Gruner, 1937, 1944 a), greenalitem (Jolliffe, 1935; Gruner, 1936) i magnetytem, pośród łupku ciemnoszarego. Wykształcony jest w postaci płytek lub igiełek, dając skupienia pilśniowe i włókniste. Minnesotait ze złoża w Mesabi Range jest produktem przekształceń talku; magnez jest zastępywany w sieci minerału przez żelazo dwuwartościowe, krzem przez glin, żelazo trójwartościowe lub obydwa te pierwiastki. Talk z Mesabi Range musiał ulec generalnej metamorfozie, bo jak podaje Gruner (1944 b), niektóre odcinki rdzeni wiertniczych zawierały aż 90% talku żelazistego. Minnesotait jako nowy minerał udokumentowany został przez Grunera (1944 b) badaniami rentgenograficznymi, chemicznymi z uwzględnieniem własności optycznych i krystalochemicznych tego minerału.

Badana sól kamienna z minnesotaitem z Inowrocławia posiada intensywne, pomarańczoworóżowe zabarwienie. Zbudowana jest z średnioziarnistego, częściowo gruboziarnistego halitu. Kryształy wykazują silne sprasowanie tektoniczne, na ogół wrzecionowaty (wydłużony) pokrój. Równomierne, pomarańczoworóżowe zabarwienie soli pochodzi od bezwodnych (hematyt) i uwodnionych (getyt) związków żelaza. Jak wykazały badania cechsztyńskich soli kamiennych z obszaru Kujaw (Prochazka, Wala, 1958), zawierają one żelazo w ilości od 0.00X do 0.0X % wag.

Główne zanieczyszczenie omawianej soli w ilości 1,65 % wag. stanowi anhydryt występujący w skale w postaci pojedynczych, białawoszarych ziarenek zawieszonych we wnętrzu kryształów halitu i ich stref kontaktowych. Anhydryt tworzy również większe nagromadzenia (skupienia) rozmieszczone chaotycznie w masie solnej.

W znacznie mniejszej ilości, w stosunku do anhydrytu, występuje szara substancja ilasta, koncentrująca się przede wszystkim na zrostach ziarn halitu. Na zgładzonej powierzchni skały podkreśla ona wybitnie, łącznie z ziarnami anhydrytu, morfologię ziarn soli.

Rozpoznany minerał minnesotait pośród frakcji ilastej występuje w skale w tak małej ilości, że z pobranych do badań kilku próbek punktowych, o łącznej masie około 2,5 kg, udało się nam go wydzielić w ilości pozwalającej zaledwie na wykonanie paru preparatów proszkowych do badań rentgenowskich i obserwacji mikroskopowych. Ze względu na jego znaczne rozproszenie w skale nie możemy wypowiedzieć się na te-

mat jego rozmieszczenia w masie solnej oraz, na tym etapie badań, wydzielić go w ilości pozwalającej na przeprowadzenie badań chemicznych, ze szczególnym uwzględnieniem oznaczeń Fe.

Z powodu jego zbyt drobnej budowy na podstawie obserwacji mikroskopowych możemy jedynie stwierdzić, że w badanej soli występuje on w dwóch postaciach: blaszkowej i włóknistej. Ta pierwsza forma jest pospolitsza. Blaszkki posiadają barwę białawoszarą, nieregularne kształty, wskazujące jak gdyby na pewne skorodowanie. W przeglądnym, wyseparowanym materiale zauważono również dość liczne fragmenty (resztki) blaszek minnesotaitu.

Minnesotait zidentyfikowany został rentgenograficzną metodą proszkową. Dyfraktogram wykonano na aparacie produkcji radzieckiej typu URS-50i, przy użyciu promieniowania  $\text{CuK}_\alpha$  i  $\text{K}_\beta$  filtrowanego folią niklową. Analiza rentgenograficzna potwierdziła obecność w materiale nierozpuszczalnym w  $\text{H}_2\text{O}$  anhydrytu (3.5, 2.9, 2.3 Å), hematytu (2.7, 2.5, 2.1 Å), a wśród minerałów ilastych talku i chlorytu (13.9, 7.0, 3.5 Å). Poza tymi minerałami ilastymi w materiale nierozpuszczalnym w wodzie występują w znacznie mniejszej ilości inne bliżej nie określone minerały ilaste, na których obecność wskazywały w niektórych rentgenogramach linie w ich niskokątowej części. Minnesotait udokumentowany został na podstawie trzech charakterystycznych dla niego linii: 9.51, 3.14 i 2.51 Å (tab. 1). Położenie tych linii pokrywa się z analogicznymi dla talku, które jednak różnią się od talkowych odmiennym stosunkiem intensywności. Dla minnesotaitu stosunek ten wynosi: według Grunera (1944 b) 10:5:2, według naszych badań 10:5:3, dla talku natomiast 5:10:5 (Gruner, 1934) lub, jak podaje Jørgansen (1957), 10:10:6.

Na podstawie dotychczasowych badań możemy stwierdzić:

1) Minnesotait wykryty został w pomarańczowej soli kamiennej z domieszką anhydrytu, talku, chlorytu i związków żelaza, stanowiących substancję barwiącą tejże soli.

2) Występuje w skale w małej ilości w stosunku do pozostałych zanieczyszczeń, tworzy włókna i białawoszare blaszki o nieregularnych kształtach.

3) Prawdopodobnie jest on produktem przekształceń talku przy współudziale żelaza (zastępywanie w sieci talkowej magnezu przez żelazo).

4) Żelazo konieczne do przemiany talku w minnesotait mogło pochodzić z samej soli lub być doprowadzone przez ługi K-Mg bogate w Fe według danych K. Prochazki zawierają one do kilku g/l  $\text{FeCl}_3$ ) cyrkulujące w obrębie złoża w czasie procesów tektonicznych.

5) W kilku próbkach badanej soli stwierdzono wśród zanieczyszczeń obecność talku, a tylko w jednej minnesotaitu, stąd można przypuszczać, że tylko w niektórych partiach pokładu miało miejsce przekształcenie

Tabela - Table 1.

Zestawienie danych rentgenograficznych dla talku i minnesotaitu  
X-ray data for talc and minnesotait

| Talc<br>/J.W.Gruner,<br>1934/ |    | Talc<br>/I.W.Jogansen,<br>1957/1/ |    | Talc<br>/M.Bielski,K.Prochazka/<br>/Inowrocław/ |    | Talc<br>/M.Bielski,K.Prochazka/<br>/Inowrocław/ |     | Minnesotait<br>/J.W.Gruner,<br>1944/ |     | Minnesotait<br>/M.Bielski,K.Prochazka/<br>/Inowrocław/ |     |
|-------------------------------|----|-----------------------------------|----|---|----|---|-----|--------------------------------------|-----|--|-----|
| d [Å]                         | I  | d [Å]                             | I  | d [Å]   | I  | d [Å]   | I   | d [Å]                                | I   | d [Å]  | I   |
| 9.26                          | 5  | 9.25                              | 10 | 9.35  | 10 | 9.53  | 10  | 9.51                                 | 10  | 9.51   | 10  |
| 4.63                          | 3  | 4.64                              | 6  | 4.68  | 4  | 4.77  | 1   | 4.72                                 | 2   | 4.72   | 2   |
| 3.39                          | 2  | 3.418                             | 5  | 3.34  | 3  | 3.50  | 1   | 3.55                                 | 1   | 3.55   | 1   |
| 3.086                         | 10 | 3.104                             | 10 | 3.11  | 9  | 3.177   | 5   | 3.14                                 | 5   | 3.14   | 5   |
|                               |    | 2.734                             | 3  | 2.74  | 4  | 2.750   | 0.5 | 2.75                                 | 1   | 2.75   | 1   |
| 2.578                         | 1  | 2.593                             | 4  |   |    | 2.651   | 0.5 | 2.60                                 | 0.5 | 2.60   | 0.5 |
| 2.462                         | 5  | 2.471                             | 6  | 2.49  | 5  | 2.524   | 2   | 2.51                                 | 2   | 2.51   | 3   |
|                               |    |                                   |    |   |    | 2.397   | 1   |                                      | 1   |  |     |

1/ Według tablic W.J.Michiejewa - After V.J.Mikheiev

talku w ten minerał. Nie można również wykluczyć osadowego pochodzenia minnesotaitu.

6) Ponieważ linie rentgenowskie innych minerałów stwierdzonych wśród zanieczyszczeń badanej soli z Inowrocławia nie korelują z liniami talku, więc jedynie podstawienie innych jonów ( $\text{Fe}^{2+}$  w miejsce  $\text{Mg}^{2+}$ ) może powodować zmianę intensywności. Jakkolwiek podane w tabeli 1 trzy główne linie stosunkiem intensywności odpowiadają linią minnesotaitu podanym przez Grunera (1944 b), to jednak na tym etapie badań nie możemy stwierdzić z całą pewnością identyczności badanego minerału z Inowrocławia z talkiem żelazistym ze złoża z Mesabi Range. Badany przez nas minerał być może stanowi jedno z ogniw hipotetycznego szeregu wzajemnego podstawiania żelaza i magnezu pomiędzy talkiem a jego członem żelazawym.

W zakończeniu chcielibyśmy zaznaczyć, że badany przez nas minerał, ze względu na swoje znaczne rozproszenie w skale, uszedłby może naszej uwagi w trakcie badań, gdyby nie jego odmienny, makroskopowy wygląd w stosunku do pozostałych minerałów. Podczas rozdzielania frakcji ilastej w wodzie blaszki talku żelazistego opadając na dno cylindra błyszczały srebrzyście i tym zwrócił na siebie uwagę.

*Instytut Nauk Geologicznych UJ  
Zakład Mineralogii i Petrografii  
30-063 Kraków, Oleandry 2a*

#### WYKAZ LITERATURY REFERENCES

- Breitsch O. (1962), Entstehung und Stoffbestand der Salzlagerstätten. Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- Gruner J. W. (1934), The crystal structure of talc and pyrophyllite. *Zeit. Krist.*, 88, p. 412—419.
- Gruner J. W. (1936), The structure and chemical composition of greenalite. *Am. Min.*, 21, p. 449—455.
- Gruner J. W. (1937), Composition and structure of stilpnomelane. *Am. Min.*, 22, p. 912—924.
- Gruner J. W. (1944a), The structure of stilpnomelane reexamined. *Am. Min.*, 29, p. 291—298.
- Gruner J. W. (1944b), The composition and structure of minnesotaite, a common iron silicate in iron formations. *Am. Min.*, 29, p. 363—372.
- Jolliffe F. (1935), A study of greenalite. *Am. Min.*, 20 p. 405—425.
- Leith C. K. (1903), The Mesabi iron-bearing district of Minnesota. *U. S. Geol. Surv.*, 43, 107 p.
- Prochazka K., Wala A. (1958), Wyniki przeprowadzonych badań laboratoryjnych soli kamiennych ze złoża w Kłodawie, ze szczególnym uwzględnieniem substancji barwiących (maszynopis 17 p.). Archiwum Zjednoczenia Kopalnictwa Surowców Chemicznych w Warszawie i Kopalni Soli w Kłodawie.
- Winchell N. H. (1900), The geology of Minnesota. *Geol. Nat. Hist. Surv. Minnesota*, 5, p. 927—928.

## SUMMARY

Iron-talc (minnesotaite) was found to occur in admixtures contained in rock salt of the Zechstein salt deposit at Inowrocław. The rock salt in question is stratigraphically assigned to the upper part of the Younger Salt Horizon ( $Z_3$ ).

The most characteristic authigenic minerals of Zechstein salt deposits are: talc, chlorites and muscovite (Breitsch, 1962). Talc is abundant in anhydrite, post-anhydritic gypsum and in anhydrite- and gypsum-bearing rock salt. It displays platy habit and occurs in poorly developed grains up to 0.5 mm in size. Its sedimentary origin is manifested by the presence of halite inclusions in cleavage fissures and on translation planes. Growth zones of talc grains are often observed too.

Minnesotaite-bearing salt is orange-pinkish in colour and consists of medium to coarse-grained halite. Its grains display tectonic deformations and are elongated in shape. Colouration is due to haematite and goethite admixture. Anhydrite content amounts to 1.65 wt. per cent. Gray clay admixture is much less abundant and generally concentrates on the boundaries of halite grains.

Minnesotaite occurs in this rock in very negligible amounts (after dissolving 2.5 kg of salt it was possible to get only very small powder samples for the X-ray and microscopic study). Thus, it is not possible yet to define its distribution in the rock salt and to carry out the chemical analysis of this mineral, especially the determination of iron content.

Minnesotaite was identified by means of the X-ray powder method. Among other minerals anhydrite, hematite, talc and chlorite were found to occur. The occurrence of minnesotaite was documented by the presence of three characteristic diffraction lines: 9.51; 3.14 and 2.51 Å (table 1). Their position is identical with that of talc lines but the intensity ratio is completely different. For minnesotaite this ratio was found to be 10:5:3 (according to Gruner, 1944b — 10:5:2) whilst for talc — 10:9:5 (according to Joganse — 10:10:6, and to Gruner, 1934 — 5:10:5), (table 1).

Microscopic observations have shown that minnesotaite occurs in the form of fibrous grains and white-grayish flakes, displaying irregular shape. Most probably, this mineral is the product of alteration of talc. Iron which substituted magnesium in talc lattice originated either from admixtures contained in the rock salt or was introduced by Fe-rich K-Mg-bearing solutions, circulating within the deposit during tectonic movements. From the quantitative ratio of these minerals it appears that only small part of talc was altered into minnesotaite. It is supposed that after formation of the Inowrocław salt structure, there existed no longer favourable conditions for such substitution.

Since the X-ray diffraction lines of other minerals occurring in admixtures of the Inowrocław salt under study do not overlap those of talc, the change of intensity can only be due to isomorphic substitutions ( $\text{Fe}^{2+}$  for  $\text{Mg}^{2+}$ ?).

Though the intensity ratio of the three main reflections (table 1) corresponds to that reported by J. W. Gruner (1944 b) for minnesotaite, it is not possible yet to claim its identity with iron talc from the Mesabi Range. The mineral in question can represent an intermediate member between magnesium and iron varieties of talc.

Translated by W. *Narębski*