

UWAGI O POWSTAWANIU ŻŁÓŻ MAGNEZYTOWYCH

ZNANE I EKSPLOATOWANE na świecie złoża magnezytów mają różną genezę. Są wśród nich złoża osadowe, związane z utworami solnymi (typ Hall), są takie, które powstały dzięki metasomatycznemu wzbogaceniu w magnez osadów węglanowych (typ Veitsch), są złoża kontaktowe (typ Greiner), jest wreszcie grupa złóż magnezytowych, którym przypisuje się pochodzenie hydrotermalne (typ Kraubath) — (1). Grupa ta jest dla nas szczególnie interesująca, gdyż do niej należy zaliczyć niemal wszystkie magnezytowe złoża dolno-śląskie. Ten typ złóż zawsze wiąże się z intruzjami skał ultrafemicznych. Najczęściej są to dunity albo perydotyty lub też skały wtórnie z nich powstałe — serpentynyty. Magnezyt występuje tam w bardzo różnorodnych postaciach. Często tworzy żyły o różnej miąższości nie przekraczające jednak kilku metrów, o zmiennym biegu i upadzie. Duże nagromadzenie drobnych żyłek daje typ magnezytów siatkowych. Spotyka się też bardziej kapryśne formy: gniazda lub nerkowate budy o konkretyjnym wyglądzie.

Intensywność okruszczenia magnezem zależy od stopnia rozkładu skały macierzystej. Większość badaczy zwraca uwagę na fakt, że największa ilość żył magnezytowych koncentruje się w partiach o nieźybyt daleko posuniętych procesach rozkładu. Wybitni znawcy zagadnień magnezytowych, K. Spangenberg i M. Müller (6), podkreślają jednak, że duże żyły czystego magnezytu mogą wykraczać daleko poza strefę rozkładu i przebiegać w zupełnie świeżym perydotycie. Przytaczają oni jako przykład złoża w Sommergraben (Austria) i Braszowicach koło Szklar.

Powiązanie tego typu złóż ze skałami krystalicznymi bogatymi w magnez nie może być oczywiście przypadkowe. Od dawna dopatrywano się tu związków genetycznych i nawet skrajnie różne hipotezy tłumaczące powstanie magnezytów zgodne są co do tego, że krzemiany Fe-Mg skał ultrafemicznych dostarczyły MgO potrzebnego do utworzenia węglanu magnezu. Faktem bezspornym jest również zakrojenie na dużą skalę migracja uwalnianego z oliwinów MgO. Obserwowana w masywach oliwinowych serpentynizacja nie jest procesem uwalnianym Mg, a polega jedynie na zastąpieniu pierwotnych minerałów żelazowo-magnezowych przez minerały grupy serpentynu (3). W badanych masywie Sobótki, ogólnie rzecz biorąc, serpentynizacja doprowadziła do powstania skały składającej się głównie z antygorytu, dość licznych relików oliwinowych i tremolitu (5). Dopiero taka skała stała się źródłem Mg uwalnianego pod wpływem wód z CO₂, a następnie wytrącanego w postaci magnezytu.

Szczegółowe badania petrograficzne Spangenberg i Müller przeprowadzone na masywie Sobótki wskaźują, że większa część Mg pochodzi z oliwinów ska ultrafemicznych, gdy tymczasem antygoryt i tremoli zostają rozłożone tylko w niewielkim stopniu. Badaczom tym udało się ustalić kolejność zachodzących przemian (6). Podają oni następujący szereg minerałów tworzących kolejno po sobie pseudomorfozy oliwin — wilarsyt — bowlingit — ksylotyl — iddyngsyt — kwarc + wodorotlenki żelaza. Prędkość tych przemian nie jest jednakowa. Nawet w tym samym pierwotnym ziarnie oliwinu obok wilarsytu występuje minerał drugiego stopnia przemiany: bowlingit. Kolejne minerały pseudomorficzne różnią się wyraźnie w swym chemizmie. W poniższej tabelce zestawiono za Spangenbergiem (5) ich teoretyczne wzory chemiczne:

| | |
|-----------|--|
| oliwin | 2[(Mg,Fe)O] · SiO ₂ |
| wilarsyt | 7[(Mg,Fe)O] · 4SiO ₂ · 2H ₂ O |
| bowlingit | 5[(Mg,Fe)O] · Fe ₂ O ₃ · 5SiO ₂ · 4H ₂ O |
| ksylotyl | 4[(Mg,Fe)O] · Fe ₂ O ₃ · 7SiO ₂ · 5H ₂ O |
| iddyngsyt | MgO · Fe ₂ O ₃ · 3SiO ₂ · 4H ₂ O |

Dla wyraźniejszego podkreślenia zmienności chemizmu przeliczyłam te wzory na skład wyrażony w procentach molekularnych i wagowych.

| | oliwin | wilarsyt | bowlingit | ksylotyl | iddyngsyt |
|--------------------------------|--------|----------|-----------|----------|-----------|
| MgO | 60,7 | 49,0 | 30,3 | 21,4 | 11,1 |
| FeO | 6,0 | 4,8 | 3,0 | 2,1 | — |
| Fe ₂ O ₃ | — | — | 6,7 | 5,9 | 11,1 |
| SiO ₂ | 33,3 | 30,8 | 33,3 | 41,2 | 33,3 |
| H ₂ O | — | 15,4 | 26,7 | 29,4 | 44,5 |
| | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| MgO | 50,2 | 44,6 | 24,6 | 17,4 | 8,9 |
| FeO | 8,8 | 7,8 | 4,3 | 3,0 | — |
| Fe ₂ O ₃ | — | — | 21,3 | 19,0 | 35,3 |
| SiO ₂ | 41,0 | 41,8 | 40,2 | 49,9 | 39,8 |
| H ₂ O | — | 5,8 | 9,6 | 10,7 | 16,0 |
| | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Za punkt wyjścia przyjął forsteryt o składzie: 9% mol. Fe₂SiO₄ + 91% mol. Mg₂SiO₄, występujący według mikroskopowych badań Spangenberga (6) w najświeższych dunitach masywu Sobótki. Te same proporcje FeO : MgO utrzymałam przy przeliczeniu następnych minerałów, mimo że stosunek ten na pewno ulega zmianie wskutek utleniania części Fe^{II} na Fe^{III}. Brak jednak dokładnych danych, jaka część Fe^{III} pochodzi z pierwotnego Fe^{II} oliwinu.

Najbardziej uderzającą cechą tych pseudomorfoz jest konsekwentny ubytek Mg. Jednocześnie z rozkładem nie tworzą się jednak żadne minerały krzemianowe, które by przyjmowały magnez do swoich

sieci. W taki więc sposób MgO zostaje całkowicie uwolnione, przedostaje się do roztworu i zależnie od czynników, o których mowa będzie niżej, albo wytrąca się na miejscu jako węglan, albo wędruje dalej.

Zmiany w zawartości krzemionki nie są tak regularne. Wprawdzie ostateczne stadium rozkładu (kwarc + wodorotlenki Fe) zatrzymuje większość krzemionki, jednak etapy pośrednie uwalniają pewną jej ilość. Tym tłumaczymy dość poważne czasem zanieczyszczenia żył magnezytowych przez SiO₂.

Pierwotne Fe^{II} z oliwinów w kolejnych etapach stopniowo utlenia się do Fe^{III}, by wreszcie ulec uwodnieniu. Spangenberg zauważył (5), że nawet gdyby część Fe^{II} przedostała się do roztworu (prawdopodobnie w postaci dwuwęglanu), to zostałaby wkrótce utleniona, a co za tym idzie natychmiast wytrącona. Kombinacja kwarc + wodorotlenki Fe powstaje więc jako ostateczne ogniwo pseudomorfoz poliwinowych a również przez bezpośrednie wytrącanie z roztworów. Z tych powodów nie należy oczekiwać w żyłach magnezytowych poważniejszych zanieczyszczeń żelazem.

Charakterystyczną cechą kolejno tworzących się po sobie minerałów jest wzrastający stopień ich uwodnienia.

Analizy skał o różnym stopniu rozkładu były podstawą obliczeń Marty Müller (1). Ustaliła ona, że powyższym procesom towarzyszyła wędrowka nie tylko magnezu, lecz i innych składników. Na przykład w pewnych partiach złoża nastąpił dopływ SiO₂, w innych miejscach analiza chemiczna wykazała niedobór SiO₂ w porównaniu z teoretycznie wyliczoną wielkością. Intensywna migracja spowodowała miejscami zastąpienie całych partii skały pierwotnej przez magnezyt. Ten rodzaj genezy przypisuje się szczególnie magnezytowi siatkowemu. Są jednak i większe „żyły” metasomatyczne, przypominające do złudzenia wypełnienie pierwotnych szczelin. Jest rzeczą niewątpliwą, że w wszystkich tych procesach pośrednikiem była woda. Znając efekty działania można ustalić jej charakterystyczne cechy:

- 1) zdolność rozkładania krzemianów Fe-Mg;
- 2) łatwość utrzymywania składników w roztworze;
- 3) przeprowadzanie Fe^{II} w Fe^{III};
- 4) znaczna zawartość CO₂.

Redlich (3) sądzi, że temperatura tych wód była dość wysoka, ale nie przekraczała 250°.

Mg uwolniony z krzemianów znajduje się według Reimersa (4) w roztworze w postaci kwaśnego węglanu. Roztwory odprowadzają magnez nieraz na znaczne odległości, wykorzystując przy tym istniejący system szczelin. Spadek prężności CO₂ powoduje wytrącanie się MgCO₃ z roztworu. Wytrącony, kryptokrystaliczny magnezyt jest uwodniony, a dopiero później przyjmuje postać zbitego magnezytu znanego wspólnie ze złoża.

Zasadnicze rozbieżności w poglądach genetycznych zarysowują się dopiero przy ustalaniu źródeł wód z CO₂ oraz głównego kierunku ich krążenia. Wspomniane cechy wód odpowiadają warunkom późnej działalności magmowej. Na stanowisku hydrotermalnego pochodzenia tych wód stoi większość badaczy. Istnieją sugestie wiążące węglanowe termy poszczególnych złóż magnezytów z występującymi często w ich obrębie kwaśnymi skałami żyłowymi. Zwolennikami hydrotermalnego pochodzenia wód węglanowych oraz ich ascenzyjnego charakteru są między innymi K. Redlich, A. Reimers, L. Finckh, P. Braunmühl, K. Spangenberg i M. Müller. Przeciwnicy tej hipotezy, a wśród nich L. v. zur Mühlen i G. Berg, wskazują na pewne jej braki. Zdaniem Berga niejasne jest, dlaczego złoża zawierają tak mało FeO mimo poważnej zawartości SiO₂? Głównym argumentem przeciwników teorii ascenzyjnej jest brak rud siarczkowych lub innych typowo hydrotermalnych minerałów. Te wątpliwości nasunęły przypuszczenie, że czynnikiem powodującym powstanie magnezytów jest działalność wód powierzchniowych, descenzyjnych, a CO₂ jest pochodzenia atmosferycznego. Na korzyść teorii de-

scenzyjnej przemawia według nich fakt, że poważniejsze ilości magnezytu nie występują na głębokościach przekraczających 200 metrów. W takim ujęciu rozkład pierwotnych krzemianów byłby czysto wietrzeńkowy. Trzeba sobie jednak uświadomić, że wody utleniające Fe^{II} na Fe^{III} nie mogły jednocześnie przyczyniać się do powstania siarczków — nie mogły być przecież jednocześnie redukujące i utleniające.

Niemiecki badacz magnezytów A. Reimers (4) opisując złoża Sobótki stwierdza, że eksploatacja tego złoża postępuje jedynie zależnie od miąższości i kierunku eksploatowanych już żył. Opisany kapryśny sposób występowania magnezytów utrudnia nie tylko eksploatację, lecz przede wszystkim pracę poszukiwawczą. Trudności w praktycznym zastosowaniu teoretycznych przesłanek wynikające stąd, że dla dolnośląskich masywów serpentynitowych trudno ustalić jakiś uprzywilejowany kierunek spekań, który mógłby wykorzystywać roztwory mineralizujące. Trzeba też postawić pytanie, czy istnieją teoretyczne szanse natrafienia na większe skupienia magnezytu? Pod tym kątem prowadzone były badania na złożach Sobótki (6). Porównując ilość MgO uwolnioną ze skały rozłożonej z ilością MgO w poznanych dotychczas złożach, badacze Niemiec doszli do wniosku, że złoża te zawierają tylko połowę uwolnionego Mg. Drugą część mogła więc zostać doprowadzona nawet na dość znaczne odległości od strefy rozkładu, jak na przykład w złożach w Sommergraben (Austria) i Braszowicach.

Z powyższych uwag wynika, że w pracach poszukiwawczych tego typu surowców nie można stosować sztywnych zasad i ograniczać się do starych metod. Wyniki osiągnięte na podstawie prac petrograficznych pozwalają sądzić, że przede wszystkim szczegółowa analiza petrograficzna wyjaśni w pełni procesy powstawania złóż magnezytu.

LITERATURA

1. Müller M. — Über die Veränderung von Peridotiten bei der Bildung der schlesischen Magnesit- und Nickelerzlagertstätten. Wrocław 1941.
2. Redlich K. A. — Die Typen der Magnesitlagerstätten. „Zt. für prakt. Geologie“ 1909, Bd. XVIII.
3. Redlich K. A. — Die Typen der Magnesitlagerstätten, ihre Bildung, geologische Stellung und Untersuchung. „Zt. f. prakt. Geologie“ 1934, Bd. 42, s. 156.
4. Reimers A. — Der schlesische Magnesit, seine Vorkommen, seine Entstehung und Verwendung. „Zt. f. prakt. Geologie“ 1934, Bd. 42.
5. Spangenberg K. — Zur Genesis der Magnesitlagerstätte von Typus Kraubath. „Fortschritte d. Mineralogie“ 1948.
6. Spangenberg K., Müller M. — Die hydrothermale Zersetzung des Peridotits bei der Bildung der Magnesitlagerstätte am Galgenberg bei Zobten. „Heidelberger Beiträge“ 1949, H. 5/6.