

Prof. dr hab. Łukasz Karwowski

Sosnowiec dnia 04.07.2022.

Instytut Nauk o Ziemi

Wydział Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego

w Katowicach

ul. Będzińska 60

41-200 Sosnowiec

(Profesor emerytowany)

Recenzja Rozprawy Doktorskiej

Pana Mgr. Rafała Małka o temacie:

„Studium geochemiczno-mineralogiczne oraz geneza występowania pierwiastków rzadkich i towarzyszących w złożowej mineralizacji cynonośnej w paśmie Starej Kamienicy w Sudetach”

Problematyka związana z mineralizacją cynonośną w Paśmie Kamienieckim Gór Izerskich budzi wiele skojarzeń w oparciu o dane historyczne, stosunkowo liczne ale często skąpe w wiedzę mineralogiczną i geochemiczną, dotyczące wydobycia rud cyny, miedzi i kobaltu w przeszłości. Istnieje wiele prac autorów niemieckich dotyczących badań mineralogicznych oraz prace autorów polskich powstałych w latach powojennych, głównie w drugiej połowie XX i pierwszych dekadach XXI wieku, dotyczące mineralogii i geochemii mineralizacji kasytowo-siarczkowej pasma Starej Kamienicy.

Poza rudami cyny bardzo interesujące było wydobycie rud kobaltu. Wynikało to z wyjątkowo wysokiej ceny barwnika kobaltowego popularnego w ceramice, właściwie od starożytności, jedyne źródło trwałej barwy błękitnej. Kobalt w dalszym ciągu jest pierwiastkiem bardzo ważnym w gospodarce i poszukiwanym, szczególnie w Unii Europejskiej.

Znaczna część starych kopalń znajdowała się w dawnych dobrach Schaffgotschów. Występowanie rud cyny i pozostałych pierwiastków ciągnie się od Wojcieszyc do Novego Mesta pod Smrkem (Czechy). We wschodniej części Pasma Kamienieckiego mineralizacja jest stosunkowo słabo wykształcona (nieliczne ślady robót górniczych). Znaczna mineralizacja rozwinęła się od rejonu Przeczniczy w kierunku zachodnim do rejonu Raspenavy k. Frydlandu. Eksploatację prowadzono podziemnie poprzez skośne szyby, odwadniając złoża systemem

sztolni. Zainteresowanie rudami cyny i innych pierwiastków trwało z przerwami ponad cztery wieki.

Po II Wojnie Światowej, w latach 50 prowadzono liczne prace dokumentacyjne w starych kopalniach. Materialnie dostarczyły one bardzo dużo skał zmineralizowanych kruszcami leżącymi obecnie na zarośniętych hałdach.. Najdalej na zachód, praktycznie na granicy z Czechami, znajduje się ukośny szyb, natomiast stosunkowo świeża hałda jest zaraz za strumieniem granicznym. W poprzednich latach strefa okruszczowana, dosyć dobrze, odsłaniała się w kamieniołomie w Orłowicach (Dawna kopalnia Jerzy w Krobicy).

Pan mgr. Rafał Małek dysponował archiwalnymi próbkami z licznych otworów wiertniczych w trakcie wykonywania prac dokumentacyjnych złóż w latach 70-tych ubiegłego wieku, co pozwoliło na kompleksowe badania mineralogiczne i geochemiczne stref okruszczowanych, jak też materiałem pobranym *in situ* ze starych sztolni. Wielka szkoda, że strefy z najbogatszą mineralizacją nie zachowały się w materiale wiertniczym. Niewątpliwie wzbogaciło by to pracę od strony mineralogicznej i w aspekcie geochemicznym.

Charakterystyka Pracy

Rozprawa doktorska mgr Rafała Małka jest spójnym opracowaniem obejmującym około 274 stron tekstu wraz z obszernym spisem literatury, spisem rysunków, tabel i załączników. Załączniki zebrane są w postaci tomu liczącego 100 stron w tym wiele rozkładanych. Tom z załącznikami zawiera tabele wyników badań geochemicznych otrzymanych różnymi metodami oraz różnorodne wykresy, histogramy itd. W głównym tekście rozprawy umieszczonych jest wiele fotografii mikroskopowych dokumentujących badania mineralogiczne, jak i innych, liczne różnorodne wykresy, wszystkie pod nazwą rycin. Na wielu rycinach jest często po kilka fotografii.

Na treść pracy składa się 6 zasadniczych rozdziałów zawierających liczne podrozdziały. Spis cytowanej literatury, moim zdaniem jest kompletny i świadczy o doskonałej analizie bibliografii dotyczącej interesującego nas obszaru od strony złożowej, geologicznej, mineralogicznej i geochemicznej. Brakuje mi jedynie cytowania objaśnień do niemieckich map geologicznych, które zawierają znaczne ilości informacji.

We Wstępie autor wprowadza czytelnika w problematykę oraz prezentuje cel badań, którym jest określenie jakościowe i ilościowe pierwiastków towarzyszących mineralizacji cynowej pasma Starej Kamienicy, jak też pierwiastków rzadkich zawartych w minerałach rudnych w ilościach śladowych. Ponadto doktorant podaje jako cele pracy weryfikację trzech tez badawczych. Są to:

1. Mineralizacji cynowej pasma łupkowego Starej Kamienicy towarzyszy bogata mineralizacja siarczkowa mogąca stanowić kopalinę towarzyszącą i dodatkową wartość ekonomiczną złóż rud cyny.
2. Zarówno w mineralizacji cynowej, jak i siarczkowej występuje szereg pierwiastków rzadkich i śladowych, wśród których mogą znajdować się pierwiastki uznawane za krytyczne dla gospodarki Unii Europejskiej.

3. Obserwacje mineralogiczne i badania w mikroobszarze dostarczają dowodów potwierdzających złożoną, hydrotermalną genezę mineralizacji kasyterykowo-siarczkowej pasma Starej Kamienicy

Rozdział drugi rozprawy obejmuje szeroko rozumianą charakterystykę obszaru badań, w tym położenie geograficzne i administracyjne, budowę geologiczną, charakterystykę mineralizacji kasyterykowej i siarczkowej, istniejące poglądy na genezę mineralizacji oraz historię badań i prac górniczych. Warto nadmienić, że autor znaczną część wyników badań zaprezentował wcześniej w artykułach we współautorstwie, głównie z promotorem prof. dr hab. Stanisławem Mikulskim.

Kolejny rozdział poświęcony jest zastosowanym metodom badawczym. Autor wykorzystał praktycznie cały zestaw metod badawczych dostępnych w kraju, tak w badaniach mineralogicznych jak i geochemicznych. Nowością jest wykorzystanie przenośnego spektrometru XRF. Rozdział wystarczyło by zatytułować jedynie Metodyka badań, pomijając słowa pierwiastków rzadkich i towarzyszących. Autor prezentuje w tym rozdziale także badania mineralogiczne.

Rozdział czwarty jest poświęcony wynikom uzyskanym poszczególnymi metodami badawczymi, szczególnie wynikom badań geochemicznych i mineralogicznych, jak też wynikom datowań metoda CHIME. W części poświęconej analizie wyników badań geochemicznych zaprezentował wyniki analizy czynnikowej.

Kolejny, rozdział piąty, poświęcony jest dyskusji uzyskanych wyników. Można uznać go za jeden z najważniejszych w pracy. Na jego początku, autor wyróżnia, poza głównym pierwiastkiem – cyną, pierwiastki towarzyszące w złożu. Są to takie, których zawartości wykazują kilkukrotne wzbogacenie w stosunku do ich klarku w skorupie ziemskiej. Jako dodatkowe kryterium przyjmuje ich średnią arytmetyczną zawartość w badanych próbkach – powyżej 100 ppm. wskazując na As, Cu, Pb i Zn. Za pierwiastki rzadkie przyjmuje takie, których średnie zawartości są wyższe od ich klarków w skorupie ziemskiej, lecz ich zawartość nie przekracza 100 ppm. Są to Bi, Co, Br, Cd, Ag, In, Sb i Pt.

Doktorant wykonał model analizy czynnikowej grupując analizowane pierwiastki wykazujące wzajemne powiązania geochemiczne. Wyróżnia sześć takich czynników oraz pierwiastki niedopasowane w modelu (Y, Ge, W, Pb, Ga, Ni i Pt. Autor zaprezentował także hierarchiczny diagram drzewa obrazującego powiązania pomiędzy badanymi pierwiastkami.

Dyskusja nad uzyskanymi wynikami zaprezentowana jest w postaci zestawień z wynikami innych autorów. Pierwsze oznaczenia zawartości cyny i pierwiastków towarzyszących pojawiają się w 1957 roku. Następnie lata 80-te i właściwie do czasów współczesnych. Zawartości pierwiastków uzyskane przez doktoranta, są zbliżone do oznaczonych, przez innych autorów, pierwiastków głównych (cyny) i towarzyszących. Należy pamiętać, że oznaczenia w starszych pozycjach bibliograficznych są obarczone często błędami. Dane Do Van Phi są uzyskane na podstawie analizy spektralnej – łukowej. Recenzent opiekował się tym panem, tak w czasie opróbowywania zachodniej ściany kopalni Jerzy, jak i prac nad separacją kasyterytu, oznaczaniem pierwiastków śladowych w nim zawartych itd. Pan Do Van Phi poświęcił niesamowitą ilość czasu na wybieranie kasyterytu. Wybierał jedynie kasyteryty II generacji – bezbarwne, jasne. Koncentrat kasyterytu był wzbogacany grawitacyjnie i chemicznie, następnie separowany pod lupą binokularną. Uzyskane wyniki

Drobna pomyła lub literówka ze str. 236. Nie ma wód meteorytowych, są jedynie meteoryczne.

Minerały, o których recenzent ma nieco inne zdanie od autora dysertacji. Niektóre z ich spełniają ważną rolę jako nośniki tak głównych jak i pobocznych pierwiastków mineralizacji kruszcowej. I tak, przywołany do tablicy przez doktoranta wyjaśniam, że stannin występuje, jak stwierdził recenzent, głównie w zachodniej części Pasma Kamienieckiego. W polskiej części pasma raczej bardzo rzadki. Napotkany najdalej na wschód na hałdzie przy szybie nr 2 kopalni Gierczyn (pojedyncze wydzielanie w asocjacji z chalkopirytem). Po stronie czeskiej jest dosyć popularny. Jest on minerałem, który niewątpliwie stanowi mocny argument hydrotermalnej genezy mineralizacji kasyterytowo-siarczkowej w Paśmie Kamienieckim.

Stosunkowo rzadkim minerałem jest lelingit kobaltowy. Z moich badań wynika, że jest on ważnym nośnikiem kobaltu, którego zawiera do 7,54% wag. Występuje on na ogół jako odrębna faza otoczona arsenopirytem o śladowych zawartościach kobaltu. Najczęściej stwierdzany w asocjacji z pirotytem i chalkopirytem, na hałdzie szybu nr 2 kopalni Gierczyn (w połowie drogi pomiędzy Gierczynem a Krobicą, kilkadziesiąt metrów od drogi do Kotliny) oraz rejonie sztolni w Przeczniczy. Oczywiście obecne są też arsenopiryty zawierające kilkuprocentową domieszkę kobaltu, podobnie jak podaje autor rozprawy. Nośnikiem kobaltu jest też glaukodot, o niewielkiej przewodze kobaltu nad żelazem, przeciętnie 27,1% wag.

Wg. mnie ważnym nośnikiem antymonu jest bulangeryt napotkany kilkakrotnie w znacznych skupieniach z galeną, pirotytem, kasyterytem II generacji, bizmutem rodzimym i śladowymi ilościami tennantytu. Stwierdzony z hałdach w Przeczniczy, Gierczyna i z okolicy szybu nr dwa kopalni Gierczyn.

Zdaniem recenzenta ferberyty występują w ścisłej asocjacji z kasyterytem I generacji. W kamieniołomie w Orłowicach (dawna kopalnia Jerzy) stwierdzono go w żyłach pseudopokładowych, jako czarne masywne wydzielania z kwarcem i z dużymi agregatami kasyterytu I generacji, widocznych makroskopowo, o barwie brązowej, na ociosie zachodniej ściany kamieniołomu. Kilka lat temu napotkany w luźnych blokach, też przy zachodniej części wyrobiska.

Sprawa gahnitu, jest dosyć ważna. Jest on znacznym nośnikiem cynku. Nie badałem zawartości indu w gahnitach, co moim zdaniem jest warte sprawdzenia. Często występuje w strefach okruszczonych na ogół w postaci ksenomorficznych ziaren, o rozmiarach do około 2 cm. Występuje miejscami masowo. Spotyka się go również w żyłach kwarcowych ze sfalerytem. Automorficzne kryształy, o szaro-zielonej barwie, nie przekraczają 1,5 - 2 mm..

Chlorytoid, moim zdaniem jest bardzo popularny. Trudny do identyfikacji w świetle przechodzącym, ale na tyle charakterystycznym (barwa, dwójłomność i pokrój) że z czasem łatwo go rozpoznać. Miejscami stanowi nawet kilkadziesiąt procent objętościowych skały. Występuje w strefach okruszczonych i poza nimi. W pracy Jaskólskiego i Mochnackiej jest wspominany jako otreilit.

Znaczna część wyżej wymienionych uwag może mieć charakter dyskusyjny. Doktorant mógł nie stwierdzić niektórych minerałów, gdyż nie miał już dostępu do fragmentów rdzeni z bogatą mineralizacją kruszczową. Musimy sobie zdawać sprawę, że jest to materiał przyrodniczy i nie zawsze wykształcony jednakowo. Wiele minerałów kruszczowych występuje jedynie lokalnie, niekiedy w znacznych nagromadzeniach np. bulangeryt, franklini, ferberyty i

obecnie mogą budzić wiele zastrzeżeń. Badania doktoranta są na ogół bardziej wnikliwe od innych autorów i obejmują większe spektrum pierwiastków. Wskazują one, także na fakt zmienności składu chemicznego badanych minerałów kruszczowych. Należy to wiązać z skomplikowaną genezą mineralizacji, różnorodnością generacji minerałów kruszczowych.

W oparciu o badania mikroskopowe i w mikroobszarze, doktorant uzupełnia dotychczasowe sukcesje mineralne. W badanych preparatach nie zidentyfikował on kilku minerałów kruszczowych takich jak: margarytu, gahnitu, lelingitu, tetraedrytu, antymonitu, kuprytu, chromitu, stanninu, srebra rodzimego, bulangerytu. Stwierdził natomiast obecność nieopisanych dotąd z pasma łupkowego Starej Kamienicy minerałów – hedleyitu, hessytu, ulmanitu, nieznanego siarczku zawierającego ind, allanitu i fluorowęglańców REE oraz kilku prawdopodobnie wtórnych faz: bismoklitu, mimetytu i plumbogummitu. Wyróżnił cztery paragenezy mineralne poczynając od paragenez związanych z sedymentacją i metamorfizmem, poprzez dwie paragenezy hydrotermalne i paragenезę wietrzeniową. Paragenezy hydrotermalne związane są z ogólnym spadkiem temperatur roztworów minerałotwórczych.

W dalszej części pracy doktorant wyjaśnia genezę powstawania mineralizacji kasyterytowo-siarczkowej przytaczając argumenty za jej hydrotermalną, wieloetapową historią. Porównuje mineralizację z Pasma Kamienieckiego z innymi zbliżonymi genetycznie. W oparciu o datowania CHIME monacytów, ksenotymów i uraninitów wiąże mineralizację kasyterytowo-siarczkową z procesami prowadzącymi do formowania się plutonu karkonoskiego, jego krystalizacji w różnych etapach.

Ukoronowaniem rozprawy są wnioski, które potwierdzają założone na początku tezy badawcze.

Spis literatury cytowanej obejmuje 15 stron tekstu – co odpowiada kilkunastu pozycjom na stronie. Autor wykorzystał wiele prac archiwalnych powstałych po wykonaniu prac dokumentacyjnych.

Uwagi

Moim zdaniem, bismut, rutyl, kowelin i hematyt nie należą do głównych minerałów kruszczowych w paśmie Starej Kamienicy (str.101).

Druga generacja chalkopiryty stanowiąca odmieszania w sfalerycie (str. 119), niekiedy przybiera postać wspólnego wzrostu tych minerałów, podobnie jak pirotyn w sfalerycie. Niekiedy minerały te układają się w kierunki równoległe. Uważam, że obecność emulsyjnych chalkopirytów w części sfalerytów nie musi świadczyć na częściowe topnienie siarczków w rozwoju metamorficznym łupków Pasma Kamienieckiego (str.236). Znanе są recenzentowi takie struktury z mineralizacji hydrotermalnych, wysokotemperaturowych, gdzie niewątpliwie nie dochodziło do topnienia tych siarczków.

Według recenzenta, bizmut rodzimy w świetle odbitym posiada barwę żółtawą, a nie świetlistą, białą (str. 142). Przy filtrze niebieskim na drodze optycznej, jest praktycznie biały.

według mnie bardzo ważny, z punktu widzenia hydrotermalnej genezy mineralizacji kasyterytowo=siarczkowej w łupkach pasma Starej Kamienicy. - stannin.

Dobre strony Pracy

Do pozytywnych stron pracy należy podejście autora do geochemii szerokiego spektrum pierwiastków zawartych w strefach zmineralizowanych. Wykonanie znacznej ilości oznaczeń geochemicznych w stosunku do poprzedników. Poddanie uzyskanych wyników analizie czynnikowej i wyciągnięcie z niej odpowiednich wniosków. Stwierdzenie nowych faz mineralnych nie znanych dotychczas z badanej mineralizacji kasyterytowo-siarczkowej. Udowodnienie wieloetapowej, hydrotermalnej genezy mineralizacji kasyterytowo-siarczkowej pasma Starej Kamienicy. Wskazanie na związek genetyczny i wiekowy badanej mineralizacji z wieloetapowym rozwojem procesów intruzyjno-metamorficznych cyklu przedwaryscyjskiego i waryscyjskiego, prowadzących do powstania plutonu karkonoskiego oraz ewolucji masywu izerskiego. Stwierdzenie występowania w badanej mineralizacji pierwiastków „krytycznych” dla gospodarki Unii Europejskiej ze wskazaniem na potrzebę ponownej weryfikacji zasobów złóż w paśmie Starej Kamienicy z uwzględnieniem ich jako kopaliny towarzyszącej. Zidentyfikowanie nowej fazy mineralnej będącej nośnikiem indu.

Konkluzja

Recenzowana rozprawa doktorska Pana mgr Rafała Małka pt. „Studium geochemiczno-mineralogiczne oraz geneza występowania pierwiastków rzadkich i towarzyszących w złożowej mineralizacji cynonośnej w paśmie Starej Kamienicy w Sudetach” prezentuje nadzwyczaj wysoki i wyróżniający się poziom naukowy- składał więc wniosek o wyróżnienie tej pracy przez Radę Naukową. Jestem zdania, że po skróceniu tekstu i załączników tabelarycznych praca winna być opublikowana i będzie stanowiła doskonałe źródło wiedzy o mineralizacji kruszcowej w Paśmie Kamienieckim. Moim zdaniem, recenzowana praca w pełni i w nadmiarze spełnia wymogi stawiane dysertacjom doktorskim (ustawa z dnia 14.03.2003 roku „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuk”, Dz. U. Nr 65 poz. 595). Równocześnie wnoszę o dopuszczenie Pana mgr Rafała Małka do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Jednocześnie zwracam się z prośbą do Rady Naukowej PIG PIB o jej wyróżnienie i rozważenie możliwości wytypowania tej pracy do nagrody Ministra Klimatu i Środowiska bądź Ministra Edukacji i Nauki.

Lukasz Karwowski



