

Prof. dr hab. Bogusław Bagiński

Warszawa, 28 sierpnia 2023 r.

Katedra Geochemii, Mineralogii i Petrologii

Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski

b.baginski1@uw.edu.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Mateusza Sęka zatytułowanej „*Ewolucja i geneza turmalinów wschodniej osłony metamorficznej granitu karkonoskiego rejonu Kowar-Czarnowa*”.

Recenzję niniejszej rozprawy doktorskiej przygotowałem na zlecenie Rady Dyscypliny Naukowej Nauki o Ziemi i Środowisku Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, zgodnie z decyzją z dnia 5 czerwca 2023 roku.

Promotorem ocenianej rozprawy jest prof. dr hab. inż. Adam Pieczka.

- a) Przedłożona do oceny praca „*Ewolucja i geneza turmalinów wschodniej osłony metamorficznej granitu karkonoskiego rejonu Kowar-Czarnowa*” jest liczącą 134 strony monografią (154 strony tekstu w formacie A4, wraz ze spisem literatury, na który składa się 198 pozycji, spisem 23 tabeli oraz spisem 46 figur zawartych w tekście).
- b) Tekst rozprawy podzielony został na 10 rozdziałów, 7 z nich dotyczących meritum pracy oraz trzech zawierających spis literatury, tabeli i figur, wspomnianych wcześniej. Podział pracy jest przejrzysty i logiczny. Po dwustronicowym wstępie autor przedstawia informacje na temat supergrupy turmalinu, podając podstawowe dane na temat klasyfikacji, struktury krystalochemicznej i roli turmalinu w badaniach mineralogicznych i petrologicznych. Rozdział 3 poświęcony został opisowi geologii terenu na którym występują badane w rozprawie turmaliny, rozpoczynając od ogółu (geologia Sudetów) do szczegółu (lokalizacja i geologia obszaru wschodniej osłony granitu karkonoskiego, na którym występują badane minerały). W kolejnym rozdziale doktorant przedstawia badany materiał oraz metody analityczne zastosowane do rozwiązania postawionego problemu. Są to głównie metody pozwalające precyzyjnie ustalić skład chemiczny badanych turmalinów, czyli mikroanaliza rentgenowska, spektrometria mas (jako ICP-MS-LA oraz SIMS, przede wszystkim do zbadania koncentracji izotopów boru. Najważniejszy i

najdłuższy bo liczący 83 strony rozdział to oczywiście wyniki analiz. . Model ewolucji składu turmalinów i wynikające z niego wnioski stanowią temat 6 rozdziału po którym następuje krótkie podsumowanie oraz 3 rozdziały, określiłbym je techniczne, spis literatury, figur oraz tabeli.

- c) Praca magistra Mateusza Przemysława Sęka napisana jest poprawnym językiem. Jednak, jak to często ma miejsce w opracowaniach o dużej objętości, autor nie ustrzegł się drobnych błędów językowych i edytorskich. Ich lista dołączona jest na końcu recenzji i nie będę jej szczegółowo omawiał w tym miejscu. Układ pracy jest logiczny i można określić klasyczny w pozytywnym tego słowa znaczeniu. Figury ilustrujące tekst są starannie wykonane, a na szczególną uwagę zasługują fotografie wykonane z użyciem optycznego mikroskopu polaryzacyjnego, których jakość jest bardzo wysoka. Lokalizacja figur oraz odniesienia do nich w tekście są czytelne. Tabele w liczbie 23 bogato dokumentują materiał analityczny. Są jasne i czytelne. Literatura wykorzystana przy przygotowaniu niniejszej rozprawy jest bogata. Jej cytowanie jest dobrze umiejscowione w tekście.
- d) Za cel pracy doktorant wyznaczył odtworzenie „ewolucji i genezy turmalinów” z kilku wybranych lokalizacji w obrębie osłony metamorficznej granitu karkonoskiego. W moim odczuciu, odnosząc się do tytułu pracy, pełne odtworzenie genezy powinno zawierać ewolucję składu badanych minerałów. Można tu zatem wskazać możliwość modyfikacji tytułu pracy. Odtworzenie genezy minerałów grupy turmalinu, niezależnie od ich lokalizacji i warunków powstania jest zadaniem ambitnym. Z drugiej strony minerały te są często cennym nośnikiem informacji na temat wydarzeń jakie przechodziły, a co z tym jest ściśle związane jakie wydarzenia termiczne kształtowały utwory, w których badane turmaliny występują. Cel jest zatem ambitny i wymagający, a doktorant wykonał wiele pracy, aby jemu sprostać
- e) Autor w celu realizacji postawionego zadania sięgnął po kilka podstawowych metod badawczych, poczynając od mikroskopii optycznej w świetle spolaryzowanym poprzez elektronową mikroskopię skaningową (SEM) do bardziej zaawansowanej analizy składu chemicznego w mikroobszarze (EPMA) oraz spektrometrii mas, zarówno wykonywanej poprzez wzbudzenie niewielkich objętości materiału poprzez wiązkę laserową (ICP-MS-LA) jak i sterowanej precyzyjnie wiązkę jonów w mikrosondzie jonowej (SIMS). Dzięki tej ostatniej metodzie autor uzyskał informacje dotyczące proporcji izotopów boru ^{11}B i ^{10}B w analizowanych turmalinach. W moim odczuciu wyniki te nie zostały w pełni

wykorzystane, chociaż należy przyznać, że zmierzona zmienność $\delta^{11}\text{B}$ w wytypowanych kryształach turmalinów nie była zbyt duża. Badanie składu chemicznego turmalinu nie jest sprawą prostą. Mikrosonda elektronowa, będąca głównym źródłem informacji nie dostarcza pełnych danych. Zarówno koncentracje boru, litu (szczęśliwie obecność Li w badanych próbkach nie jest znacząca) jak i stopień utlenienia żelaza są bardzo ważne przy precyzyjnych badaniach składu turmalinu. Zastosowane przez doktoranta metody badawcze są prawidłowe, a ich zastosowanie zasadne. Można natomiast wskazać do zastosowania dodatkową metodę, która mogłaby nieco pomóc, zwłaszcza przy określeniu stopnia utlenienia Fe. Chodzi mi o XPS, zwłaszcza, że jeden z współautorów artykułu doktoranta, opublikowanego w *Mineralogical Magazine* ma doświadczenie w stosowaniu tej metody (dr Marcin Stachowicz).

- f) Wyniki badań autora zawarte są w formie podsumowania w rozdziałach szóstym „Model ewolucji składu turmalinów ze wschodniej osłony granitu Karkonoszy” oraz siódmym, zatytułowanym „Podsumowanie”. Ponadto pewne wnioski genetyczne pojawiają się w podrozdziałach głównej części pracy – rozdziału piątego „Wyniki badań i dyskusja”. Następują one po omówieniu kolejnych odmian turmalinu. I tak dla obszaru Wołowej Góry dla turmalinu żółtego na stronach 49-50, zielono-szarych turmalinów z żyłek kwarcowych granitognejsów kowarskich na stronach 60-61 oraz czarnego turmalinu z gnejsów kowarskich na stronie 69. Dla rejonu Budnika, krótka geneza turmalinu z leptynitów zawarta jest na str. 79-80, zaś turmalinów polimineralnych na stronach 94-96 i w końcu turmaliny z Rędzin znajdują krótkie podsumowanie ich genezy na stronach 108-109. Elementy podsumowania można również znaleźć przy omówieniu geochemii pierwiastków ważnych dla powstawania turmalinów, a analizowanych w skałach serii kowarskiej. Są to podrozdziały od 5.4 do 5.9 omawiające rolę boru, wapnia, tytanu, strontu, skandu i fluoru. W mojej opinii ze względu na swoją specyfikę podrozdziały te powinny stanowić bardziej wyodrębnioną część oraz być trochę inaczej zatytułowane, bowiem przy obecnym tytule np. „Bor w systemie metamorficznym serii kowarskiej” należałoby spodziewać się rozważań na temat zawartości i zachowania boru w skałach serii kowarskiej, a dotyczy to przede wszystkim turmalinów z serii kowarskiej. Przechodząc do głównych rozdziałów podsumowujących (rozdziały 6 i 7) autor wskazuje na trzy główne etapy w historii powstawania turmalinów, charakteryzując ich skład chemiczny i zmianę środowiska. Pierwszy etap przedwarwiscyjski, podczas którego

wzrastały kryształy turmalinu bogate w żelazo, drugi oddziałujący podczas orogenezy, który przyniósł zmianę chemizmu na wysokomagnezową oraz trzeci, gdzie ważnym czynnikiem była intruzja karkonoska i warunki związane z jej oddziaływaniem termicznym i chemicznym. W rozważaniu nad genezą brakuje mi nieco pogłębienia wniosków, które podsumowane są w sposób uproszczony na Figurze 46. Autor mógłby pokusić się o bardziej precyzyjne umiejscowienie wydzielonych etapów w układzie czas, temperatura ciśnienie i dodanie chociażby kierunków zmian tych parametrów na końcowym diagramie. Tu nasuwa się także pytanie czy nie warto było pokusić się o pewne dodatkowe analizy przybliżające te parametry, a oparte na innych współwystępujących minerałach (monacyt, biotyt, amfibole) lub po prostu szersze wykorzystanie badań wykonanych przez innych.

- g) Ze względu na specyfikę pracy, skupioną na badaniach podstawowych trudno jest wskazać praktyczne zastosowanie wyników otrzymanych przez autora. Opisane wystąpienia turmalinów nie mają ani znaczenia złożowego.
- h) Recenzent nie stwierdził w ocenianej pracy nieprawidłowości, zwłaszcza merytorycznych. Świadczy to o tym że doktorant posiada dobre przygotowanie teoretyczne i był w stanie samodzielnie dobrać materiał, narzędzia do jego opisu i analizy oraz wyciągnięcia logicznych wniosków dokumentujących jego gotowość do samodzielnej pracy jako badacza naukowego.
- i) Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska Pana magistra Mateusza Przemysława Sęka stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, w której widoczne są umiejętności niezbędne do prowadzenia i rozwiązywania naukowych problemów. Autor wybrał własny cel, materiał, dobrał odpowiednie narzędzia do rozwiązania celu, co ważne a nie zawsze się o tym wspomina, znalazł środki na sfinansowanie badań, precyzyjnie je wykonał, udokumentował i wyciągnął adekwatne wnioski, które mają znaczenie dla rozwoju wiedzy zarówno o minerałach supergrupy turmalinu jak i badanych utworach stanowiących wschodnią osłonę granitu karkonoskiego.
- j) Pełna odpowiedź na pytanie czy rozprawa prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydata do stopnia doktora w dyscyplinie nauk o Ziemi i środowisku, które to zadanie sugerowane jest recenzentowi do zaadresowania przez zleceniodawcę recenzji nie jest możliwa na podstawie li tylko oceny pracy doktorskiej. W mojej opinii potrzebna jest szersza informacja na temat kandydata, zwłaszcza dotycząca jego osiągnięć naukowych

(publikacji, aktywności w środowisku). Myślę, że chodzi tu raczej o wiedzę teoretyczną w temacie pracy i specjalizacji w obrębie dyscypliny, czyli mineralogii. W takim razie nie mam wątpliwości, że magister Mateusz Przemysław Sęk posiada taką wiedzę teoretyczną, która pozwoliła mu przygotować i napisać niniejszą rozprawę.

Przechodząc do bardziej ogólnej oceny pracy, jako petrolog, biorąc do oceny rozprawę Pana magistra inżyniera Mateusza Przemysława Sęka oczekiwałem (przynajmniej bazując na temacie pracy) znalezienia w niej nieco większej ilości aspektów petrologicznych, choć z drugiej strony mogłem oczekiwać, że prof. Adam Pieczka z pewnością skieruje swego podopiecznego na mocno mineralogiczną ścieżkę. Ścieżka ta jest ugruntowana i dobrze poprowadzona. Bogata dokumentacja, skrupulatne przeliczenia i klasyfikacja analizowanych turmalinów prezentują opanowanie mineralogicznego warsztatu na wysokim poziomie. Właśnie ten aspekt daje nadzieję, że wysoki poziom krakowskiej szkoły mineralogiczne będzie z powodzeniem kontynuowany, a nowe odkrycia faz mineralnych (tu myślę o supergrupie turmalinu są kwestią nieodległego czasu).

Podsumowanie

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska Pana magistra inżyniera Mateusza Sęka nt. „*Ewolucja i geneza turmalinów wschodniej osłony metamorficznej granitu karkonoskiego rejonu Kowar-Czarnowa*”. świadczy o dobrym opanowaniu przez kandydata na stopień doktora warsztatu metodologicznego oraz naukowego. Stwierdzam, że przedłożona rozprawa spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim w świetle przepisów ustawy z dnia 14 marca 2003 roku “O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuk” (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami) w związku z art. 179 ust. 1 i ust. 2 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. (Przepisy wprowadzające) i wnioskuję o dopuszczenie Pana magistra inżyniera Mateusza Sęka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Z. Bagiński

UWAGI SZCZEGÓŁOWE

do rozprawy doktorskiej magistra Mateusza Przemysława Sęka pt. „Ewolucja i geneza turmalinów wschodniej osłony metamorficznej granitu karkonoskiego rejonu Kowar-Czarnowa”.

Uwagi dotyczące figur

Figura 4., str. 18

Objaśnienia na Figurze są po polsku z wyjątkiem nazw państw, które są po angielsku

Figura 6., str. 29

Opis zdjęcia jako „Aktualny stan obszaru badań.” proponowałbym zastąpić „Wygląd szurfu.”

Figura 7., str. 31

Raczej „wygląd” niż „stan”

Figura 15., str. 54, Figura 23., str. 73. W objaśnieniu proszę dodać Zdjęcie SEM w trybie BSE

Uwagi dotyczące tabeli

Tabela 2.

w kolumnie 4 wyrażenie „spektrometr” powinno zastąpić się wyrażeniem „kryształ”. W tytule zamiast „spektrometrem”, „kryształem”. To samo dotyczy tekstu na stronie 35, „wykorzystanym spektrometrem” zastąpić „wykorzystanym kryształem”. Analogicznie w spisie tabeli

Tabela 5. (to samo dotyczy Tabeli 8, 11, 13, 15 oraz 20)

Proszę zaznaczyć, że analizy są wynikiem oznaczeń na mikrosondzie elektronowej.

Tabela 8. (to samo dotyczy Tabeli 8, 11, 13, 15)

W Tabeli 2. Podane zostały limity detekcji oznaczeń koncentracji analizowanych na mikrosondzie pierwiastków. Nie są one w pełni zgodne z wynikami podanymi w tabelach (dotyczy to zwłaszcza koncentracji cynku i strontu, ale nie tylko). Proszę poprawić te usterki.

W Tabeli 7. (podobnie w Tabeli 10 i 19.)

Podane są koncentracje pierwiastków uzyskane za pomocą metody ICP-MS-LA. Rozumiem, że izotopy oznaczanych pierwiastków stanowiły podstawę do przeliczenia koncentracji sumarycznej pierwiastka. Czyli np. ${}^7\text{Li}$ jako najbardziej pospolity izotop litu stanowiący ponad 92% ogółu pierwiastka stał się podstawą do obliczenia sumarycznej zawartości litu przedstawionej w tabeli, ale to nie jest wyjaśnione. Jest to co prawda wspomniane na stronie

39 w metodach badań, ale w moim odczuciu można to wyjaśnić w miejscu podawania danych. Proszę również liczbę masową wpisywać po lewej stronie symbolu izotopu.

Drobne uwagi edycyjne

Rozdział 3.5.2

str. 23 (do 6%An) dodać spację po %

Rozdział 5.1.1

str. 41 przed cm spacja

Rozdział 4.3

str. 39 wstawić spację po μm

str. 39 sformułowanie „ablowano” jest slangiem lepiej użyć wzbudzano za pomocą lasera

Rozdział 5.1.1

str. 41 po cm powinna być spacja

Sformułowanie *apfu* użyte 205-krotnie w tekście, siedmiokrotnie nie jest napisane czcionką *Italic*

Autor powołując się na literaturę stosuje formę mianownika. Wydaje mi się, że forma narzędnika jest w języku polskim bardziej poprawna np. str. 32, Figura 8 „na podstawie Kozdrój i in...” lepiej byłoby na podstawie Kozdroja i in. lub na podstawie pracy Kozdrój i in. (podobna sytuacja występuje kilkakrotnie w pracy)

Wyrażenie substytucja (użyty w pracy 11 razy, najczęściej na stronie 124) wydaje się mieć dobry odpowiednik w języku polskim jakim jest wymiana.

Ortografia

Przymiotnik kowarski powinno pisać się małą literą. W pracy autor niekiedy stosuje dużą literę, chociaż w większości stosuje poprawną pisownię z małej litery

Nazewnictwo

str. 13 określenie „kyanite” jest nazwą w języku angielskim, proszę użyć nazwę polską

B. Żagin'ski