

Prof. dr hab. Andrzej Muszyński
Instytut Geologii UAM
ul. Krygowskiego 12
61-680 Poznań
e-mail: anmu@amu.edu.pl

Poznań. 25.08.2020.

Recenzja rozprawy Pani mgr. Anny Marii Kukuły pt. „Petrologia ksenolitów perydotytowych z wybranych law kenozoicznych Saksonii, Turynгии i Bawarii (Niemcy)”

1/ Uwagi wstępne

Rozprawa napisana jest pod kierunkiem profesora dr. habilitowanego Jacka Puziewicza z Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego, przy współpracy promotora pomocniczego dr. hab. Magdaleny Matusiak-Malek.

Praca w całości liczy 184 stron w języku polskim z dwoma dwustronicowymi streszczeniami w języku polskim i angielskim oraz z 59 stronami załączników.

Praca zawiera 108 rycin i 18 tabel w tekście, oraz 21 załączników tabelarycznych. Podzielona jest na 8 głównych rozdziałów. Spis literatury ma 170 pozycji, zasadniczo w języku angielskim i obejmuje zakres regionalnej literatury oraz literaturę dotyczącą petrologii skał ultramaficznych. W pracy zamieszczone są barwne figury oraz tabele, w tym mikrofotografie i obrazy BSE. Praca jest napisana dość staranną polszczyzną z niewielką ilością literówek.

Część zamieszczonych wyników badań została już opublikowana w czasopiśmie o międzynarodowym zasięgu i wysokim współczynniku wpływu.

2/ Ocena merytoryczna

W krótkim jednostronicowym wstępie Autorka podkreśla rolę badania płaszcza Ziemi oraz podaje cele pracy. Celami są szczegółowy opis zespołów ksenolitów perydotytowych z kenozoicznych law Saksonii, Turynгии i Bawarii w Niemczech oraz określenie sekwencji i charakteru zdarzeń procesów geologicznych w płaszczu litosferycznym.

30-stronicowy rozdział 2 zatytułowany *Wprowadzenie*, wylicza procesy kształtujące płaszcz ziemski oraz omawia deformacje skał płaszcza. To ostatnie zagadnienie jest pewnym novum w rozpatrywaniu procesów magmowych. Cały ten rozdział ma charakter skryptu, który mogliby używać studenci geologii.

Rozdział 3 naświetla tło geologiczne obszarów badań. Jest to literaturowy przegląd dotychczasowych badań płaszcza litosferycznego ziemi pod Europą, szczególnie na tle środkowoeuropejskiej prowincji wulkanicznej. Tutaj bardzo

się prosi o szersze naświetlenie pozycji geologicznej badanych skał magmowych na tle jednostek tektonicznych Europy.

W czwartym rozdziale Doktorantka przedstawia zastosowane metody analityczne i obliczeniowe oraz użytą terminologię. Materiał badawczy stanowiło 44 pobranych ksenolitów ultramaficznych wielkości 3 do 11 cm, z których wykonano 32 preparaty do wielostronnych badań analitycznych i mikroskopowych. Na wszystkich preparatach przeprowadzone zostały badania pod mikroskopem polaryzacyjnym i badania składu chemicznego minerałów w mikrosondzie elektronowej. Duża część próbek zbadana została ablacją laserową ze spektrometrią mas z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej, a wybrane preparaty zbadane zostały w mikroskopie skaningowym z przystawką EBSD. Zostało wykonanych też kilka analiz chemicznych składu skały bazaltoidowej zawierającej ksenolity. Składu chemicznego samych ksenolitów nie można było wykonać ze względu na zbyt małe rozmiary. Moim zdaniem Autorka optymalnie dobrała metody do określenia temperatury, stopnia wytopienia perydotytu oraz określenia parametrów opisujących teksturę.

Zasadnicze jądro pracy stanowią rozdziały 5, 6 i 7. W rozdziale 5 przedstawione są wyniki badań ksenolitów z czterech różnych lokalizacji. Przyjęty jest czytelny schemat, który zawiera opis odsłonięcia, opis petrograficzny, skład chemiczny minerałów oraz badania teksturalne. Najwięcej miejsca zajmuje przedstawienie składu chemicznego minerałów budujących perydotyty. W poszczególnych odsłonięciach występują harzburgity, lherzolity, wherlity i dunity, które zostały opisane na podstawie zawartości pierwiastków głównych i śladowych. Podzielone one zostały na podstawie spadającej liczby magnezowej na trzy grupy A, B i C. Dodatkowo ujęty jest problem faz budujących drobnoziarniste agregaty międzyziarnowe oraz obwódki na pierwszych genetycznie minerałach.

Krótki rozdział 6 opisuje chemizm skał wulkanicznych będących gospodarzami ksenolitów z lokalizacji: Steinberg, Feldstein, Bramberg i Kleiner Gleichberg.

Rozdział 7 przedstawia dyskusję otrzymanych rezultatów badań. Składa się na nią osiem podrozdziałów, z których pierwsze trzy dotyczą genezy ksenolitów płaszcza, temperatury równowagi chemicznej pomiędzy ortopiroksenem i klinopiroksenem oraz stopnia wytopienia skał płaszcza. W czwartym podrozdziale Doktorantka szeroko rozważa problem metasomatycznych procesów zmieniających pierwotny skład chemiczny minerałów oraz całych ksenolitów. Wątek zmian ksenolitów kontynuowany jest dalej w rozważaniach na temat genezy obwódek na minerałach i genezy międzyziarnowych drobnych agregatów. Rozdział kończy dyskusja o deformacji ksenolitów oraz kontekst regionalny otrzymanych wyników badań. Godnym pochwały jest fakt, że Doktorantka wykonała olbrzymią pracę analityczną i również wielką pracę interpretacyjną wyników badań. Umiejętnie przedstawiła i

zilustrowała złożone problemy petrologiczne i geochemiczne badanych ksenolitów płaszcza (108 rycin, sic!).

Rozdział 8 zwięźle przedstawia wnioski, które dodatkowo zobrazowane są schematem następujących po sobie zdarzeń zapisanych w badanych skałach.

Literatura jest zestawiona bardzo dobrze i uwzględnia znakomitą większość cytowanych prac.

Również załączniki są zestawione bardzo starannie i bez błędów.

3/ Uwagi i dyskusje

Mimo tak szerokiego zakresu badań to czuję niedosyt w dysertacji braku uwypuklenia tego, co te szczegółowe wyniki badań petrologicznych wnoszą nowego do geologii regionalnej i jej budowy. Mam tutaj na uwadze odwołania do istniejących modeli geofizycznych oraz granicy litosfery i astenosfery.

Problemy sposobów i przyczyn generowania magm maficznych z płaszcza są ważne dla rozwoju całej geologii. Co inicjuje procesy wytapiania i skąd się biorą fluidy, które zmieniają równowagi mineralne? Wiemy, że wszystkie magmy zawierają fluidy w pewnych ilościach. Istotne są relacje stop – fluidy i co z nich jest pierwsze; są to również zagadnienia dyskutowane w dysertacji. Doktorantka daje pierwszeństwo powstawaniu stopów krzemianowych przy generacji magm, a potem pojawiają się fluidy metasomatyzujące te stopy i powstałe skały. Niewątpliwie zagadnienie relacji stop-fluid jest złożone i wielowątkowe. Ciągłe nie jest do końca jasne skąd w procesach magmowych pojawiają się fluidy i w jakich ilościach. W historii geologii zagadnienie to wywoływało spory naukowe np. między neptunistami i plutonistami, co ilustrował np. problem tzw. granityzacji skał w skorupie ziemskiej. Nie oczekuję tutaj odpowiedzi – to wątek dyskusji naukowej.

Wątek dyskusji naukowej dotyczy również modelu płaszcza litosferycznego przedstawionego na rycinie 7.23, który jest nieco zmieniony w stosunku do publikacji w Lithos (Puziewicz et al. 2020). Chodzi o ryft kenozoiczny i pole wulkaniczne Vogelsberg, które nie było przedmiotem badań w tej dysertacji. Nie do końca udało mi się zrozumieć powiązanie kontekstu regionalnego z badanym obszarem, gdzie udało się uchwycić waryscyjski płaszcz orogeniczny pod Łużycami i kadomski płaszcz litosferyczny z roju dajek Heldeburga. Prawdopodobnie bez szerszego kontekstu opartego na obserwacjach tektoniki Europy nie da się tego zadowalająco wyjaśnić.

Również ciekawym zagadnieniem poruszonym w rozprawie jest zagadnienie szkliwa (częściowo zmienionego) i powstawanie agregatów drobnoziarnistych, które mają związek z procesami krystalizacji ze stopów metasomatyzujących. W jakim stopniu szeroki i zróżnicowany skład chemiczny szkliwa wulkanicznego miał wpływ na powstanie agregatów drobnoziarnistych oraz na powstanie gąbczastych obwódek dookoła ziaren ortopiroksenów? Problem jest ciągle badany przez różnych autorów.

Istotną część rozprawy stanowią badania dotyczące deformacji skał płaszcza, które wykonała Doktorantka. Jest to domena mikrotektoniki i opisane mechanizmy mają wpływ na strukturę skały i orientację optyczną minerałów. Te pracochłonne badania godne są pochwały, choć ocena szczegółów merytorycznych leży poza domeną kompetencji Recenzenta.

Mam pytanie: jak dalece proces, który został nazwany „odmładzanie termiczne”, może zacierać poszczególne stadia zmian metasomatycznych?

Prawie wszystkie mapy fazowe przedstawiające poszczególne typy ksenolitów są trochę nieczytelne, szczególnie jeśli idzie o rozróżnienie czarnych granic ziaren mineralnych od brązowych granic subziaren mineralnych.

Tabela 7.5 wskazująca literaturowe współczynniki rozdziału między klonopiroksenem i różnymi stopami ma błąd w cytowaniu – brak jest nazwiska Wood, zamiast słowa „nie”.

Na koniec uwaga dotycząca użycia liczby mnogiej dla słowa *ziarno* mineralne. W większości w tekście Doktorantka używa liczby mnogiej tego słowa jako *ziarn* (np. str.37), ale też używa w tekście bardziej poprawnej formy *wiele ziaren mineralnych*.

4/ Podsumowanie i konkluzja

Pomimo powyższych uwag i dyskusji, moja ogólna ocena rozprawy doktorskiej mgr. Anny Kukuły pozostaje bardzo pozytywna. Doktorantka opanowała szeroki wachlarz warsztatu mineralogiczno-petrologicznego.

Włożyła wiele wysiłku w pracochłonne rozpoznanie złożonych struktur i minerałów budujących ksenolity i dobrze wszystko usystematyzowała. Dogłębnie poznała problemy mineralogii i petrologii ultramafitów płaszcza litosferycznego, co dobrze wykazuje w dyskutowanej i cytowanej literaturze. Ponadto nowatorsko wykorzystała badania mikrotektoniczne w ksenolitach.

Uważam, że przedłożona rozprawa doktorska jest opracowaniem spełniającym wymogi ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz.U.218, poz. 1668). Wnoszę zatem do Wysokiej Rady o dopuszczenie mgr. Anny Kukuły do publicznej obrony. Ponadto stawiam wniosek o wyróżnienie rozprawy.

A. Muszyński
Andrzej Muszyński