

Tadeusz DEPCIUCH, Józef LIS

Wiek bezwzględny K-Ar granitoidów masywu Karkonoszy

WSTĘP

Dotychczasowe dane dotyczące wieku granitoidów masywu Karkonoszy opierały się na przesłankach geologicznych oraz na wykonanych przez różnych badaczy pojedynczych oznaczeniach wieku bezwzględnego, wykazujących niekiedy dość znaczne rozbieżności. W ramach badań wieku bezwzględnego granitoidów dolnośląskich wykonano w 1969 r. datowania metodą K-Ar próbek granitów i aplitów z masywu Karkonoszy w pracowni geochronologicznej Instytutu Geologicznego.

SYTUACJA GEOLOGICZNA MASYWU KARKONOSZY

Silnie wydłużony równoleżnikowo granitoidowy masyw Karkonoszy występuje w Sudetach Zachodnich wśród metamorficznych skał budujących strukturę metamorficzną, zwaną blokiem Karkonoszy. Otaczające masyw skały stanowią różnego rodzaju gnejsy, łupki łuszczkowe, amfibolity oraz sporadycznie występujące soczewki wapieni lub wapieni dolomitycznych. W bezpośrednich strefach kontaktowych granitu z osłoną wytworzyły się hornfelsy.

W budowie masywu biorą udział różne odmiany granitoidów oraz skały żyłowe — aplity, pegmatyty, mikrogranitoidy, lamprofiry oraz żyły kwarcowe. Odmiany granitu budujące masyw różnią się między sobą przede wszystkim wykształceniem, a w mniejszym stopniu — składem mineralnym i chemicznym.

Najbardziej rozpowszechnioną odmianą są różowe, rzadko zielonawoszare, średnio- lub gruboziarniste granity porfirowate, zbudowane z dużych (dochodzących do kilku cm długości) megakryształów skalenia potasowego, tkwiących w drobniejszej masie skaleniowo-kwarcowej. Z minerałów ciemnych występuje prawie wyłącznie biotyt, zawarty w skupieniach bezładnie rozłożonych w skale. Obok biotyty sporadycznie występuje hornblenda. Granity porfirowate budują zachodnią (w granicach Polski), centralną i północną część masywu.

Drugą odmianą są granity równoziarniste barwy szarej lub różowoszarej, zbudowane ze skaleni potasowych, plagioklazów, kwarcu i biotyty. Biotyt wykształcony jest w postaci pojedynczych blaszek dość rów-

nomiernie rozmieszczonych, niekiedy w postaci niewielkich skupień. Wśród tych granitów można napotkać drobnoziarnistą odmianę, wyglądem przypominającą aplity, zawierającą niewielkie ilości drobnych blaszek biotyty. Granity równoziarniste budują przede wszystkim główny grzbiet Karkonoszy oraz Rudawy Janowickie, sporadycznie napotkać je można w innych częściach masywu, np. w okolicy Michałowic.

Specyficzną odmianą granitu karkonoskiego jest skała o stosunkowo drobnym, niekiedy prawie aplitowym ziarnie tła, w którym tkwią większe kryształy kwarcu lub skalenia. Odmiana ta nazwana przez M. Borkowską (1966) granitem granofirowym występuje głównie w Kotlinie Jeleniogórskiej, w okolicy Jeleniej Góry i Cieplic.

Pod względem geochemicznym obserwuje się pewne zróżnicowanie granitów w zależności od ich wykształcenia. Najbardziej kwaśne są granity równoziarniste i aplogranity, mniej kwaśne granity porfirowate.

Dajki aplitów i niekiedy występujących z nimi pegmatytów grupują się przede wszystkim na obszarze Kotliny Jeleniogórskiej, mniej licznie występują w zachodniej części masywu, bardzo rzadko w głównym grzbiecie Karkonoszy i Rudawach Janowickich. Są to skały drobnoziarniste (o ziarnie poniżej 1 mm) zbudowane ze skaleni i kwarcu, przeważnie bezłuszczkowe. Niekiedy można napotkać aplity ze znaczną ilością drobnych blaszek biotyty.

Mikrogranitoidy żyłowe i lamprofiry tworzą do kilkunastu kilometrów długości, wąskie dajki o kierunku NNE — SSW i zgrupowane są głównie na terenie Kotliny Jeleniogórskiej. Obie te grupy skał charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem wykształcenia, składu chemicznego i mineralogicznego. Odsłaniające się w naturalnych lub sztucznych odsłonięciach wykazują znamiona silnych przeobrażeń wietrzeniowych, a występujący w niektórych odmianach biotyt jest zawsze przeobrażony w chloryt. Z tych powodów nie udało się uzyskać odpowiednich próbek dla badań wieku bezwzględnego metodą potasowo-argonową.

DANE O WIEKU GRANITOIDÓW MASYWU KARKONOSZY

Na podstawie przesłanek geologicznych wiek granitoidów masywu karkonoskiego był przez ogół geologów badających ten rejon określany na górnokarboński. Pierwsze oznaczenia wieku bezwzględnego granitu z polskiej części masywu, opublikowane przez K. Przewłockiego (K. Przewłocki, W. Magda, H. H. Thomas i in., 1962), na próbce granitu ze Szklarskiej Poręby potwierdziły ich górnokarboński wiek. Metodą potasowo-argonową uzyskano wiek $304 \cdot 10^6$ lat, a metodą rubidowo-strontową $292 \cdot 10^6$ lat. Podobne wyniki metodą potasowo-argonową uzyskał J. Borucki (1966) dla próbek z okolicy Borowa i wsi Izera — 299 i $310 \cdot 10^6$ lat. Wyższy wiek $323 \cdot 10^6$ lat autor ten otrzymał dla próbki granitu z okolicy Małego Stawu. Oznaczenia V. Smejkała (1960, 1964) próbek granitu z okolicy Liberca z czeskiej części masywu metodą K-Ar dały wyniki 271 i $306 \cdot 10^6$ lat.

Zawarte w powyższych publikacjach wyniki oznaczeń ze względu na znaczny rozrzut (od 271 do $323 \cdot 10^6$ lat) nie pozwalają na jednoznaczną ocenę wieku. Fakt, że oznaczenia wykonywane były w różnych laboratoriach na pojedynczych próbkach, nie pozwalał ocenić czy skrajne wyniki, ja-

kie uzyskali V. Šmejkal i J. Borucki, odpowiadają rzeczywistemu zróżnicowaniu wieku granitów z pewnych partii masywu, czy też są spowodowane rozrzutem analitycznym.

WYBÓR I PRZYGOTOWANIE PRÓBEK DO ANALIZY

Szczegółowe badania wieku bezwzględnego granitoidów masywu karkonoskiego oparto na zbiorze około 2000 próbek znajdujących się w archiwum Zakładu Złóż Pierwiastków Rzadkich i Promieniotwórczych IG. Z kolekcji tej wybrano próbki reprezentujące różne odmiany granitoidów. Mając do dyspozycji dużą ich liczbę, wybrano próbki bez makroskopowych znamion zwietrzenia. Wykonane płytki cienkie potwierdziły makroskopową ocenę stanu zachowania skały. Biotyt w badanych skałach był świeży, w nielicznych przypadkach obserwowano nieznaczną chlorytyzację brzeżnych partii niektórych blaszek. Miejsca pobrania próbek przedstawiono na fig. 1.

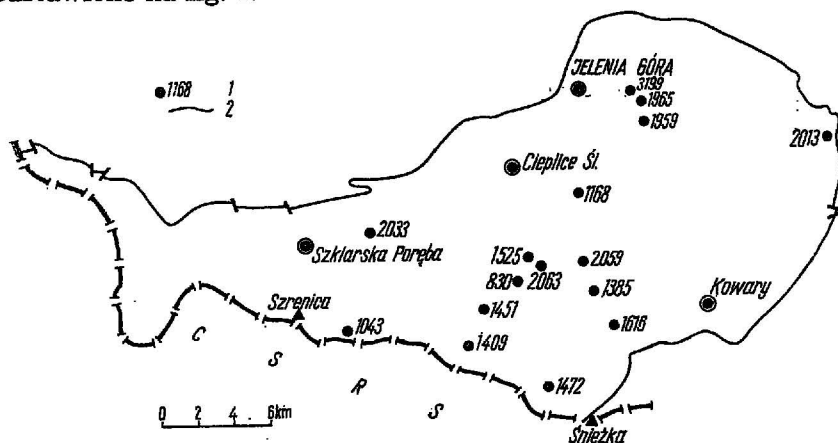


Fig. 1. Schemat opróbowania granitoidowego masywu Karkonoszy dla oznaczeń wieku bezwzględnego

Sampling scheme of the Karkonosze granitoid massif for absolute age determinations

1 — miejsce pobrania i numer próbki; 2 — granica geologiczna masywu karkonoskiego

1 — location and number of sample; 2 — geological border of the Karkonosze massif

Separacji biotytu, na którym oparto oznaczenia, dokonano za pomocą separatora elektromagnetycznego. Do badań wzięto frakcję 0,2—0,5 mm. Oznaczenia potasu wykonała pracownia analityczna Zakładu Złóż Pierwiastków Rzadkich i Promieniotwórczych IG według metody wcześniej opisanej (A. Jęczalik, B. Lis, 1967).

METODYKA OZNACZEŃ ARGONU I WYNIKI BADAŃ

Oznaczenia zawartości argonu w wyseparowanych biotytach wykonano za pomocą metody wolumetrycznej. Szczegóły analityczne wraz z oceną precyzji i porównaniem metody wolumetrycznej z metodą rozcieńczenia izotopowego omówiono w odrębnym artykule (T. Depciuch, 1971).

Tabela 1

Wiek potasowo-argonowy badanych próbek granitów

Lp.	Nr próbki	Typ skały	Zaw. K w %	Zaw. Ar 10^{-9} g/g	Wiek 10^6 lat
1	1168	granit gruboziarnisty porfirowy	5,60	131,3	303
2	1385		6,01	143,2	307
3	1451	granit średnioziarnisty porfirowy	6,11	139,2	296
4	2063		6,07	138,3	296
5	1409		5,82	131,5	294
6			132,6	296	
7	1043	granit równoziarnisty	6,06	142,6	305
8	1616		6,35	150,3	306
9	2013		5,41	127,2	304
10	2059		5,46	126,3	299
11	1472	granit granofirowy	6,24	146,7	305
12	1965		5,70	133,7	303
13	1959		6,09	141,6	302
14	2033		5,99	140,7	303
średnia					301,8
odchylenia standardowe S.					4,04

Zawarte w tabeli 1 wyniki oznaczeń wieku bezwzględnego granitoidów karkonoskich wykazują zróżnicowanie w granicach 294—307·10⁶ lat. Zróżnicowanie to, wobec stosunkowo znacznej ilości próbek oraz precyzji oznaczeń wynoszącej $\pm 5\%$, z punktu widzenia statystycznego nie daje podstaw dla przypuszczenia, że wynika ono z innych przyczyn niż normalny rozrzut analityczny. Hipoteza o przynależności wszystkich wyników do jednej populacji generalnej została sprawdzona za pomocą statystyki Dn na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Na podstawie porównania dystrybuanty rozkładu empirycznego z dystrybuantą rozkładu normalnego nie ma podstaw dla odrzucenia hipotezy o zgodności tych rozkładów. Przyjęcie hipotezy o normalności rozkładu wyników oznaczeń niezależnie od typu petrograficznego granitu oraz położenia w masywie pozwala sformułować wniosek, że wszystkie one reprezentują ten sam wiek.

Ocenę wyników przeprowadzono również za pomocą metody izochronowej (T. Depciuch, J. Lis, 1971). Metoda ta pozwala wykryć ewentualne błędy systematyczne, spowodowane nakładaniem się stałych ilości argonu atmosferycznego, oraz w przypadku ich obecności prawidłowo zinterpretować wiek skały.

Równanie izochrony dla próbek biotytów z granitów karkonoskich wyliczone metodą najmniejszych kwadratów posiada następującą postać:

$$\text{Ar}^{40} = 8,9 \cdot 10^{-9} + 23,008 \cdot 10^{-7} K$$

W równaniu tym Ar^{40} i K wyrażone są w gramach. Ponieważ ilości mierzonego argonu dla poszczególnych prób wynosiły około $900 \cdot 10^{-9}$ g, z równania izochrony wynika, że wyniki oznaczeń obarczone są błędem

systematycznym dodatnim około 1%. Wyliczony stosunek argonu radiogenicznego dla potasu, wynoszący $23,008 \cdot 10^{-7}$, odpowiada wiekowi $299 \cdot 10^6$ lat. Wiek ten jest nieco niższy od średniej arytmetycznej = $301,8 \cdot 10^6$ lat.

Niewielki rozrzut wyników oznaczeń, którego miarą jest odchylenie standardowe = $4,04 \cdot 10^6$ lat oraz wysoki współczynnik korelacji między argonem radiogenicznym i potasem ($R = 0,993$) wskazują, że granitoidy karkonoskie niezależnie od różnic w wykształceniu i chemizmie są jednorodne pod względem wiekowym.

Tabela 2

Wiek potasowo-argonowy badanych próbek aplitów

Lp.	Nr próbki	Typ skały	Zaw. K w %	Zaw. Ar 10^{-9} g/g	Wiek 10^6 lat
1	830	aplit	7,25	165,5	297
2	1525	aplit	6,26	152,6	294
3	3199	aplit	6,15	144,1	304
średnia					298,3

$$\lambda_k = 0,584 \cdot 10^{-10} \cdot \text{rok}^{-1};$$

$$\lambda_\beta = 4,72 \cdot 10^{-10} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Wartości wieku bezwzględnego próbek aplitów karkonoskich (tab. 2) mieszczą się w granicach rozrzutu analitycznego próbek granitów (od 294 do $304 \cdot 10^6$ lat). Mała ilość oznaczeń nie pozwoliła na wyliczenie wieku izochronowego. Ponieważ jednak oznaczenia aplitów były wykonywane w tym samym czasie i w tych samych warunkach co granity, można przyjąć, że są one obciążone podobnym błędem systematycznym dodatnim rzędu 1%. Należy więc średnią arytmetyczną wieku aplitów $298 \cdot 10^6$ lat obniżyć do $295 \cdot 10^6$ lat.

Uzyskany niższy wiek aplitów ($295 \cdot 10^6$ lat) nie upoważnia (ze względu na niewystarczającą ilość oznaczeń) do wyciągnięcia odpowiednich wniosków o przedziale czasowym między utworzeniem się granitów i aplitów. Można jedynie stwierdzić, że wiek aplitów jest bardzo zbliżony do wieku granitów, wśród których występują. Jest to zgodne z przyjętymi poglądami na stosunki wiekowe granitów i związanych z nimi genetycznie aplitów.

Wiek $299 \cdot 10^6$ lat dla granitów i $295 \cdot 10^6$ lat dla aplitów według skali wieku bezwzględnego odpowiada g ó r n e m u w e s t f a l o w i i wiąże się z fazą asturyjską orogenezy waryscyjskiej.

Otrzymane wyniki nie potwierdziły liczbowo sugerowanej na podstawie badań petrograficznych (M. Borowska, 1966) i geochemicznych (J. Lis, 1970) dwufazowości w formowaniu się granitoidów masywu. Nie jest jednak wykluczone, że przedział czasowy między fazami mieści się w granicach dokładności stosowanej metody badań geochronologicznych.

PIŚMIENNICTWO

- BORKOWSKA M. (1966) — Petrografia granitu Karkonoszy. *Geologia Sudetica*, 2, p. 7—119. Warszawa.
- BORUCKI J. (1966) — Wstępne wyniki datowań bezwzględnych (K—Ar) granitoidów dolnośląskich. *Kwart. geol.*, 10, p. 1—19, nr 1. Warszawa.
- DEPCIUCH T. (1971) — Oznaczenie wieku bezwzględnego za pomocą wolumetrycznej odmiany K—Ar stosowanej w Instytucie Geologicznym. *Kwart. geol.*, 15, p. 483—493, nr 3. Warszawa.
- DEPCIUCH T., LIS J. (1971) — Izochronowa kontrola i interpretacja wyników oznaczeń wieku bezwzględnego K—Ar. *Kwart. geol.*, 15, p. 497—502, nr 3. Warszawa.
- JĘCZALIŃSKI A., LIS J. (1967) — Badanie i ocena precyzji i dokładności metod nadchloranowej i czterofenyloboranowej do oznaczania potasu w skałach i minerałach krzemianowych. *Chemia analityczna*, 12, p. 1251—1260. Warszawa.
- LIS J. (1970) — Geochemia niektórych pierwiastków chemicznych w granitoidowym masywie Karkonoszy. *Biul. Inst. Geol.*, 224. Z badań petrograficzno-mineralogicznych i geochemicznych w Polsce, 4, p. 9—101. Warszawa.
- PRZEWŁOCKI K., MAGDA W., THOMAS H. H. i in. (1962) — Age of some granitic rocks in Poland. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 26, p. 1069—1075. London — New York.
- ŠMEJKAL V. (1960) — Absolutní stáři některých granitoidů a metamorfitů Českého masívu stanovené kalium-argonovou metodou. *Věst. ÚÚG*, 35, cz. 5. p. 411—449. Praha.
- ŠMEJKAL V. (1964) — Absolutní stáři některých vyvřelých a metamorfovaných hornin Českého masívu stanovené kalium-argonovou metodou (III část). *Rada G.*, 4, p. 121—134. Praha.

Тадеуш ДЕПЦУХ, Юзеф ЛИС

АБСОЛЮТНЫЙ ВОЗРАСТ К—Ar ГРАНИТОИДОВ МАССИВА КАРКОНОШЕЙ

Резюме

Методом К—Ar произведено определение абсолютного возраста 13 образцов различных петрографических типов гранитов и 3 образцов аплитов из гранитоидного массива Карконошей (Нижняя Силезия).

Результаты определений местятся в границах от $294 \cdot 10^6$ лет до $307 \cdot 10^6$ лет для гранитов и от $294 \cdot 10^6$ лет до $304 \cdot 10^6$ лет для аплитов. При помощи изохронного метода интерпретации возраста было определено, что результаты обременены систематической положительной ошибкой равной 1%.

Изохронный возраст гранитов $299 \cdot 10^6$ лет и аплитов $295 \cdot 10^6$ лет по масштабу абсолютного возраста соответствует верхнему вестфалу и связан с астурийской фазой варисийского орогенеза.

Tadeusz DEPCUCH, Józef LIS

K-Ar ABSOLUTE AGE OF THE KARKONOSZE MASSIF GRANITOIDS

Summary

K-Ar absolute age determinations were carried out on 13 samples of various petrographic types of granites and 3 aplite samples from the granitoid Karkonosze massif (Lower Silesia). The results fall within the range of $294 \cdot 10^6$ to $307 \cdot 10^6$ years for the granites and of $294 \cdot 10^6$ to $304 \cdot 10^6$ years for the aplites. The positive systematic error as found by isochron method is 1 per cent. According to the time scale the isochron age of the granites — $299 \cdot 10^6$, and of the aplites $295 \cdot 10^6$ years corresponds to the Upper Westphalian and it is related to the Asturian phase of the Variscan orogeny.