

Katarzyna JARMOŁOWICZ-SZULC

Geochronologia intruzji waryscyjskich*

Dokonano przeglądu oznaczeń izotopowych intruzji waryscyjskich na obszarze Sudetów (w obrębie granic Polski) na tle datowań Masywu Czeskiego, a następnie plutonów Europy Zachodniej. Waryscyjskie granitoidy można podzielić na synorogeniczne i późno- lub postorogeniczne.

WSTĘP

Datowania izotopowe przeżywają na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat olbrzymi rozkwit, związany z opracowaniem szeregu nowych metod oznaczeń, rozwojem aparatury oraz ogólnym postępem wiedzy w dziedzinie matematyki, fizyki, chemii itd. Wśród dostępnych w literaturze danych radiometrycznych wiele dotyczy masywów waryscyjskich Europy, dużo też jest oznaczeń z terenu Polski. Nie sposób jest przedstawić ich wszystkich w formie krótkiego opracowania, toteż niniejszy artykuł nie ma być katalogiem danych radiometrycznych, lecz jest krótkim, kompleksowym omówieniem wyników datowań masywów waryscyjskich Europy w ostatnim ćwierćwieczu, z położeniem nacisku na oznaczenia z obszaru Polski.

UWAGI O WIEKU IZOTOPOWYM

Wszelkie rozważania geochronologiczne bazują na wartościach liczbowych, podawanych w latach i błędnie określanych w literaturze mianem wieku bezwzględnego. Termin ten jest od lat używany w wielu publikacjach i mimo głosów sprzeciwu (np. V. Zoubek, 1976; J. Burchart, 1986) nie został zaniechany w mowie potocznej, choć trudno o bardziej mylące i niefortunne określenie. W rzeczywis-

* Referat wygłoszony w listopadzie 1986 r. na sesji zorganizowanej we Wrocławiu przez Komisję Tektoniki KNG PAN. poświęconej historii ruchów tektonicznych na ziemiach polskich w cyklu kaledońsko-waryscyjskim.

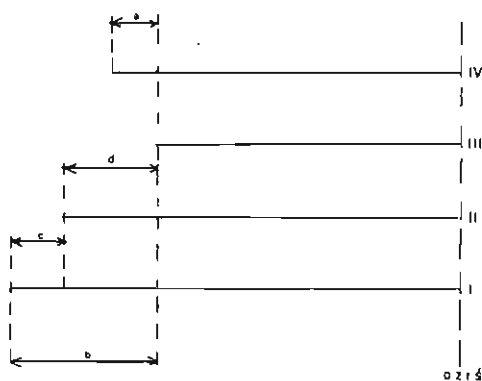


Fig. 1. Wiek pozorny układu radioaktywnego a wiek zjawiska geologicznego (wg G. Wagnera, 1972)

Apparent age of radioactive system and age of geological event (after G. Wagner, 1972)

a - d - wartości omówione w tekście; I - wiek zmierzony; II - wiek pozorny układu radioaktywnego; III - wiek zamknięcia systemu; IV - wiek zjawiska geologicznego

a - b - values discussed in paper; I - measured age; II - apparent age of radioactive system; III - closure age of system; IV - age of geological event

tości bowiem wiek uzyskany metodami radiometrycznymi, a będący wynikiem przeliczeń matematycznych zmierzonej empirycznie wielkości np. zawartości radiogenicznego nuklidu czy stosunków izotopowych, nie ma w sobie nic „absolutnego”. Są to dane typowo „względne”, które mogą być rozumiane tylko w odniesieniu do różnych procesów geologicznych (podgrzanie, przesunięcia tektoniczne, metamorfoza itp.), jak też w stosunku do prawidłowości dyfuzji, migracji i rozkładu produktów rozpadu radioaktywnego na poszczególne komponenty mineralne. Należałoby ostatecznie zaniechać mylącego określenia i zastosować termin, np. wiek izotopowy, wiek radiometryczny czy też wiek metodą K - Ar, Rb - Sr itp., w zależności od zastosowanej techniki badawczej.

Następną uwagą ogólną - na marginesie omawiania wyników pomiarów radiometrycznych - jest istota datowania. Po przekształceniach matematycznych wartości laboratoryjne dają wynik w latach, będący w granicach niepewności analitycznej (fig. 1a) wiekiem pozornym układu izotopowego, czyli swoistego zegara geologicznego. Dokładność geologiczna daje przedział, w obrębie którego (fig. 1b, c, d) wiek pozorny odpowiada wiekowi zjawiska geologicznego. Wiek pozorny zegara może być różny od wieku prawdziwego na skutek różnego typu zakłóceń systemu radioaktywnego (fig. 1d). Jeżeli w historii datowanego minerału zakłóceń nie było, to zegar izotopowy datuje czas, w którym nuklid radiogeniczny gromadził się w kryształach, przy czym okres między zjawiskiem geologicznym a początkiem akumulacji (fig. 1c) zależy od cech charakterystycznych danego minerału w odniesieniu do danego nuklidu oraz - w przypadku intruzji - tempa stygnięcia. I tak przykładowo muskowit i biotyt, pochodzące z tej samej skały, mają różną tzw. temperaturę efektywnego zamknięcia¹, a tym samym wykazują odpowiednio zróżnicowany wiek pozorny. W tym aspekcie istotna jest więc też dla dalszej interpretacji geologicznej znajomość nie tylko metody datowania, ale także jakości datowanego materiału (minerał, cała skała, nawet frakcja).

Niezmierznie istotnym zagadnieniem przy rozważaniach geochronologicznych jest też kwestia stałych rozpadu promieniotwórczego. Wartości podane w literaturze dla poszczególnych procesów rozpadu, a tym samym i wyniki przeliczeń pomiarów laboratoryjnych, wykazały w ostatnich latach pewną zmienność (tab. 1 - przykładowo dla metody K - Ar) i stosowanie różnych wartości uniemożliwiało porównywanie rezultatów oznaczeń, wykonanych w różnych laboratoriach. Do-

¹ Temperatura efektywnego zamknięcia (M.H. Dodson, 1973) jest to temperatura układu w czasie reprezentowanym przez wiek pozorny.

Tabela 1

Stałe rozpadu promieniotwórczego dla metody K-Ar

λ_K	λ_g	Źródło
$5,57 \cdot 10^{-11}/a$	$4,7 \cdot 10^{-10}/a$	G.B. Dalrymple (1979)
$5,84 \cdot 10^{-11}/a$	$4,72 \cdot 10^{-10}/a$	P. Bussiére i in. (1968)
$5,81 \cdot 10^{-11}/a$	$4,962 \cdot 10^{-10}/a$	R.H. Steiger, E. Jäger (1977)

piero w 1976 r. zostały wprowadzone przez Podkomisję d.s. Geochronologii IUGS ujednoczone wartości (tab. 2). Wypływa stąd konieczność dokonania przeliczeń starszych wyników z zastosowaniem nowych stałych, a tym samym (niekiedy) pewna weryfikacja interpretacji geologicznej.

Kolejną i bynajmniej nie najbardziej błahą kwestią jest niepewność matematyczna podawanych w literaturze oznaczeń, potocznie określana jako błąd wyniku. Sprawę tę traktuje się często zbyt marginesowo. Dotyczy to wielu geologów polskich, którzy wyniki izotopowe uważają za wartości absolutnie „pewne i bezbłędne”, nie zwracając uwagi na dopisek typu – błąd oznaczenia $\pm 5\%$, co w przypadku wieków waryscyjskich odpowiada już 15 mln lat. W rzeczywistości więc uzyskiwany wiek izotopowy to pewien przedział wartości, a nie jedna konkretna liczba.

OZNACZENIA GEOCHRONOLOGICZNE INTRUZJI WARYSCYJSKIEJ

Reperem geochronologicznym dla określania cykli magmowo-diastraficznych jest datowanie waryscyjskiego magmatyzmu oparte na granitoidach z racji małej przydatności waryscyjskich wulkanitów do oznaczeń radiometrycznych (J. Lis, H. Sylwestrzak, 1978).

Tabela 2

Stałe rozpadu promieniotwórczego zalecane przez Podkomisję d.s. Geochronologii IUGS według R.H. Steigera, E. Jäger (1977)

Pierwiastek	Stałe	Stosunki izotopowe (zawartość izotopowa)
Uran	$\lambda(^{238}\text{U}) = 1,55125 \cdot 10^{-10}/a$ $\lambda(^{235}\text{U}) = 9,8485 \cdot 10^{-10}/a$	– –
Rubid	$\lambda(^{87}\text{Rb}) = 1,42 \cdot 10^{-11}/a$	$^{85}\text{Rb}/^{87}\text{Rb} = 2,592$
Stront	– –	$^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0,1194$ $^{84}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,056584$
Argon	–	$^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar} = 295,5$
Potas	$\lambda(^{40}\text{K}_g) = 4,962 \cdot 10^{-10}/a$ $\lambda(^{40}\text{K}_g) + \lambda(^{40}\text{K}_e) = 0,581 \cdot 10^{-10}/a$	$^{39}\text{K} = 93,2581$ atom % $^{40}\text{K} = 0,01167$ atom % $^{41}\text{K} = 6,7302$ atom %

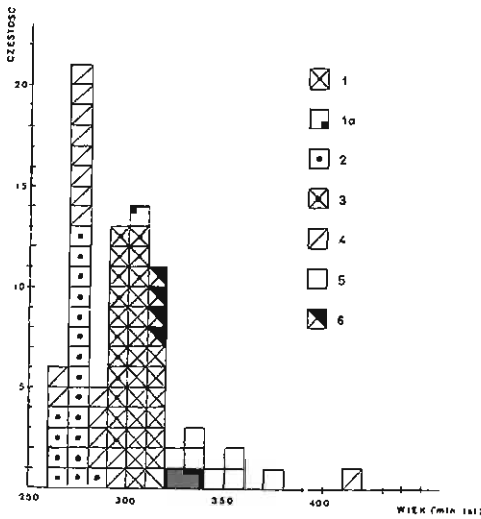


Fig. 2. Zestawienie wyników datowań metodą K-Ar na obszarze polskiej części Sudetów

Compilation of dating results by K-Ar method in the area of Polish part of the Sudetes

1 - Karkonosze (T. Depciuch, J. Lis, 1971) - granit i aplit (granite and aplite); 1a - Karkonosze (K. Przewłocki i in., 1962) - granit (granite); 2 - Strzegom (T. Depciuch, 1971); 3 - Kłodzko-Złoty Stok (T. Depciuch, 1972); 4 - Strzelin (T. Depciuch, J. Lis, 1972); 5 - Kudowa (J. Lis, H. Sylwestrzak, 1978); 6 - Żulowa (T. Depciuch, J. Lis, 1972)

Tabela 3

Wyniki datowań K-Ar dla skał polskiej części Sudetów według T. Depciucha (1971), T. Depciucha, J. Lisa (1971, 1972), J. Lisa, H. Sylwestrzaka (1978)

Wartości (mln lat)		Przedział wieku	Lokalizacja
pierwotne*	przeliczone**		
299 302	305 308	(294-307)* 300-313**	Karkonosze granit aplit
295	301	(294-304) 300-310	
266	271	-	Strzegom
279	284	(278-288) 283-294	Strzelin
		(257-268) 263-274	(Gęsiniec)
306	312	(301-314) 307-320	Żulowa
298 295	304 301	(291-303) 297-309	Kłodzko-Złoty Stok

*Wartości pierwotne umieszczone w nawiasach podawane z dokładnością $\pm 5\%$; ** - wartości przeliczone z użyciem stałej $\lambda_K = 0,581 \cdot 10^{-10}/a$.

Tabela 4

Przegląd wyników datowań izotopowych dla skał polskiej części Sudetów

Wiek (mln lat)	Metoda	Lokalizacja	Źródło	Uwagi
282 304	Rb – Sr K – Ar	Karkonosze Karkonosze	K. Przewłocki i in. (1962)	–
289 ± 31 299 ± 27		Bielice Karkonosze (Borowa)		biotyt – amfibol
300 ± 12 301 ± 43	K – Ar	Kudowa Kłodzko – – Złoty Stok	J. Borucki (1966)	amfibol
227 – 318 215 – 358		Strzegom Strzelin		
306 ± 4 294 ± 2	Rb – Sr	Strzegom Strzelin	J. Zinkiewicz (1973)	stała 1,39 · 10 ⁻¹¹ /a
310 – 320	Rb – Sr	Karkonosze	M. Borkowska i in. (1980)	
287 – 330 (± 7%) 289 ± 59 326 ± 32 332 ± 28	FT	Bielice Karkonosze N ostona granitu	K. Jarmołowicz (1978), K. Jarmołowicz – Szulc (1984)	apatyt tytanit tytanit cyrkon

Z punktu widzenia geochronologii intruzji waryscyjskich w Polsce trzeba się skupić przede wszystkim na obszarze Sudetów i ich przedpola aż po północno-wschodnie obrzeżenie GZW. Przeważają tu datowania metodą K – Ar, sporadyczne są Rb – Sr, a zaledwie kilka jest oznaczeń trakowych. Tabela 3 przedstawia wyniki datowań K – Ar w polskiej części Sudetów, podane zarówno w formie oryginalnej (T. Depciuch, 1971; T. Depciuch, J. Lis, 1971; J. Lis, H. Sylwestrzak, 1978), jak i po przeliczeniu z użyciem stałej $\lambda = 0,581 \cdot 10^{-10}/a$ według międzynarodowych zaleceń.

Jak widać z tab. 3, dane radiometryczne dla masywu Karkonoszy odpowiadają wartości ok. 300 mln lat (w granicach niepewności matematycznej ± 5%, co zostało potwierdzone przez datowanie uraninitu z wrostków w biotycie (H. Sylwestrzak, inf. ustna). Wartości wieku radiometrycznego dla granitu strzegomskiego odpowiada 271 mln lat, dla rejonu Strzelina – 284 mln lat (metodą izochronową), Gęsiniec – ok. 270 mln lat i Żulowej – powyżej 300 (307 – 320) mln lat. Datowania dla masywu kłodzko-złotostockiego i strefy Niemczy mają wartości bliskie wartościom dla Karkonoszy. Zestawienie cytowanych wartości na histogramie (fig. 2) wykazuje istnienie dwóch lub nawet i trzech maksimum odpowiadających wartościom ok. 280, 310 i ewentualnie 330 mln lat.

Wyniki datowań innymi metodami (Rb – Sr, trakowa) przedstawiono w tab. 4. Zamieszczone są tu wartości od najwcześniejszych rubidowo-strontowych (K. Przewłocki i in., 1962), poprzez oznaczenia dla masywów Strzegomia i Strzelina (J. Zinkiewicz, 1973) i pośrednie dla granitoidów Karkonoszy (M. Borkowska

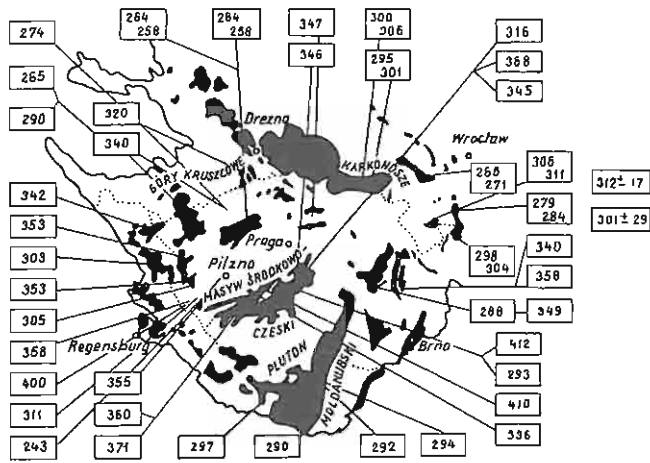


Fig. 3. Datowania K – Ar waryscyjskich plutonów granitoidowych Masywu Czeskiego (wg J.H. Bernarda, J. Kłominsky'ego, 1975, uzupełnione)

K – Ar dating of the Variscan granitoid plutons of the Bohemian Massif (after J.H. Bernard, J. Kłominsky, 1975, modified)

Tabela 5

Dane izotopowe K – Ar dla Masywu Czeskiego według J.H. Bernarda, J. Kłominsky'ego (1975)

Strefa	Skala	Wiek (mln lat)	δ	C	N
Centralna	tonality, granodioryty	363	25,6	7,1	32
	dajka (pluton środkowoczeski)	348	35,9	10,3	8
	granity	308	30,5	9,9	43
Marginalna	porfiry	286	13,7	5,0	13
	granity (normalne)	308	52,3	17,0	23
	granity (autometamorficzne)	265	5,7	2,2	7

δ – odchylenie standardowe, C – współczynnik wariancji, N – liczba próbek

i in., 1980), aż po kilka wyników traktowych dotyczących m.in. granitu karkonoskiego lub sąsiadującej z nim osłony metamorficznej (K. Jarmołowicz, 1978; K. Jarmołowicz-Szulc, 1984). Zaprezentowane wyniki są w zasadzie zgodne z wynikami uzyskanymi metodą K – Ar, toteż przedstawiona powyżej interpretacja obejmuje i te oznaczenia.

Sudety są obszarem peryferyjnym dużej jednostki tektonicznej, jaką stanowi Masyw Czeski i jako takie należy je rozpatrywać (fig. 3). Obszar ten datowany był izotopowo wielokrotnie, przy czym niekiedy liczba oznaczeń dla małych ciał granitoidowych przekraczała liczbę danych dotyczących dużo większych kompleksów skalnych. Z rozkładu dat K – Ar dla Masywu Czeskiego z rozróżnieniem strefy centralnej i marginalnej oraz wyszczególnieniem rodzajów skał (tab. 5) wynika, że granodioryty są wyraźnie starsze w strefie centralnej (ok. 340 mln lat), a granity tej strefy odpowiadają wiekowo skałom rejonu brzeżnego. Wniosek ten nasuwa

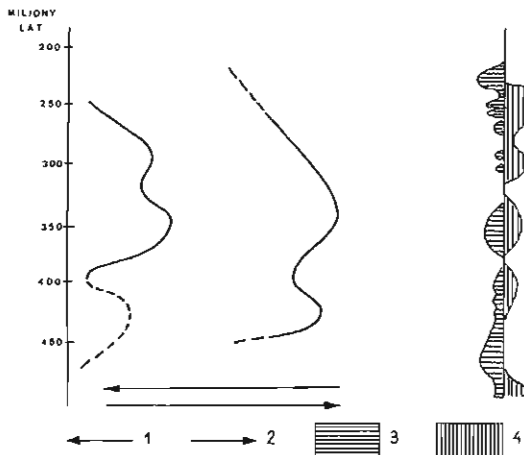


Fig. 4. Aktywność plutoniczna, metamorficzna i wulkaniczna w obrębie Masywu Czeskiego (wg O. Kumperey, M. Šuka, 1985)

Plutonic, metamorphic and volcanic activity within the Bohemian Massif (after O. Kumperey, M. Šuk, 1985)

1 – aktywność plutoniczna: 2 – aktywność metamorficzna: 3 – wulkanity zasadowe: 4 – wulkanity kwaśne
1 – plutonic activity: 2 – metamorphic activity: 3 – basic volcanites: 4 – acid volcanites

Tabela 6

Średnia ważona wieku izotopowego Masywu Czeskiego według J.H. Bernarda, J. Kłominsky'ego (1975)

Strefa	Skala	Wiek (mln lat)	δ	C	N_p
Centralna	tonality				
	granodioryty	361 ± 6	15,9	4,4	127
	granity	297 ± 4	11,7	3,9	471
Marginalna	granity (normalne)	296 ± 12	28,6	9,7	96
	granity (autometamorficzne)	265	1,7	0,7	27

δ – odchylenie standardowe, C – współczynnik wariancji, N_p – suma czynników powierzchniowych; wiek podano jako średnia ważona przez czynnik powierzchniowy

się z rozpatrzenia danych radiometrycznych pogrupowanych w prosty z matematycznego punktu widzenia sposób (średnia arytmetyczna, jej odchylenie standardowe i wariancja – tab. 5), jak i przy zastosowaniu średniej ważonej dla poszczególnych wartości, gdzie wagą jest powierzchnia datowanego masywu (tab. 6). Trzeba tu dodać, że cytowane wartości ulegną pewnej zmianie na skutek zastosowania nowszych stałych rozpadu promieniotwórczego; przesunięcia liczbowe mieszczą się jednakże w granicach podawanego w tabelach błędu. Dla porównania na fig. 3 dla Zinnwaldu zaprezentowano dwojaki rodzaj wartości.

Masyw Czeski w swej wieloetapowości magmatyzmu (fig. 4) nie jest w Europie odosobniony i należy do grupy masywów kaledońsko-waryscyjskich rozprzestrzeniających się od Galicji poprzez Masyw Centralny i Armorykański, Schwarzwald,

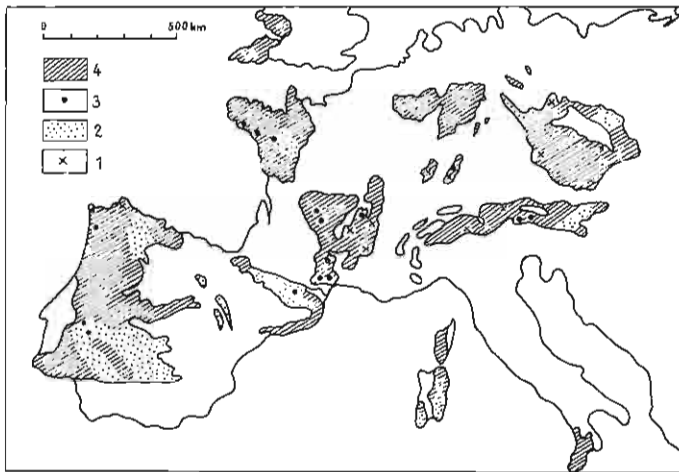


Fig. 5. Waryscydy Europy na tle kaledonidów (wg U.F. Dornsiepena, 1979)

European Variscides on the Caledonian basement (after U.F. Dornsiepen, 1979)

1 – metamorfizm kaledoński; 2 – skały nietknięte przez metamorfizm kaledoński; 3 – granity; 4 – skały hercyńskie
 1 – Caledonian metamorphism; 2 – rocks unaffected by Caledonian metamorphism; 3 – granites; 4 – Hercynian rocks

Wogezy i Harz (fig. 5). Jak widać na schematycznej mapie waryscydy Europy na tle kaledonitów, najintensywniejszy waryscyjski magmatyzm i działalność metamorficzna zachodziły zgodnie z oznaczeniami Rb–Sr w rejonach o bogatej historii prewaryscyjskiej. Radiometryczne dane rubidowo-strontowe dla Masywu Czeskiego na tle plutonów Europy Zachodniej przedstawiono w tab. 7. Jak widać z tego zestawienia, podobne wiekowo do Masywu Czeskiego są części Masywu Cenralnego, Schwarzwald, południowa część Masywu Armorykańskiego, wreszcie granity Galicji na Półwyspie Pirenejskim.

WNIOSKI

Waryscyjskie granitoidy Europy można podzielić na podstawie zestawień geochronologicznych na granity synorogeniczne (320–370 mln lat według jednych autorów (O. Kumpera, M. Šuk, 1985) lub 340–360 mln lat według innych (np. V. Skvor, J. Zeman, 1969; J.H. Bernard, J. Klominsky, 1975) i późno- lub postorogenicznie (250–310 mln lat) lub analogicznie (290–300 mln lat). Prawdopodobne maksima metamorfizmu niskiego stopnia występowały ok. 330 ± 15 i 300–310 mln lat temu.

W jądrze Masywu Czeskiego metamorfity i lokalnie granitoidy zostały wyniesione odpowiednio w górnym wizenie i górnym karbonie (O. Kumpera, M. Šuk, 1985). Na obszarze śląsko-morawskim aktywność magmowa i metamorficzna nie osiągnęła szczytu aż do wizenu, lecz trwała do fazy asturyjskiej. Z dolnym permem zaś związana jest najmłodsza faza magmatyzmu granitoidowego lub przemian deuterycznych starszych masywów.

Granitoidy polskiej części Sudetów należą w przeważającej liczbie do drugiej grupy wiekowej waryscydy Europy. Pewne zróżnicowanie wyników datowań

Tabela 7

Masyw Czeski na tle plutonów Europy Zachodniej – oznaczenia Rb–Sr według U.F. Dornsiepena (1979)

Regiony	Wiek (mln lat)	$^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}_{\text{inicialny}}$	Lokalizacja
Masyw Czeski	389 ± 14	0,7048	pluton środkowoczeski Fichten- gebirge } Weissenstadt Markleuthen Leuchtenberg Flassenburg
	330 ± 20	0,7082	
	307 ± 8	0,7148	
	305 ± 4	0,7169	
	302 ± 6	0,694	
	331 ± 17	0,7074	
	299 ± 11	0,7177	
Harz	298 ± 9	0,7122	Brockengranite
Kornwalia	305 ± 13	0,7067	St. Austell
Wogezy	353 ± 4	0,7123	Crêtes Tièfosse, Bramont, Ventron Valtin Brezouard granitognejsy
	353 _{izochronn}	0,7086 – 0,7139	
	301 ± 15	0,7168	
	318 ± 2	0,7153	
	397 ± 23	0,7095	
Schwarzwald	310 ± 2	0,7159	niektóre granity części północnej kompleksu } część południowa
	312 ± 10	0,722	
	286 ± 19	0,7215	
	332 ± 6	0,7113	
	366 ± 15	0,7128	
	342 ± 15	0,7120	
	332 ± 15	0,7120	
	336 ± 10	0,7115	
	328 ± 10	0,7121	
Masyw Armorykański	317 ± 10	0,7090	Mortagne
Masyw Centralny, część centralna i pół- nocna	354 ± 7	0,7180	Gien sur Cure Thiers Cerilly Chataigneraie Troncais
	344 ± 18	0,7132	
	302 ± 12	0,7088	
	334 ± 16	0,7105	
	323 ± 13	0,7072	
	367 ± 9	0,7075	
Masyw Iberyjski, Pireneje	320 ± 6	0,7092	Galicia – granit Pireneje – granit
	335 ± 15	0,7135	

dla poszczególnych ciał intruzywnych, a nawet ich partii, wymagałoby natomiast szczegółowszego regionalnego przesiedzenia w węższym jednakże ujęciu aniżeli ramy niniejszego artykułu.

Zakład Petrografii i Mineralogii
Państwowego Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 29 kwietnia 1987 r.

PIŚMIENICTWO

- BORKOWSKA M., HAMEURT J., VIDAL P. (1980) – Origin and age of Izera gneisses and Rumburk granites in the Western Sudetes. *Acta Geol. Pol.*, **30**, p. 121–146, nr 2.
- BORUCKI J. (1966) – Wstępne wyniki datowań bezwzględnych K–Ar granitoidów dolnośląskich. *Kwart. Geol.*, **10**, p. 1–19, nr 1.
- BERNARD J.H., KLOMINSKY J. (1975) – Geochronology of the Variscan plutonism and mineralization in the Bohemian Massif. *Vest. Ustr. Geol. Ust.*, **50**, p. 71–81.
- BURCHART J. (1986) – „Oznaczenie wieku bezwzględnego”: trzy słowa – trzy nieprawdy. *Prz. Geol.*, **34**, p. 238–240, nr 5.
- BUSSIÈRE P., CANTAGREL J., GAMOT E., PHILIBERT J., ROQUES M., TAUPINARD J., VACHETTE Y. (1968) – Technique de la détermination des ages absolus par la méthode a l'argon. *Travaux du Departement de Geologie et Mineralogie de la Faculte de Sciences de Clermont*, 19.
- DALRYMPLE G.B. (1979) – Critical tables for conversion of K–Ar ages from old to new constants. *Geology*, **7**, p. 558–560.
- DEPCIUCH T. (1971) – Wiek bezwzględny granitoidów strzegomskich określony metodą K–Ar. *Kwart. Geol.*, **15**, p. 862–869, nr 4.
- DEPCIUCH T. (1972) – Wiek bezwzględny (K–Ar) granitoidów kłodzko-złotostockich i strefy Niemczy. *Kwart. Geol.*, **16**, p. 103–112, nr 1.
- DEPCIUCH T., LIS J. (1971) – Wiek bezwzględny K–Ar granitoidów masywu Karkonoszy. *Kwart. Geol.*, **15**, p. 855–861, nr 4.
- DEPCIUCH T., LIS J. (1972) – Wiek bezwzględny (K–Ar) granitoidów strzebińskich. *Kwart. Geol.*, **16**, p. 95–102, nr 1.
- DODSON M.H. (1973) – The closure temperature in cooling geochronological and petrological systems. *Contr. Min. Petrol.*, **40**.
- DORNSIEPEN U.F. (1979) – Rb/Sr whole rock ages within the European Hercynian. A review. *Krystalinikum*, **14**, p. 33–49.
- JARMOŁOWICZ K. (1978) – Fission track dating on apatite and sphene from the granitoids of Bielice vicinity (Sudetes). *Bull. Acad. Pol. Sc. Sér. Sc. Terre*, **26**, p. 1–4, nr 1.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. (1984) – Geochronologiczne studium części północnej osłony granitu Karkonoszy za pomocą metod trakowych. *Arch. Miner.*, **39**, p. 139–183, z. 2.
- KUMPERA O., ŠUK M. (1985) – Some problems of development and structure of the Bohemian Massif. *Krystalinikum*, **18**, p. 53–74.
- LIS J., SYLWESTRZAK H. (1978) – Wiek izotopowy K/Ar granitoidów Kudowy. *Kwart. Geol.*, **22**, p. 489–496, nr 3.
- PRZEWOŁOCKI K., MAGDA W., THOMAS H. (1962) – Age of some granitic rocks in Poland. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **26**, p. 1069–1075.
- SKVOR V., ZEMAN J. (1969) – The Variscides of the Bohemian Massif. *Tectonophysics*, **8**, p. 145–156, nr 2.
- STEIGER R.H., JÄGER E. (1977) – Subcommission on Geochronology: Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. *EPSL*, **36**, p. 359–362.
- WAGNER G. (1972) – Precision and accuracy of fission track ages. *Fortschr. Miner.*, **50**, p. 141, nr 3.

- ZINKIEWICZ J. (1973) — Absolute age determination of granites from the Strzegom—Sobótka and Strzelin—Żulowa Massifs by the Rb—Sr method. *Folia Soc. Sc. Lublinensis*, 16, Mat.-Phys.-Chem., 2, p. 59—62.
- ZOUBEK V. (1976) — Zwei Diskussionsbeiträge. A. Geochronologie. B. Das moldanubische Problem. *Nova Acta Leopoldina*, 224, Bd 45. Franz—Kossmat—Symposion.

Катажина ЯРМОЛОВИЧ-ШУЛЬЦ

ГЕОХРОНОЛОГИЯ ГЕРЦИНСКИХ ИНТРУЗИЙ

Резюме

Из-за того, что последнее 25 лет принесло различные радиометрические означения варисцидов Европы, это кажется невозможным все эти данные представить в форме короткой статьи. Целью этой работы является, затем, представление большинства польских дат на фоне Чехского массива и их дальшие импликации к Западной Европе.

Перед тщательной интерпретацией данных возраста надо ответить на некоторые вопросы, а именно: 1 — какое значение имеют данные полученные в лаборатории; 2 — что мы истинно датируем; 3 — с какой ошибкой мы получаем информацию о возрасте минерала или породы. Коротко — лабораторные данные представляют не возраст, но помер, который после математической обработки даёт видимый возраст радиоактивной системы. Полученный возраст не является „абсолютным“ — он представляет собой величину совсем релятивную, которую можно правильно понимать только в отношении к геологическим и геохимическим процессам.

Геохронологические данные варисцидов представлены в работе начиная с гранитоидов польской части Судетов, которые были датированы K—Ar методом (таб. 3, фиг. 2) и — в нескольких только случаях — Rb—Sr и трековым методом (таб. 4). Два или три максима возраста можно заметить, а именно: 280, 310 и 330 млн. лет.

Судеты являются маргинальной частью Чехского массива. Данные по K—Ar методу цитируются затем в таб. 5 и 6 для целого массива. (Гранитоиды центральной части имеют самый древний возраст — около 340 млн. лет — когда граниты маргинальной и центральной зон, кажется, — ноложе — около 300 млн. лет).

В свою очередь, Чехский массив не является отдельным в Европе если речь идёт о герцинской активности и метаморфизме (фиг. 4). Он принадлежит различным плутонам, которые располагаются с Иберийского полуострова в Среднюю Европу. Фиг. 5 показывает варисциды Европы на фоне каледонидов, а таб. 7 — помещает некоторые радиометрические даты (Rb—Sr) Чехского массива и других массивов из Западной Европы.

По геохронологическим данным можно сказать, что герцинские гранитоиды можно разделить на: сынорогенические (320—370 или 340—360 млн. лет по разным авторам) и поздно- или посторогенические (250—320 или 290—300 млн. лет).

Максима метаморфизма низкой степени выступали вероятно около 330 ± 15 и 300—310 млн. лет тому назад.

Польские гранитоиды принадлежат второй группе, показывая однако некоторые региональные вариации, не дискутированные в этой работе.

Перевод автора

Katarzyna JARMOŁOWICZ-SZULC

GEOCHRONOLOGY OF THE VARISCAN INTRUSIONS

S u m m a r y

Since the last 25 years have brought numerous radiometric determinations of the European Variscides it seems to be impossible to present all of them in form of a short paper. The aim of the paper is, therefore, to show the majority of the Polish data on the phone of the Bohemian Massif ones with further implications to the Western Europe.

Several items should be discussed before an interpretation of the age data, namely: – what is the value obtained in the laboratory, – what do we date exactly, and – with which reproducibility do we get an age information for mineral or rock.

In short – experimental results represent not an age but radiometric measurements which are further calculated into the apparent age values of the radioactive system. The age itself is not "absolute" – it is a completely relative value which might be properly understood only in relation to geological and geochemical processes.

Geochronological data of the Variscides are presented starting from the granitoids of the Polish part of the Sudetes. These rocks have been dated with K–Ar method (Tab. 3, Fig. 2) and in a few cases only – by Rb–Sr and FT ones (Tab. 4). Two or three distinct maxima of age might be observed corresponding to the values of: 280, 310 and 330 my.

The Sudetes represent a marginal part of the Bohemian Massif. The K–Ar data are, therefore, quoted for the whole complex (Tabs. 5, 6). The granitoids of the central part of the Massif show the oldest age (about 340 my) whereas granites of both central and marginal zones seem to be younger (about 300 my).

The Bohemian Massif in its turn is in Europe not separated as it concerns its Variscan activity and metamorphism (Fig. 4). It belongs to the numeral plutons which extend from the Iberian Peninsula to the Middle Europe. Fig. 5 shows the European Variscides on the ground of the Caledonides as well as Tab. 7 presents some radiometric Rb–Sr data of the Bohemian Massif and other complexes of Western Europe.

Basing on the geochronological data it might be concluded that Variscan granitoids might be divided into synorogenic (320–370 my or 340–360 my according to the different authors) and late – or post-orogenic ones (250–310 my or 290–300 my, respectively). The low grade metamorphic maxima occurred possibly about 330 ± 15 and 300–310 my ago. Polish granitoids belong to the second group showing, however, some regional variation not discussed in paper.

Translated by the Author