

Tadeusz DEPCIUCH

Wiek bezwzględny granitoidów strzegomskich określony metodą K-Ar

WSTĘP

Badania wieku bezwzględnego granitoidów strzegomskich zostały wykonane w Zakładzie Złóż Pierwiastków Rzadkich i Promieniotwórczych IG w ramach badań wieku bezwzględnego granitoidów dolnośląskich. Dotychczasowe datowania granitoidów z tego rejonu były prowadzone wyrywkowo i ograniczały się do pojedynczych oznaczeń. Dla granitoidów strzegomskich mamy wprawdzie największą ilość oznaczeń, 5 wykonanych przez J. Boruckiego (1966) i jedno przez A. P. Winogradowa i A. I. Tugarinowa (1960), ale wahają się one w granicach od 224 do 318 mln lat, obejmując skalę czasu od triasu do karbonu. Spowodowało to, że granitoidy strzegomskie pod względem wieku stały się najbardziej kontrowersyjne ze wszystkich granitoidów dolnośląskich.

Obecne badania zostały wykonane na nowym, zbudowanym przez autora aparacie argonowym (T. Depciuch, 1971), którego precyzja oznaczeń w stosunku do aparatu poprzednio posiadanego została niewspółmiernie zwiększona.

CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA GRANITOWEGO MASYWU STRZEGOMSKIEGO

Granitowy masyw strzegomski ma kształt wydłużonego trójkąta, opartego podstawą o zasadowy masyw Sobótki i blok Gór Sowich, ostrym zaś końcem dochodzącego do brzeżnego uskołku sudeckiego w okolicy Jawora. Poza północno-wschodnią granicą masywu występują staropaleozoiczne łupki metamorficzne bloku przedsudeckiego. Południowo-zachodni kontakt ukryty jest pod utworami trzeciorzędowymi i jedynie w okolicy Strzegomia stwierdzono bezpośredni kontakt granitu z łupkami osłony. Intruzja granitów utworzyła na granicy z łupkami osłony kontakt termiczny manifestujący się występowaniem skał zmetamorfizowanych w facji amfibolitowej lub piroksenowo-hornfelsowej (A. Majerowicz, 1963). Na powierzchni granity odsłaniają się fragmentarycznie, tworząc największe odsłonięcia na północnym zachodzie w okolicy Strzegomia i na południowym wschodzie w rejonie Sobótki.

Masyw strzegomski uważany jest powszechnie za intruzję posttektoniczną, która wdarła się w kierunku NW w sfałdowane i zmetamorfizo-

wane utwory bloku przedsudeckiego, na granicy łupków i niżejległych gnejsów (H. Closs, S. Łopianowski, *fide* H. Pendias 1956). K. Smulikowski (1958) w swej klasyfikacji granitów dolnośląskich zalicza granity strzegomskie do granitów pochodzenia magmowego. Badania A. Majerowicza (1963) oraz S. Kurala i T. Morawskiego (1968) potwierdziły palingenetyczną genezę granitoidów strzegomskich.

W budowie masywu strzegomskiego biorą udział głównie granity, a podrzędnie apłity i pegmatyty, z którymi współwystępują często żyły kwarcowe. Granity reprezentowane są przez szereg odmian. Najpospolitszy jest granit średnioziarnisty, biotytowy, budujący główną część masywu. Odsłania się on przede wszystkim w okolicach Strzegomia i Sobótki, gdzie jest eksploatowany w licznych kamieniołomach. Granit biotytowy występuje również w odmianie drobnoziarnistej, znanej pod nazwą granitu zimnickiego. Dalszą odmianą jest granit dwuływczykowy, występujący w postaci oderwanych płatów w środku masywu, a również na kontakcie intruzji z gabroidowym masywem Sobótki. Odmiana ta charakteryzuje się obecnością muskowitu i biotyty, pozostających w zmiennych proporcjach, oraz częstą obecnością granatu. Sposób występowania i ich leukokratyczny charakter wskazuje, że jest to prawdopodobnie brzeżna, przykontaktowa facja granitu. Najbardziej specyficzną odmianą granitu jest tak zwany skaień strzeblowski. Jest to skała biała lub różowa, zbudowana z kwarcu i skaleni, zawierająca zmienne ilości serycytu i kaolinu.

POGLĄDY NA WIEK MASYWU STRZEGOMSKIEGO

Wiek intruzji strzegomskiej na podstawie przesłanek geologicznych określono na górnokarboński lub dolnopermski (L. Finckh 1928; H. Teisseyre, K. Smulikowski, 1957). J. Oberc nie precyzując bliżej wieku intruzji strzegomskiej uważa, że „Kwaśny plutonizm waryscyjski Sudetów i bloku przedsudeckiego ma cechy intruzji synorogenicznych w stosunku nie tyle do struktur podłoża (staroassyntyjskich), ile nacisków panujących w czasie orogenezy waryscyjskiej”. (J. Oberc, 1966, p. 42).

J. Borucki (1966) wykonał oznaczenia wieku bezwzględnego metodą K-Ar pięciu próbek granitu strzegomskiego. Niestety, oznaczenia te nie uściśliły danych wysnutych na podstawie przesłanek geologicznych, ponieważ zakres oznaczeń obejmuje okres od 227 do 318 mln lat, wiek intruzji w tym ujęciu przypada na okres od górnego karbonu do triasu. Według J. Boruckiego tak znaczny rozrzut wyników nie pozwala na jednoznaczne określenie wieku intruzji. Autor wyraził przypuszczenie, że możemy mieć zjawisko bądź odmłodzenia niektórych partii granitu w wyniku procesów metamorficznych, bądź pozornego postarzenia w procesach wietrzenia. Oba te przypuszczenia nie wydają się prawdopodobne, gdyż wpływu wietrzenia nie potwierdził sam autor po przeprowadzeniu odpowiednich badań biotyty; nie obserwuje się również w granicie zmian uzasadniających jego termiczne odmłodzenie.

Z literatury znane jest jeszcze oznaczenie wykonane metodą K-Ar przez A. P. Winogradowa i A. I. Tugarinowa (1960) określające wiek na 242 mln lat; po przeliczeniu danych wyjściowych według stałych rozpadu potasu stosowanych przez autora wiek ten wynosi 224 mln lat.

WYNIKI OZNACZEŃ WIEKU BEZWZGLĘDNEGO I ICH INTERPRETACJA

Badania wieku bezwzględne masywu strzegomskiego przeprowadzono na 9 próbkach granitu przekazanych autorowi przez Zakład Żłóż Metali Nieżelaznych IG. Próbki te, pobrane z rdzeni wiertniczych i ze ścian czynnych kamieniołomów, wybrano w taki sposób, by reprezentowały mniej więcej równomiernie cały masyw (fig. 1).

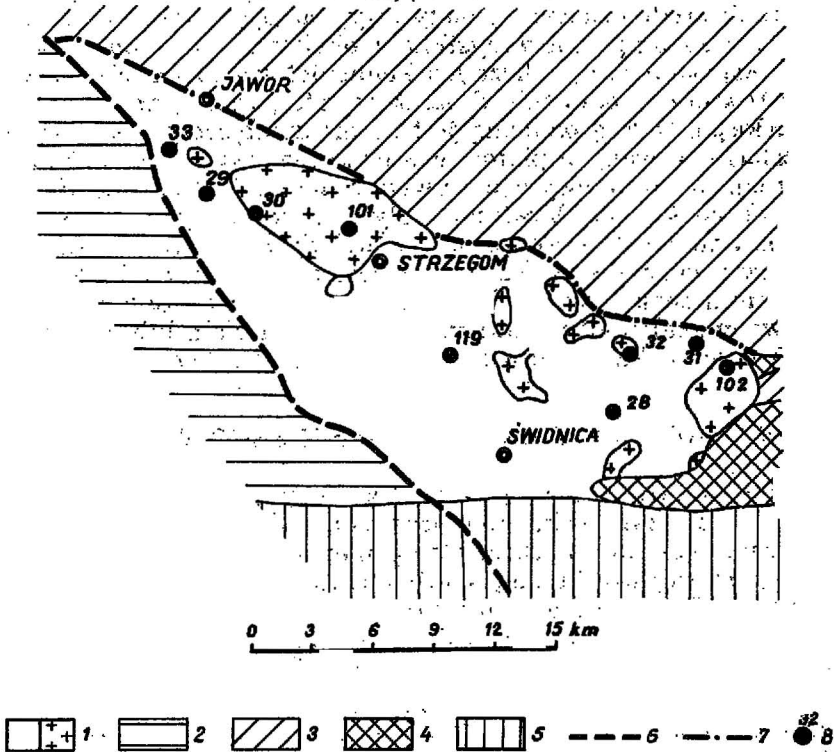


Fig. 1. Szkic geologiczny strzegomskiego masywu granitoidowego
Geological sketch of the Strzegom granitoid massif

1 — masyw strzegomski i jego wychodnie; 2 — Góry Kaczawskie i depresja Swiebodzie; 3 — blok przedsudecki; 4 — gabrowy masyw Sobótki; 5 — blok Gór Sowich; 6 — brzeżny uskók sudecki; 7 — granica granitoidowego masywu z utworami bloku przedsudeckiego; 8 — numer i miejsce pobrania próbek do oznaczeń wieku bezwzględne

1 — Strzegom massif and its outcrops; 2 — Kaczawskie Mountains and Swiebodzie depression; 3 — Fore-Sudetic block; 4 — Sobótka gabbro massif; 5 — Sowie Mountains block; 6 — marginal Sudetic fault; 7 — border between the granitoid massif and the Fore-Sudetic block rocks; 8 — number and location of samples for absolute age determinations

Wyniki oznaczeń wieku bezwzględne granitów strzegomskich zestawiono w tabeli 1. Datowania mieszczą się w dość wąskich granicach 262—267 mln lat. Poszczególne wartości datowań rozmieszczone są w masywie w sposób nie uporządkowany i nie wskazują na istnienie w ramach masywu granitoidów o różnym wieku. Wahania w oznaczeniach wy-

wołane są prawdopodobnie wieloma przypadkowymi przyczynami natury głównie analitycznej, powodującymi statystyczny rozrzut wyników. Jeżeli więc granity strzegomskie są jednorodne pod względem wieku, datowania powinny mieć rozkład normalny. Rozkład ten sprawdzono za pomocą statystyki Dn, na podstawie której stwierdzono, iż nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy, że badany rozkład jest rozkładem normalnym. Pozwala to sądzić, że granit strzegomski jest jednorodny pod względem wieku i nie podlegał działaniu procesów lokalnie obniżających lub podwyższających jego wiek.

Tabela 1

Wyniki oznaczeń wieku bezwzględnego metodą K-Ar biotytów z granitoidów strzegomskich

Nr próbki	Lokalizacja	K w %	naważka w g	Ar g/g 10 ⁻⁹	wiek × 10 ⁶ lat	średni wiek × 10 ⁶ lat
28/Ar	Marcinowice otw. F-2 głęb. 158 m	7,10	10,0	146,5	269	266,5
			8,3	143,4	264	
29/Ar	Bolkowice otw. K-10 głęb. 80 m	6,55	10,0	131,7	262	264,5
			10,0	134,7	267	
30/Ar	Gniewków kamieniołom	5,56	10,0	113,6	271	273,5
			10,0	117,6	276	
31/Ar	Strzelce Świdnickie otw. B-1 głęb. 181 m	6,26	9,6	128,5	268	269,0
			9,5	129,6	270	
32/Ar	Goła Świdnicka kamieniołom	6,86	10,0	138,6	264	266,0
			10,0	140,6	268	
33/Ar	Paszowice otw. K-4 głęb. 151 m	5,57	10,0	113,6	266	264,0
			10,0	111,6	262	
101/Ar	Żółkiewka kamieniołom	5,05	14,8	104,4	270	269,0
			9,4	103,6	268	
102/Ar	Chwałków kamieniołom	5,40	9,6	109,4	265	268,0
			9,6	112,2	271	
119/Ar	Bolesławice otw. 32 głęb. 30 m	7,02	3,4	145,9	270	270,0
			7,41*	8,7	150,3	
			6,2	152,9	269	267,0

wiek średni

267,6

268

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

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

* Oznaczenie wykonane na muskowiecie

Zanim przejdę do oceny wieku granitów strzegomskich, omówię precyzję pomiarów w przypadku zastosowanej wolumetrycznej metody K-Ar. Zwykle precyzję metody analitycznej określa się przez wielokrotne oznaczenie tej samej próbki i odpowiednie statystyczne opracowanie otrzymanych wyników. W przypadku oznaczeń wieku bezwzględnego sposób ten jest zbyt kosztowny i pracochłonny. Precyzję metody oznaczeń można obliczyć również w inny sposób; za pomocą testu „t” na podstawie danych podwójnych (W. Volk, 1965, p. 110). Dla obliczenia odchylenia standardowego tą metodą konieczne jest założenie, że pomiary mają rozkład normalny. Zastosowanie testu „t” w naszym przypadku jest możliwe, gdyż jak wykazano, nie ma podstaw do odrzucenia tej hipotezy.

Test „t” dla podwójnych wyników oparty jest na własności: średnia różnica między powtórzeniami \bar{d} posiada wartość równą $(2/\sqrt{\pi}) \cdot \sigma$, stąd odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru

$$\sigma = \frac{\sqrt{\pi} \cdot \bar{d}}{2} = 0,8862 \bar{d}$$

gdzie:

- σ — odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru,
- \bar{d} — średnia różnica między powtórzeniami.

Znając wartość σ można obliczyć przedział ufności (będący jednocześnie precyzją) dla pojedynczego pomiaru i średniej z dwu pomiarów:

$$\mu = x \pm z \cdot \sigma$$

$$\bar{\mu} = x \pm \frac{z \cdot \sigma}{\sqrt{2}}$$

gdzie:

- μ — przedział ufności dla pojedynczego pomiaru,
- $\bar{\mu}$ — przedział ufności dla średniej z dwu pomiarów,
- z — wielkość standardyzowana prawdopodobieństwa wartości t przy $n = 1$ stopniach swobody,
- x — pomiar pojedynczy,
- \bar{x} — średnia z dwu pomiarów.

Podstawiając nasze dane do powyższych wzorów otrzymujemy: $\sigma = 0,8862 \times 4,111 = 3,643$, zaś przedział ufności dla pojedynczego pomiaru i średniej z dwu pomiarów przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$; $n - 1 = 8$ oraz $z = 2,306$; $\mu_{0,05} = x \pm 2,306 \cdot 3,643 = x \pm 8,4$; $\bar{\mu}_{0,05} = \bar{x} \pm \frac{2,306 \cdot 3,643}{\sqrt{2}} = \bar{x} \pm 5,9$

Możemy więc powiedzieć (z prawdopodobieństwem 95%), że precyzja oznaczeń wieku bezwzględnego granitów strzegomskich dla pojedynczego pomiaru wynosi $\pm 8,5$ mln lat, a dla średniej z dwu pomiarów $\pm 6,0$ mln lat.

Dokładność ta, wynosząca dla pojedynczego pomiaru poniżej 4%, jest wystarczająca dla celów geochronologicznych i porównywalna z dokład-

nością oznaczeń metodą argonową, stosowaną przez inne laboratoria, w tym również za pomocą rozcieńczenia izotopowego.

Przyjmując na podstawie wykonanych oznaczeń jednolity wiek bezwzględny dla całego masywu, możemy również obliczyć precyzję metody poprzez obliczenie odchylenia standardowego wszystkich uzyskanych wyników drogą najmniejszych kwadratów:

$$\sigma = \frac{(x - \bar{x})^2}{n} = 3,407$$

Jak widać, mimo zastosowania dwóch różnych metod, odchylenia standardowe uzyskane w ten sposób są sobie bardzo bliskie, co w jednoznaczny sposób potwierdza jednorodność wiekową masywu strzegomskiego. Na tej podstawie możemy przyjąć, że średnia wartość wszystkich wyników wynosząca 267,6 mln lat powinna reprezentować najbardziej prawdopodobny wiek granitoidów strzegomskich.

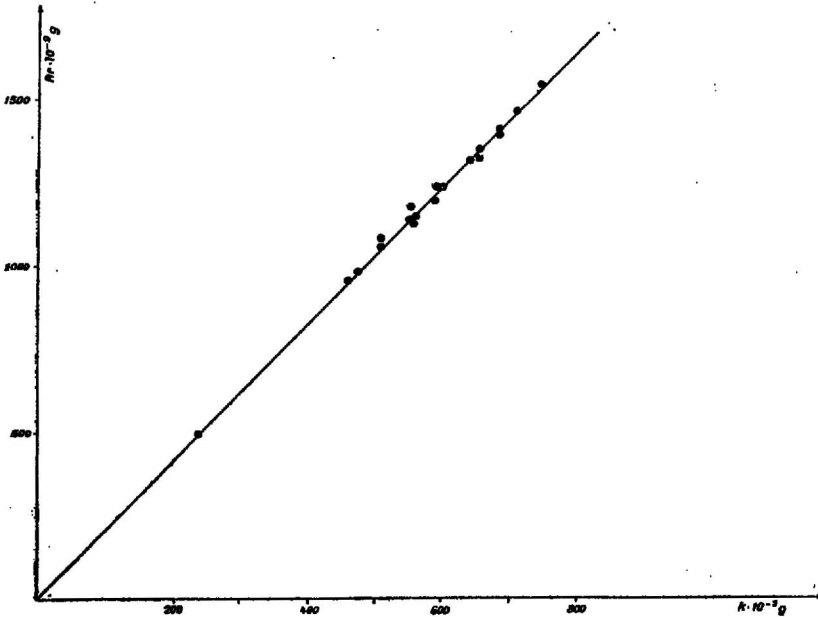


Fig. 2. Izochrona K-Ar granitoidów strzegomskich
K-Ar isochron for the Strzegom granitoids

Niezależnie od precyzji oznaczeń przy wolumetrycznej metodzie K-Ar może powstać systematyczny błąd w oznaczeniach, wynikający z domieszki argonu atmosferycznego, tworzącego tło argonowe aparatu, a który mierzony jest łącznie z argonem radiogenicznym.

Celem określenia błędu wynikającego z tła argonowego wykorzystano metodę izochron (T. Depciuch, J. Lis, 1971). W przypadku stałej domieszki argonu atmosferycznego przy próbkach o jednakowym wieku, lecz różnej zawartości argonu radiogenicznego następuje równoległe przesunięcie izochrony z początku układu współrzędnych (Ar, K) w kierunku

osi Ar. Na fig. 2 przedstawiono izochronę dla granitoidów strzegomskich. Parametry tej izochrony obliczone metodą najmniejszych kwadratów wynoszą: $a = 11,4 \cdot 10^{-9}$ i $b = 20,283 \cdot 10^{-7}$, stąd izochrona przyjmuje postać $Ar = 11,4 \cdot 10^{-9} + 20,283 \cdot 10^{-7} K$. Wszystkie parametry izochrony są wyrażone w gramach.

Miarą wieku jest tangens kąta, jaki tworzy izochrona z osią K. Wartość tego kąta wyraża stosunek $Ar^{40}K$. W naszym przypadku stosunek ten wynosi $20,283 \cdot 10^{-7}$, co odpowiada wiekowi 266 mln lat. Na podstawie wartości $a = 11,4 \cdot 10^{-9}$ można stwierdzić, że stała nadwyżka argonu nieradiogenicznego wynosi poniżej 1%, z tego też powodu wiek obliczony bez pomocy izochrony został nieco zawyżony.

Na podstawie przedstawionych wyników można przyjąć, że wiek rzeczywisty granitoidów strzegomskich wynosi 266 mln lat. Wiek ten zgodnie ze skalą wieku bezwzględnego (The Phanerozoic time-scale, 1964) odpowiada czerwonemu spągowcowi, a więc okresowi, gdy w basenach śródsudeckim i północnosudeckim oraz na przedpolu Sudetów rozwijał się intensywnie magmatyzm subsekwentny. Należy sądzić, że pomiędzy tym magmatyzmem i intruzją strzegomską zachodzą ściślejsze powiązania, które dotychczas nie zawsze były brane pod uwagę.

Zakład Geochemii Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 20 stycznia 1971 r.

PIŚMIENNICTWO

- BORUCKI J. (1966) — Wstępne wyniki datowań bezwzględnych (K-A) granitoidów dolnośląskich. *Kwart. geol.*, 10, p. 1—16, nr 1. Warszawa.
- DEPCIUCH T. (1971) — Oznaczenia wieku bezwzględnego za pomocą wolumetrycznej odmiany metody K-Ar stosowanej w IG. *Kwart. geol.*, 15, p. 488—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.
- FINCKH L. (1928) — Erläuterungen zur Geolog. Karte v. Preussen, Blatt Zabten. Lief. 210. Berlin.
- KURAL S., MORAWSKI T. (1966) — Strzegom — Sobótka granitic massif. *Biul. Inst. Geol.*, 227, p. 33—74. Warszawa.
- MAJEROWICZ A. (1963) — Granit okolicy Sobótki i jego stosunek do osłony w świetle badań petrograficznych. *Archiw. miner.*, 24, nr 2. Warszawa.
- OBERC J. (1966) — Ewolucja Sudetów w świetle teorii geosynklin. *Pr. Inst. Geol.*, 47. Warszawa.
- PENDIAS H. (1956) — Granit strzegomski okolic Kostrzy i Borowa. *Biul. Inst. Geol.*, 112, p. 79—141. Warszawa.
- SIMULIKOWSKI K. (1958) — Zagadnienie genetycznej klasyfikacji granitoidów. *Stud. geol. pol.* 1. Warszawa.

- TEISSEYRE H., SIMULIKOWSKI K. (1957) — Regionalna geologia Polski, 3, z. 1, p. 83—92. Kraków.
- THE PHANEROZOIC TIME-SCALE (1964) — Quart. J. Geol. Soc. London, 120, p. 260—266. London.
- VOLK W. (1965) — Statystyka stosowana dla inżynierów. Warszawa.
- ВИНОГРАДОВ А. П., ТУГАРИНОВ А. И. (1960) — Некоторые опорные определения абсолютного возраста (к мировой геохронологической шкале). Докл. АН СССР, 134, № 5, стр. 1158—1161. Москва.

Тадеуш ДЕПТЮХ

**АБСОЛЮТНЫЙ ВОЗРАСТ СТРЕГОМСКИХ ГРАНИТОИДОВ,
ОПРЕДЕЛЕННЫЙ МЕТОДОМ К—Ar**

Резюме

методом К—Ar определен абсолютный возраст десяти образцов стрегомских гранитоидов. Определение произведено на биотитах, дважды для каждого образца. Определения местятся в довольно узких границах 262—276 млн лет. Отдельные величины распределены в массиве хаотически и в границах массива не указывают на наличие гранитоидов разного возраста. Колебания в обозначениях вызваны, вероятно, многими причинами, главным образом аналитического порядка, приводящими к статистическому разбросу результатов.

Средняя величина всех полученных результатов составляет 268 млн лет. Эти результаты проинтерпретированы также при помощи изохронного метода, в результате чего получен средний возраст всего массива равный 266 млн лет.

Tadeusz DEPTUCH

**ABSOLUTE AGE OF THE STRZEGOM GRANITOIDS DETERMINED BY K-Ar
METHOD**

Summary

The absolute ages of ten Strzegom granitoids were determined by K-Ar method on biotite. The determinations were carried out in duplicate. The results fall within a fairly narrow range of 262 to 276 million years. Within the massif the age values are haphazardly distributed and they do not indicate the existence of granitoids of different age. Probably the variations stem from many analytical reasons, causing a statistical dispersion of the values.

The average value of all the results obtained is 268 million years. The results have been also interpreted by isochron method and the average age for the whole massif was found to be 266 million years.