

Zofia SKRZAT

Badanie promieniotwórczości pegmatytów okolic Szklarskiej Poręby metodą klisz jądrowych

WSTĘP

W ostatnich 15 latach do badania naturalnej promieniotwórczości skał powszechnie zaczęto stosować klisze jądrowe. I. Curie (1946) opracowała matematyczne podstawy pomiarów promieniotwórczości skał oparte na liczeniu torów cząstek α , zarejestrowanych przez kliszę jądrową. Dalsze ulepszenia tej metody wprowadzili następni badacze, między innymi S. M. Tamburino i A. Stella (1952), stosując zamiast szlifowanych powierzchni skalnych, stykanych z kliszami, pastylki sprasowane ze sproszkowanej skały. Do identyfikacji minerałów promieniotwórczych, powodujących aktywność badanej próbki, używano przy tym cienkich szlifów. Początkowo stykano szlify z kliszami jądrowymi, po wyprodukowaniu zaś płynnej emulsji, zaczęto je pokrywać nią i wraz z szlifem wywoływać. To pozwalało na jednoczesną obserwację torów cząstek α i minerałów je wysyłających. Wprowadzenie metody klisz jądrowych do badania promieniotwórczości skał umożliwia lepsze poznanie rozmieszczenia uranu i toru w skałach różnych typów i skorygowanie w niektórych przypadkach zbyt wysokich wartości koncentracji tych pierwiastków, otrzymanych inną drogą.

CEL PRACY

Posługując się w tej pracy wymienioną metodą postawiono sobie jako cel zbadanie promieniotwórczości pegmatytów okolic Szklarskiej Poręby, a więc określenie zawartości uranu i toru, zidentyfikowanie minerałów promieniotwórczych oraz stwierdzenie, w jakim stanie one występują: krystalicznym czy też są zizotropizowane i w jakich warunkach odzyskują pierwotną strukturę. Na ogół pegmatyty z powodu gruboziarnistej struktury mają raczej nierównomierne rozłożenie minerałów i wobec tego pobrane próbki nie zawsze dają wyniki charakterystyczne dla całej skały. Mogą tu występować nieraz duże kryształy minerałów torowych i uranowych, co jednak nie stanowi podstawy do twierdzenia o większej promieniotwórczości pegmatytów (H. Faul, 1956).

Jako materiał do przeprowadzonych badań posłużyły uprzejmie używane mi próbki zebrane w 1946 r. przez Prof. Dr M. Kołaczkową i zespół pracowników Uniwersytetu Warszawskiego.

Wszystkie próbki, z wyjątkiem jednej, będącej pozornie fragmentem dużego kryształu skalenia zrośniętego z kwarcem, można zaliczyć do pegmatytów drobnoziarnistych, czyli typu I, według podziału K. A. Własowa (A. Saukow, 1953). Poprzednie zastrzeżenie co do nierównomierności rozłożenia minerałów, a co za tym idzie znacznych wahań promieniotwórczości od próbki do próbki, zasadniczo tego typu nie dotyczy.

Pierwszą część pracy wykonano posługując się metodą pastylek sprasowanych zetkniętych z kliszą jądrową w ciągu paru tygodni i stosując wzory zmodyfikowane przez S. M. Tamburino i A. Stellę (1952). Stosunek koncentracji toru do uranu obliczono mierząc długie tory¹. Do lokalizacji centrów promieniotwórczych i ich identyfikacji posługiwano się cienkimi szlifami pokrytymi emulsją jądrową oraz oznaczeniami rentgenograficznymi poszczególnych ziarn promieniotwórczych wyseparowanych z badanych próbek. Badania rentgenograficzne służyły nie tylko do identyfikowania minerałów, lecz również do stwierdzenia, czy są one zizotropizowane i w jakich warunkach powracają do swej pierwotnej struktury.

Tabela 1

Zestawienie wyników badań pastylek sprasowanych

Wyszczególnienie	Numery pastylek				
	7c	9c	14z	14z	9z
Powierzchnia zbadana w cm ²	0,4	0,4	0,4	0,35	0,4
Czas ekspozycji	1148h	671h	719h	793h	671h
	53'	31'	47'	15'	35'
Ustalona liczba torów	2541	1168	3579	1933	5592
Tłó kliszy	190	200	90	230	250
Liczba torów na 1 cm ²	6162	2720	8857	5293	13730
Liczba torów na 1 cm ² , sek × 10 ⁻⁴	14,89	11,25	34,18	18,53	56,79
Liczba torów długich V ₁ ⁻⁻⁻	15	5	22	—	8
Liczba torów długich V ₂	49	20	87	—	111
Stosunek C _{Th} /C _U	1,3	≈1	≈1	1*	0,25
Koncentracja uranu C _U w 10 ⁻⁵ g/g	0,83	0,67	2,04	1,09	4,05
Koncentracja toru C _{Th} w 10 ⁻⁵ g/g	1,07	0,67	2,04	1,09	1,01
Koncentracja ogólna U+Th w 10 ⁻⁵ g/g	1,90	1,34	4,08	2,18	5,06

* Przy tej wartości stosunku C_{Th} /C_U obliczono koncentrację toru i uranu.

Wyniki ilościowych pomiarów kilku zbadanych próbek podano w tabeli 1.

IDENTYFIKACJA MINERAŁÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH

W celu zidentyfikowania minerałów promieniotwórczych wybrano do pokrycia emulsją 10 szlifów o następujących numerach 6c, 7c, 9c, 12c, 4z,

¹ Obszerniejsze opisy stosowanych tu metod podano między innymi w następujących pracach: R. Coppens, 1950; I. Curie, 1946; E. E. Picciotto, 1952; C. J. Szwacka, 1954; B. Twarowska, 1954; S. Zmysłowska, 1954.

8z (2), 13z, 14z (2). Wśród nich znajdowały się również szlify tych próbek, z których nie były sporządzone pastylki do ilościowych pomiarów. O wyborze szlify zadecydowało uprzednie przejście go pod mikroskopem polaryzacyjnym przy powiększeniu 40 i 80-krotnym. Te szlify, w których były widoczne minerały akcesoryczne lub biotyt zakwalifikowano do dalszych badań, a interesujące minerały podzielono na sześć grup:

1. Ciemne nieprzezroczyste o konturach kanciastych (tlenki żelaza).
2. Biotyt i podobne do biotyty.
3. Kilka małych ziarn idiomorficznie wykształconych, jak gdyby przyczępionych do biotyty.
4. Jedno ziarno idiomorficznie wykształcone, rozpoznane na podstawie cech optycznych jako monacyt.
5. Kilka ziarenek określonych jako cyrkonny.
6. Ciemne plamki o brunatnożółtych jaśniejszych brzegach i jedno ziarno nieco większe, tej samej barwy, izotropowe.

Z wszystkich wymienionych grup najbardziej promieniotwórcza okazała się grupa 6.

Minerały z grupy 1 — tlenki żelaza — były niepromieniotwórcze. Niektóre z nich miały ciemnobrunatne przeświecające otoczki, na których tle występowały pojedyncze tory cząstek α . W jednym z takich ziarenek, w samym jego środku, znajdował się w kształcie trójkąta maleńki wrostek minerału silnie promieniotwórczego (fig. 9), prawdopodobnie cyrkonu.

Na ziarnach biotyty i do nich podobnych widoczne były z rzadka porzrucane tory, pochodzące od poszczególnych atomów pierwiastków promieniotwórczych, zastępujących diadochowo właściwe składniki minerału.

Silnie promieniotwórcze okazały się małe ziarenka wymienione w grupie 3. Są to prawdopodobnie również cyrkonny. Wyodrębniono je początkowo osobno, ponieważ miały niższą dwójłomność niż ziarenka przyjęte jako cyrkonny i zabarwienie żółtawoszare (bez nikoli). Być może były to częściowo zizotropizowane kryształki cyrkonu noszące nazwę melakonów.

Monacyt oraz wszystkie ziarenka z grupy 5 wykazywały silną promieniotwórczość.

W jednym ze szlifów występowało bardzo interesujące ugrupowanie minerałów; duży kryształ monacytu (fig. 1), dalej nieco, małe kryształki, które określono jako cyrkonny i jeden monacyt, obok dwa spore ziarna cyrkonu (widoczne na fig. 2), a u dołu brunatnawożółte ziarno o prostoliniowych konturach, zaliczone do grupy 6 (fig. 8). Co do tego ostatniego, jak również innych należących do tej grupy, nasuwa się przypuszczenie, że są to fergusonity. Trudno je definitywnie określić drogą optyczną, gdyż przeważnie są zizotropizowane. Wiadomo jednak, że występują one w pegmatytach okolic Szklarskiej Poręby, o czym pisze H. Traube (1888). Z żadnej próbki, z których sporządzono badane szlify, nie wyseparowano ani jednego ziarna fergusonitu, z próbki natomiast nr 9, opisywanej dalej bardziej szczegółowo, otrzymano ich wiele. Proszek z tych ziarenek, oglądany pod mikroskopem, miał zabarwienie brunatnoczerwone, żółtobrunatne, przypominające barwę minerałów z grupy 6.

Oprócz skupisk torów cząstek α wychodzących z poszczególnych minerałów, obserwowano często na granicy dwu ziarn, skalenia lub kwarcu, lekkie zażółcenie i sporo torów. Wskazywałoby to na fakt, o którym wspomina I. Curie (1946), jaki stwierdził C. S. Piggot i inni późniejsi badacze,

że substancje radioaktywne często się koncentrują w szczelinach i na powierzchni styku ziarn mineralnych.

W celu dokładniejszego określenia minerałów, podzielonych prowizorycznie na sześć grup, a szczególnie tych, które okazały się promieniotwórcze, wyseparowano pod lupą z rozkruszonych próbek skalnych, odpowiadających dziesięciu badanym szlifom, minerały do analizy rentgenograficznej. Poniżej podano przegląd tych minerałów i wyniki analizy.

Z PRÓBK I 8z

a. Cyrkon

Z jednej próbki oznaczonej nr 8z, wyseparowano dwa kryształki wielkości od 0,2 mm do 0,5 mm, których pokrój zewnętrzny wskazywał na cyr-

Tabela 2

Zestawienie rentgenogramów proszkowych cyrkonów z kilku miejscowości oraz ksenotym

Lp.	Ural		Madagaskar		Szklarska Poręba						Ksenotym	
	1		2		I		II		III		6	
	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n
1	4	4,44	sl	4,50	dm	4,48	m	4,43	dm	4,38	7	3,705
2	10	3,30	m	3,31	bm	3,30	bm	3,38	bm	3,35	8	3,343
3	8	2,52	sr	2,53	m	2,53	m	2,53	m	2,52	7	2,510
4	4	2,34	sl	2,34	—	—	—	—	sl	2,40	2	2,380
5	1	2,29	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2,252
6	2	2,22	bst	2,23	—	—	—	—	—	—	—	—
7	6	2,06	sl	2,08	bst	2,05	sl	2,10	sr	2,11	7	2,113
8	—	—	—	—	sr	1,92	sl	1,92	sr	1,92	—	—
9	—	—	—	—	sl	1,82	bst	1,80	sl	1,79	6	1,800
10	4	1,75	sl	1,76	sr	1,76	dm	1,75	mb	1,75	10	1,749
11	8	1,713	m	1,72	m	1,71	sl	1,71	dm	1,71	8	1,703
12	6	1,655	sr	1,65	bst	1,64	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	sl	1,52	6	1,522
14	4	1,476	sl	1,48	bst	1,50	—	—	—	—	4	1,492
15	—	—	—	—	—	—	—	—	sl	1,42	9	1,422
16	4	1,383	bst	1,38	sl	1,378	sl	1,374	sl	1,370	7	1,334
17	4	1,295	—	—	—	—	sl	1,276	sl	1,276	7	1,286
18	2	1,256	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	sl	1,226	sl	1,222	8	1,233
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	1,213
21	4	1,194	—	—	bst	1,192	—	—	—	—	—	—
22	2	1,169	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	2	1,107	—	—	sl	1,107	—	—	—	—	—	—
24	2	1,064	—	—	sl	1,052	—	—	—	—	—	—

Rentgenogramy otrzymano przy użyciu promieniowania CuK_α

I — kryształek cyrkonu z próbki nr 8z ogrzewany przez 2 godz. w temperaturze 800°C

II — dobrze wykształcony kryształek cyrkonu z próbki nr 8z

III — kryształek cyrkonu z próbki nr 8z

Oznaczenia do tab. 2, 4, 5, 6: *bm* — bardzo mocny; *m* — mocny; *dm* — dosyć mocny; *sr* — średni; *sl* — słaby; *bst* — bardzo słaby, *I* — natężenie; *d/n* — odległość międzypłaszczyznowa

kon lub ksenotym. Ksenotym YPO_4 , jak również cyrkon $ZrSiO_4$ mają skład zasadniczo bardziej skomplikowany, a to dzięki diadochowemu podstawianiu różnych pierwiastków (K. Smulikowski, 1955). Cyrkon jest podstawiany przez tor, hafn, często żelazo, uran, cer, itr, niob, tantal, a SiO_4 — w małym procencie — przez PO_4 . Z rozwiniętego wzoru (Zr, Th, Hf, Fe, U, Ce, Y, Nb, Ta)·(SiO_4 , PO_4), uwzględniającego wszystkie wymienione podstawienia diadochowe wynika, że w pewnych przypadkach może powstawać jak gdyby mieszanina izomorficzna cyrkonu z ksenotymem, co powinno wpływać na odległość płaszczyzn sieciowych i natężenie dawanych przez nie refleksów.

Obliczone z rentgenogramów cyrkonów ze Szklarskiej Poręby wartości odległości płaszczyzn sieciowych d/n i natężenia uzyskanych prążków wykazują odchylenia zbliżające je do rentgenogramów ksenotymu. Najmniejsze odchylenie od rentgenogramu cyrkonu z Wiszniowych Gór Uralu, przyjętego za wzorcowy, wykazuje rentgenogram ziarenka barwy ciemnoczerwonej, wielkości paru dziesiątych milimetra, ogrzewanego przed sporządzeniem preparatu przez 2 godz. w temperaturze około $800^\circ C$. Ziarenko to zostało wypreparowane, również jak dwa poprzednie, z próbki nr 8z, ale nie miało wyraźnego pokroju wskazującego na cyrkon lub ksenotym, raczej przypominało ośmiościan regularny. Podobne ziarenka występowały też w innych próbkach. Z żadnego jednak z nich nie uzyskano dobrego rentgenogramu, mimo ogrzewania. Kilka otrzymanych niezbyt wyraźnych prążków miało wartości d/n zbliżone do cyrkonów, z wyjątkiem jednego silnego prążka. Nie określono definitywnie tych ziarenek mineralnych.

Rentgenogram dobrze wykształconego kryształka, jednego z dwu wymienionych na początku, ma nieco większe odchylenia od rentgenogramu cyrkonu przyjętego jako wzorcowy. Brak w nim prążka nr 12, a wielkości natężeń prążków nr 10 i 11 odpowiadają raczej prążkom rentgenogramu ksenotymu. Charakterystyczną cechą wszystkich rentgenogramów cyrkonów ze Szklarskiej Poręby jest występowanie prążka nr 8, który przy przyjęciu wymiarów komórki elementarnej $a = 6,58 \text{ \AA}$, $c = 5,93 \text{ \AA}$ (H. Gasperin, R. Lagrange, 1956), będzie miał wskaźniki (103).

W tabeli 2 jest podane zestawienie rentgenogramów cyrkonów z Wiszniowych Gór Uralu (W. I. Michiejew, 1957), z Befanamo — Madagaskar (H. Gasperin, R. Lagrange, 1956) i ze Szklarskiej Poręby oraz umieszczono w kolumnie 6 rentgenogram ksenotymu (W. I. Michiejew, 1957).

Innych minerałów promieniotwórczych z tych dziesięciu próbek nie wyseparowano.

SZCZEGÓLOWY PRZEGLĄD MINERAŁÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH Z PRÓBKI NR 9z

a. Opis próbki i wstępnych badań

Próbka pegmatytu, oznaczona nr 9z, zewnętrznie przypominała fragment pojedynczego dużego skalenia, którego gładkie ściany pokrywał chloryt, zrośniętego z kwarcem. Sporządzony cienki szlif wykazał, że jest to jednolity kryształ, ale agregat ziarn silnie sprasowanych wskutek deformacji dynamicznych, dowodem czego jest smużyste znikanie światła, podobne do tego, jakie się często spotyka w przypadku kwarcu (K. Smulikowski, 1955).

W szlifie z tej próbki, oprócz skaleni, nie było innych minerałów, dlatego też nie wybrano go do pokrycia emulsją jądrową. Ta próbka okazała się jednak bardzo interesująca, gdyż stwierdzono za pomocą monitora, przy okazji pomiarów w pracowni rentgenograficznej, że jest silnie promieniotwórcza. Silnej promieniotwórczości nie usprawiedliwiał widoczny zewnętrznie skład mineralny próbki. Została więc rozbita i wówczas ukazały się pojedyncze, a także promieniście rozchodzące się agregaty czarnych minerałów o połysku szklistym. Na podstawie zewnętrznej postaci, szklistego połysku, kruchości ziarn, barwy czarnej, w cienkich odłamekach czarwonej, określono je jako fergusonity. Dalsze badania rentgenograficzne potwierdziły to oznaczenie.

Przy kruszeniu próbki zaobserwowano kilka miejsc po idiomorficznie wykształconych kryształach, całkowicie wypełnionych produktami rozpadu, barwy żółtej. Wśród nich było sporo szklistych okruchów fergusonitu. Być może fergusonit był tu gościem w postaci wrostków, dzięki jednak zawartości pierwiastków promieniotwórczych spowodował całkowite rozbicie struktury kryształu-gospodarza. Puste miejsca, po usunięciu produktów rozpadu, miały kształt podobny do ośmiościanu regularnego.

Z tej próbki wyseparowano kilka ziarn mineralnych wielkości $2 \div 6$ mm, których barwa, pokrój kryształów, połysk oraz zmierzone kąty wskazywały na monacyt, a ponadto kilkanaście znacznie mniejszych ziarenek zbliżonych postacią do cyrkonu lub ksenotymu. Oprócz tego znaleziono dwa ziarna mineralne o połysku półmetalicznym, barwie czarnej, przypominające ośmiościan ścięty ścianą równoległą do (111), oraz kilka płytek i nieregularnych okruchów mających taki sam połysk i podobną barwę z odcieniem brunatnawym.

Wszystkie wymienione tu minerały znajdowały się przeważnie tuż przy zewnętrznej gładkiej ścianie badanej próbki. Gładka ściana, a raczej dwie, nachylone pod kątem łudząco przypominającym nachylenie naturalnych ścian w kryształach skalenia, były prawdopodobnie śladem płaszczyzn pęknięcia żyły pegmatytowej wskutek odkształceń dynamicznych. Kryształy fergusonitu opierały się właśnie podstawą swoich pręcikowatych słupków, tworzących w niektórych miejscach radialne skupiska, a te gładkie ściany pokryte chlorytem. Ułożenie wyseparowanych minerałów wzdłuż płaszczyzny spękania w próbce wskazywałoby na ich późniejsze powstanie z pomagmowych kruszczonośnych roztworów, o czym pisze W. D. Nikitin (1957).

Tabela 3

Promieniotwórczość własna monacytu i fergusonitu

Nazwa minerału	Powierzchnia zbadana w mm ²	Ustalona liczba torów cząstek α	Promieniotwórczość własna α /cm ² . sek.
Monacyt	4	1714	1,82
Fergusonit	2	3722	7,9

Na kliszy jądrowej położono po jednym osobniku z każdej grupy wy-preparowanych minerałów na przeciąg jednej doby, by się przekonać, czy wszystkie z nich są promieniotwórcze. Wszystkie dały nieprzeliczalną ilość

torów, wzięto je więc do identyfikacji rentgenograficznej. Wyniki badań podano przy opisie poszczególnych minerałów.

Ponadto kryształki fergusonitu i monacytu położono powtórnie na 6,5 godz. na kliszę jądrową i zmierzono ich promieniotwórczość własną, wyrażającą się w liczbie cząstek α wysyłanych przez 1 cm^2 na sek. (tab. 3).

b. Fergusonit

Fergusonit $(Y, Er, Ce, U, Fe) \cdot (Nb, Ta, Ti)O_4$ występuje w przyrodzie przeważnie w stanie metamiktycznym — zizotropizowanym. Termin „metamiktyczny“ wprowadził do mineralogii W. C. Brögger na oznaczenie minerałów, które początkowo są krystaliczne i z biegiem czasu przyjmują własności substancji bezpostaciowej, zachowując zewnętrzną postać dobrze wykształconego kryształu (A. Pabst, 1952). Przyczyną izotropizacji w przypadku fergusonitu jest rozbitcie struktury wewnętrznej przez bombardowanie cząstkami α , pochodzącymi od znajdujących się w nim domieszek promieniotwórczych. Fergusonit, podobnie jak inne minerały metamiktyczne, odzyskuje strukturę krystaliczną przy ogrzewaniu w odpowiedniej temperaturze (J. Berman, 1955). Tą metodą nie udało się jednak uzyskać całkowitej rekrystalizacji pojedynczego kryształu, a jedynie sproszkowanego nadającego się do badań metodą Debye'a — Scherrera.

J. Berman stwierdził w swoich początkowych badaniach, że fergusonit jest dymorficzny. Przy ogrzewaniu w temperaturze od 450 do 800°C kryształuje w układzie rombowym, a powyżej — w układzie tetragonalnym. W dalszych jednak pracach stanął na stanowisku, że w niższej temperaturze jest również tetragonalny i jego struktura odpowiada strukturze stanu dometamiktycznego, co zresztą zostało potwierdzone poprzednio przez P. Pellas (1954), badającego rzadko spotykany okaz anizotropowego fergusonitu. Ten kryształ dawał takie rentgenogramy, jak fergusonit uprzednio zizotropizowany, ogrzewany do temperatury 1000°C. A. I. Komkova (1957) wykazał na anizotropowym kryształe fergusonitu, że istotnie jest on dymorficzny. Przy ogrzewaniu do 900°C fergusonit zachowuje pierwotną strukturę tetragonalną, powyżej zaś tworzy jednoskośną modyfikację, której jednak nie notował P. Pellas, mimo ogrzewania zizotropizowanego okazu do temperatury 1000°C i powyżej. Widocznie temperatura potrzebna do przebudowy struktury zależy od domieszek wchodzących w skład minerału i stopnia uprzedniego rozbitcia tej struktury.

W celu uzyskania rentgenogramu metamiktycznego fergusonitu ze Szklarskiej Poręby ogrzewano sproszkowaną próbkę na palniku Teclu w temperaturze od 800 do 900°C w ciągu 7,5 godz. Otrzymane rentgenogramy podano w tabeli 4 w zestawieniu z rentgenogramami fergusonitów z innych miejscowości badanych przez A. I. Komkova i P. Pellas. Rentgenogram wskaźnikowano przyjmując układ tetragonalny i wymiary komórki elementarnej podanej w pracy A. I. Komkova (1957); $a = 5,15 \text{ \AA}$, $c = 10,89 \text{ \AA}$. Obecność w rentgenogramie fergusonitu ze Szklarskiej Poręby, pierwszego prążka nie dającego się wskaźnikować przy podanych wymiarach komórki elementarnej i nie notowanego w rentgenogramach innych fergusonitów, należy przypisać obcej domieszce.

Z proszku ogrzewanego na palniku Meckera przez 9 godzin, w temperaturze około 1000°C, nie uzyskano rentgenogramu odpowiadającego jednoskośnej odmianie fergusonitu, stwierdzonej przez A. I. Komkova

w przypadku naturalnego anizotropowego sproszkowanego ziarna ogrzewanego w tej temperaturze. Negatywny wynik nie świadczy o niemożliwości istnienia tej odmiany, ponieważ, w przypadku uprzednio zizotropizowanego fergusonitu, przebudowa struktury wymaga prawdopodobnie wyższej temperatury lub dłuższego czasu ogrzewania.

Tabela 4

Rentgenogramy proszkowe fergusonitów z różnych miejscowości

Lp	Szklarska Poręba			Ural		Naegi-Japonia		Naegi	
	1		hkl	2		3		4	
	I	d/n		I	d/n	I	d/n	I	d/n
1	<i>śr</i>	4,02	—	—	—	—	—	—	—
2	<i>bsł</i>	(3,29)	112 β	4	(3,33)	—	—	—	—
3	<i>bm</i>	3,03	112	10	3,03	<i>bm</i>	3,05	<i>m</i>	3,05
4	<i>śr</i>	2,72	004	4	2,72	<i>m</i>	2,71	<i>bsł</i>	2,71
5	<i>śr</i>	2,55	200	5	2,58	<i>m</i>	2,59	<i>bsł</i>	2,59
6	—	—	—	1	2,18	<i>sł</i>	2,18	—	—
7	<i>m</i>	1,88	204	9	1,876	<i>bm</i>	1,89	<i>bsł</i>	1,89
8	<i>sł</i>	1,82	220	6	1,822	—	—	—	—
9	<i>dm</i>	1,63	116	8	1,627	<i>m</i>	1,63	—	—
10	<i>dm</i>	1,56	312	9	1,563	<i>m</i>	1,57	<i>bsł</i>	1,57
11	—	—	—	5	1,517	<i>bsł</i>	1,52	—	—
12	—	—	—	2	1,361	<i>bsł</i>	1,37	—	—
13	<i>śr</i>	1,217	330	—	—	<i>m</i>	1,22	—	—

1 — fergusonit zizotropizowany ogrzewany w temperaturze 800—900°C. CuK α

2 — naturalny anizotropowy fergusonit. FeK α

3 — fergusonit z Naegi ogrzewany w temperaturze 1000°C. CuK α

4 — fragment naturalnego anizotropowego fergusonitu z Naegi. CuK α

c. Monacyt

Wyseparowane kryształy monacytu miały postać tabliczek, barwę czerwonawą i połysk szklisty, ściany makroskopowo gładkie, dobrą łupliwość, równoległą do jednej ze ścian nie występującej na tych kryształach. Monacyt podobnie jak fergusonit jest silnie promieniotwórczy. W skład bowiem jego wchodzi, oprócz z'em rzadkich, wskazanych we wzorze (Ce, La, Dy ...)PO $_4$, przeważnie domieszka izomorficzna Th a kompensację ładunku uzyskuje się jednoczesnym zastąpieniem PO $_4$ przez SiO $_4$. Obecność ThO $_2$ i SiO $_2$, jaką nieraz stwierdzano w analizach monacytów, w proporcjach dających się ująć wzorem ThSiO $_4$, niektórzy byli skłonni przypisywać mechanicznym domieszkom torytu (ThSiO $_4$), o czym wspomina A. Pabst, C. C. Hutton (1951). Obecnie wiadomo, że oprócz tetragonalnej modyfikacji ThSiO $_4$, ulegającej izotropizacji, istnieje odmiana jednoskośna nosząca nazwę huttonitu, izostrukuralna z monacytem i podobnie jak on trwała.

W tabeli 5 zestawiono rentgenogramy uzyskane z monacytu ze Szklarskiej Poręby oraz monacytu z Chochi-wan z Południowej Korei (przyjętego jako wzorcowy), podanego zarówno w pracy A. Pabsta i C. C. Huttona (1951), jak również w zestawieniu zbiorczym w pracy M. W. Mollova (1959). Z ostatnio wymienionej pracy, poświęconej badaniom porównaw-

czym monacytów, wzięto *d/n* odpowiadające skrajnym wartościom dzieśięciu próbek tego minerału pochodzących z różnych miejscowości.

d. Cyrkon

Z próbki nr 9z wypreparowano też sporo ziarenek cyrkonów, których maksymalna wielkość wynosiła około 1,5 mm. Ziarenka te miały różną barwę: żółtą, czerwonoceglastą, różowofioletową oraz różny pokrój kryształów. Rentgenogramy sporządzone z paru kryształków były zasadniczo identyczne. Jeden z nich umieszczono w tabeli 2 razem z rentgenogramami cyrkonów wypreparowanych z innych próbek (kolumna 5). Z zestawienia podanego w tabeli 2 wynika, że rentgenogram z kolumny 5 ma kilka prążków, których nie ma we wzorcowym rentgenogramie (kolumna 1) cyrkonu, a które występują w rentgenogramie ksenotymu. Są to nr 13, 15, a poniekąd i nr 19. Prążki zaś nr 10, 11 mają natężenia opowiadające raczej odpowiednim prążkom ksenotymu. Prawdopodobnie jest to wywołane izomorficzną domieszką YPO_4 .

e. Rutyl (?)

Z wyseparowanych ciemnych minerałów o połysku półmetalicznym, barwie czarnej, dwa położono na kliszy jądrowej na jedną dobę. Dały one nieprzeliczalną ilość śladów cząstek α , podobnie jak płytka monacytu. To zadecydowało o ich wzięciu do dalszych badań rentgenograficznych, mających na celu zidentyfikowanie tych minerałów. Początkowo przypuszczano, że są to ilmenity, o których występowaniu w pegmatytach okolic Szlarskiej Poręby w paragenezie z cyrkonem, monacytem, ksenotymem i fergusonitem pisał H. Traube (1888).

Otrzymano rentgenogram, którego najsilniejsze prążki odpowiadały prążkom rutilu. Rutyl jednak nie usprawiedliwiłby tak silnej promieniotwórczości. Co prawda E. E. Picciotto (1952) wspomina o pracy J. Watersa, który stwierdził, że rutil i anataz znajdujące się w badanym przez niego granicie były promieniotwórcze. Aby się jednak przekonać, że ślady cząstek α , jakie zarejestrowała klisza jądrowa, nie pochodzą od zanieczyszczeń powierzchniowych, powierzchnię oszlifowano i po raz drugi położono próbkę na kliszy. Oszlifowane próbki dawały znacznie mniej torów, chociaż przedłużono czas ekspozycji do 72 godzin. Jednak i tu jeszcze występowały ogniska o większym zagęszczeniu.

Oprócz tego położono na kliszy minerał w postaci płaskiej płytki barwy brunatnoczerwonej, pokrytej w niektórych miejscach jak gdyby żółtawym nalotem. W polu zetknięcia płytki z kliszą jądrową obserwowano sporo torów, nie tak jednak dużo jak w przypadku dwu poprzednich próbek przy pierwszej ekspozycji. Tu też występowało jedno ognisko o wielkim zagęszczeniu torów cząstek α . Prawdopodobnie pochodziło ono od mikroskopijnych zanieczyszczeń powierzchni płytki, podobnie jak w przypadku dwu pierwszych ziarn mineralnych.

Przypuszczenie, że jedynie wrostki i zanieczyszczenia powierzchniowe powodowały tak silną promieniotwórczość, jaką początkowo zarejestrowały klisze, zostało potwierdzone dalszymi badaniami. Kliszę posypano proszkiem z tych ciemnych minerałów i po pięciodniowej ekspozycji uzyskano znacznie mniejszą ilość torów cząstek α niż w przypadku kliszy posypanej

Tabela 5

Zestawienie rentgenogramów proszkowych monacytów z różnych miejscowości

Lp.	Szklarska Poręba (CuK _α)		Chochi-wan, Korea południowa		Skrajne wartości 10 badanych przez M. W. Mollova monacytów	Prażki pochodzące od zanieczyszczeń
	<i>I</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>	<i>d/n</i>	<i>d/n</i>	<i>d/n</i>
1	<i>sl</i>	5,17	40	5,23	5,21 ÷ 5,26	5,16 ÷ 5,18
2	—	—	40	4,72	4,78 ÷ 4,82	4,05
3	<i>śr</i>	4,66	—	—	4,67 ÷ 4,69	4,42
4	<i>m</i>	4,17	60	4,17	4,17 ÷ 4,19	3,95
5	—	—	—	—	4,08 ÷ 4,11	3,84 ÷ 3,85
6	—	—	50	3,52	3,53 ÷ 3,54	3,48
7	<i>śr</i>	3,49	—	—	3,49 ÷ 3,52	3,44 ÷ 3,46
8	<i>m</i>	3,27	70	3,31	3,28 ÷ 3,30	3,21
9	—	—	—	—	3,12 ÷ 3,13	—
10	<i>bm</i>	3,07	100	3,09	3,07 ÷ 3,09	—
11	<i>bsl</i>	2,96	20	2,99	2,97 ÷ 2,99	—
12	<i>mb</i>	2,88	70	2,88	2,87 ÷ 2,88	2,81
13	<i>sl</i>	2,60	20	2,61	2,60 ÷ 2,62	2,57 ÷ 2,58
14	<i>sl</i>	2,44	B30	2,45	2,43 ÷ 2,45	—
15	<i>bsl</i>	2,32	—	—	—	—
16	<i>śr</i>	2,18	40	2,19	2,16 ÷ 2,18	—
17	<i>śr</i>	2,14	60	2,14	2,13 ÷ 2,14	—
18	<i>śr</i>	2,11	—	—	2,11 ÷ 2,12	—
19	<i>dm</i>	1,96	50	1,97	1,97	—
20	—	—	10	1,96	—	—
21	—	—	B20	1,90	1,90 ÷ 1,91	—
22	—	—	B60	1,68	1,88 ÷ 1,89	—
23	<i>dm</i>	1,86	—	—	1,85 ÷ 1,87	—
24	<i>bsl</i>	1,79	20	1,80	1,79 ÷ 1,81	—
25	—	—	40	1,77	1,77	1,78
26	<i>bsl</i>	1,75	60	1,75	1,75 ÷ 1,76	—
27	<i>śr</i>	1,73	—	—	1,73	1,72
28	—	—	60	1,70	1,69	—
29	<i>sl</i>	1,66	10	1,65	1,65 ÷ 1,66	—
30	<i>śr</i>	1,53	40	1,54	1,54 ÷ 1,55	—

proszkiem z monacytu, chociaż przy pierwszej ekspozycji płytki rutylu i monacytu dawały takie samo zagęszczenie torów. Ani uran, ani tor nie mogą wchodzić diadochowo w sieć rutylu, gdyż ich promienie jonowe są znacznie większe od promienia jonowego tytanu ($U^{4+} = 1,05 \text{ \AA}$, $Th^{4+} = 1,10 \text{ \AA}$, $Ti^{4+} = 0,64 \text{ \AA}$ wg V. M. Goldschmidta, $U^{4+} 0,97 \text{ \AA}$, $Th^{4+} 1,02 \text{ \AA}$, $Ti^{4+} 0,68 \text{ \AA}$ wg H. Ahrensa). Mogły się więc tam znaleźć w postaci wrostków i cienkich błonek pokrywających kryształ i spękania w nim.

Ze względu na uzyskanie na powierzchni zetknięcia płytki brunatnej z kliszą jądrową licznych torów cząstek α , płytkę poddano badaniom

rentgenograficznym. Otrzymany rentgenogram różnił się pozornie od rentgenogramów dwu poprzednich mineralów barwy czarnej. Obliczone odległości płaszczyzn sieciowych d/n okazały się jednak identyczne dla wszystkich rentgenogramów, jedynie znacznie się różniły natężenia niektórych prążków, a szczególnie prążka nr 3. Występowanie jego w rentgenogramie brunatnej płytki umieszczonej w tabeli 6 pod nr 1 (Szkłarska Poręba)

Tabela 6

Zestawienie rentgenogramów proszkowych rutyli wzorcowego i kilku próbek ze Szkłarskiej Poręby

Lp.	Z Semiz-Bugu		Z Szkłarskiej Poręby					
	I	d/n	1		2		3	
			I	d/n	I	d/n	I	d/n
1	3	(3,598)		—	śr	(3,68)	śr	(3,68)
2	9	3,242	bm	3,24	m	3,24	dm	3,20
3	1	(2,750)	bsł	(2,68)	m	(2,68)	dm	(2,68)
4	8	2,488	m	2,49	m	2,49	dm	2,49
5	2	2,294		—		—		—
6	7	2,189	dm	2,179	śr	2,179	śr	2,179
7	3	2,053	bsł	2,05	bsł	2,05	bsł	2,05
8	4	(1,870)		—	śł	(1,87)	śł	(1,87)
9	2	(1,800)		—	śł	(1,82)	śł	(1,81)
10	10	1,689	bm	1,68	bm	1,68	bm	1,68
11	8	1,624	śr	1,62	bsł	1,62	bsł	1,62
12	3	1,482	śł	1,47	śr	1,47	śr	1,47
13	4	1,453	śł	1,44	śr	1,44	śr	1,44
14	6	1,362	dm	1,35	śr	1,35	śr	1,35
15	3	1,347		—		—		—
16	2	1,169		—		—		—
17	2	1,149		—		—		—
18	4	1,093	śł	1,093		—		—
19	5	1,041	śł	1,041		—		—
20	4	0,888	śł	0,888		—		—
21	5	0,874	śł	0,877		—		—
22	3	0,841	śł	0,843		—		—

1 — płytka o zabarwieniu brunatnym CuK_α z Ni

2 — kryształ przypominający ścisty ośmiościan ściana (111) CuK_α z Ni

3 — płytka barwy czarnej CuK_α

można byłoby przypisać promieniowaniu K_β lampy miedziowej użytej do zdjęcia. Ten prążek jest tu bardzo słaby, a obliczona dla niego odległość sieciowa d/n , przy długości fali CuK_β , wynosi 2,42, jest więc dość bliska wartości 2,49 Å. W dwu pozostałych próbkach natężenie prążka nr 3 jest natomiast takie samo jak silnych prążków pochodzących od CuK_α , bez względu na to czy zdjęcie było robione z filtrem Ni, czy też bez filtru. Z tego powodu nie można go uważać za prążek pochodzący od promieniowania CuK_β , a raczej należy przypisać obcym domieszkom, które w płytce brunatnej występowały w minimalnych ilościach, w minerałach natomiast

barwy czarnej stanowiły prawdopodobnie znaczny procent. Te dwa ostatnie minerały nie są więc „czystymi“ rutylami i ich dokładne określenie wymaga dalszych badań.

W tabeli 6 podano zestawienie rentgenogramu rutylu z Semiz-Bugu (W. I. Michiejew, 1957), przyjętego jako wzorcowy i rentgenogramów trzech próbek ze Szklarskiej Poręby.

ZESTAWIENIE WYNIKÓW

Z zestawienia wyników badań pastylek sprasowanych z pegmatytów ze Szklarskiej Poręby, podanych w tabeli 1 widać, że stosunek koncentracji toru do uranu jest bliski 1, a więc różny od wartości przyjmowanej dla skał kwaśnych bliższej 3. Największe odchylenie od tej wartości występuje w przypadku próbki nr 9 z. Ta próbka zawdzięczała swoją promieniotwórczość przede wszystkim fergusonitowi, którego ziarn było w niej znacznie więcej niż w innych minerałach promieniotwórczych. Fergusonity, jak to wynika z analiz przytaczanych w piśmiennictwie (A. I. Komkow, 1957; P. Pellas, 1954), jako domieszkę promieniotwórczą mają przede wszystkim uran. Niektóre nawet nie wykazują śladów toru. Wyjątek stanowi fergusonit z Naegi (Japonia), który miał trzykrotnie więcej toru niż uranu. Fergusonity z próbki nr 9 z mają prawdopodobnie przewagę zawartości uranu nad torem, co z kolei odbiło się na stosunku C_{Th}/C_U obliczonym z długich torów jej pastylki.

Na podstawie obserwacji szlifów przypuszcza się, że fergusonity występują również w innych badanych próbkach, a więc ich domieszka uranu może wpływać na odchylenie stosunku C_{Th}/C_U od 3 do wartości mniejszej. Z drugiej strony zbyt mała ilość danych statystycznych, dotyczących zmierzonych torów dla poszczególnych pastylek, mogła dać właściwie tylko przybliżoną wartość tego stosunku; co prawdę w trzech przypadkach jest ona stale bliska 1.

Z badanych próbek największą promieniotwórczość wykazała próbka nr 9 z, chociaż obliczona tu wartość odpowiada raczej aktywności pozostałej masy skalnej po usunięciu silnych makroskopowych centrów promieniotwórczych, jakimi były skupienia fergusonitu, monacytu i częściowo cyrkonu. Na drugim miejscu znajduje się próbka 14 z, dla której z dwu różnych pastylek koncentracja uranu i toru wynosi średnio $3,13 \cdot 10^{-5}$ g/g.

Z badanych próbek największą promieniotwórczość wykazała próbka gruboziarnistej skały. Jej promieniotwórczość, przed usunięciem widocznych ziarn minerałów radioaktywnych, znacznie przewyższała promieniotwórczość pozostałych próbek mających strukturę drobnoziarnistą. Ze względu na gruboziarnistość tej skały nie można pobranej próbki uważać za typową dla całej żyły i uogólniać wyników, wyciągając wnioski o większej radioaktywności pegmatytów niż innych skał magmowych. Pozostałe próbki o strukturze drobnoziarnistej miały koncentrację uranu i toru zbliżoną do koncentracji tych pierwiastków w granitach z Karkonoszy badanych przez C. J. Szwaacką (1956).

Z identyfikacji minerałów wynika, że aktywność badanych próbek pegmatytów wywołują przede wszystkim: cyrkon, fergusonit, monacyt. Silna promieniotwórczość rutylu, występującego w jednej z próbek, jest praw-

dopodobnie uwarunkowana zanieczyszczeniami powierzchniowymi i wzrostami minerałów zawierających pierwiastki promieniotwórcze. Oprócz tego obserwowano gromadzenie się substancji promieniotwórczych na styku ziarn mineralnych. Nie wyklucza się możliwości istnienia w pegmatytach ze Szklarskiej Poręby innych minerałów promieniotwórczych, których jednak nie udało się określić drogą optyczną w cienkich szlifach, ani wyseparować z próbek skalnych.

Rozmieszczenie minerałów radioaktywnych w próbce nr 9 z wzdłuż płaszczyzn spękań wskazywałoby na wtórne późniejsze ich powstanie niż samej żyły.

Obecność pierwiastków promieniotwórczych spowodowała przejście niektórych minerałów w stan metamiktyczny, zwłaszcza metamiktycznym minerałem był fergusonit, podobnie jak w innych miejscach występowania. Rekrystalizację fergusonitu uzyskano przez ogrzewanie w temperaturze 800°C i otrzymano rentgenogram zgodny z rentgenogramem naturalnego anizotropowego fergusonitu krystalizującego w układzie tetragonalnym.

Przy identyfikacji rentgenograficznej minerałów promieniotwórczych w rentgenogramach cyrkonów stwierdzono odchylenie upodabniające je do ksenotymu, co prawdopodobnie jest wywołane domieszką izomorficzną YPO_4 . Również minerały barwy czarnej, określone jako rutyle, miały prążki wskazujące na obecność zanieczyszczeń obcymi domieszkami.

Pracę wykonano w Zakładzie Mineralogii UMK w Toruniu. Pragnę tu podziękować Mgr J. C. Szwaackiej za zapoznanie mnie z metodą klisz jądrowych.

Zakład Mineralogii UMK w Toruniu

Nadesłano dnia 7 kwietnia 1960 r.

PIŚMIENNICTWO

- BERMAN J. (1955) — Identification of metamict minerals by X-ray diffraction. Amer. Min., 40, p. 805—827, nr 9. Menasha.
- COPPENS R. (1950) — Étude de la radioactivité de quelques roches par l'émulsion photographique. Bull. Soc. Fr. Min. Crist., 73, p. 217—321. Paris.
- CURIE I. (1946) — Sur la possibilité d'étudier l'activité des roches par l'observation des trajectoires des rayons α dans l'émulsion photographique. Journ. Phys. Rad. 7, p. 313, nr 11.
- ФАУЛ Г. (1956) — Ядерная геология. Изд. Иностран. Лит. Москва.
- GASPERIN M., LAGRANGE R. (1956) — Sur un zircon voisin du gisement de thortveitite de Befanamo (Madagascar). Bull. Soc. Fr. Min. Crist., 79, p. 118—128. Paris.
- КОМКОВ А. И. (1957) — О фергусоните. Зап. Всес. Мин. Общ., 86, стр. 432—444. Москва, Ленинград.
- МИХЕЕВ В. И. (1957) — Рентгенометрический определитель минералов. Гостеолтехиздат. Москва.
- MOLLOV M. W. (1959) — A comparative study of ten monazites. Amer. Min., 44, p. 510, nr 5—6. Menasha.

- НИКИТИН В. Д. (1957) — Особенности редкометальной минерализации в пегматовых жилах. Зап. Всес. Мин. Общ., 86, стр. 18—27. Москва, Ленинград.
- PABST A., HUTTSON C. C. (1951) — Huttonite, a new monoclinic thorium silicate. Amer. Min., 36, p. 60—69. Menasha.
- PABST A. (1952) — The metamict state. Amer. Min., 37, p. 137—157. Menasha.
- PELLAS P. (1954) — Sur une fergusonite anisotrope de Naegi (Japon). Bull. Soc. Fr. Min. Crist., 77, p. 461—478. Paris.
- PICCIOTTO E. E. (1952) — Distribution de la radioactivité dans les roches éruptives (Granite du Kasai — Congo Belge). Bull. Soc. Belge Géol. Paléont., d'Hydr., 61, p. 215—222. Bruxelles.
- PICCIOTTO E. E. (1952) — Utilisation des emulsion liquides dans l'étude de la radioactivité des roches. Bull. Cent. Phys. Nuc. Univ. Libre Bruxelles, p. 1—5.
- SAUKOW A. (1953) — Geochemia. Wyd. Geol. Warszawa.
- SMULIKOWSKI K. (1955) — Minerale skałotwórcze. Wyd. Geol. Warszawa.
- SZWACKA C. J. (1954) — Badanie promieniotwórczości naturalnej skał metodą klisz fotograficznych. Pos. Fiz., 5, p. 318—333, nr 3. Warszawa.
- SZWACKA C. J. (1956) — Analiza promieniotwórczości granitu z Karkonoszy. Arch. min., 19, p. 9—16, nr 1. Warszawa.
- TAMBURINO S. M., STELLA A. (1952) — Determinazione della radioattività di una pegmatite di Delianowa mediante emulsioni nucleari esposte a strati di roccia polverizzata e compressa ed a sezioni sottili. Nuovo Cimento, 9, p. 253, nr 3.
- TRAUBE H. (1828) — Die Minerale Schlesiens. J. U. Kern's Verl. Breslau.
- TWARDOWSKA B. (1954) — Rozkład ciał promieniotwórczych w granitach badany metodą szlifów i emulsji jądrowej. Pos. Fiz., 5, p. 334—342, nr 3. Warszawa.
- ZMYSŁOWSKA S. (1954) — Wyznaczanie stosunku zawartości toru do uranu w próbkach skał. Pos. Fiz., 5, p. 343—348, nr 3. Warszawa.

Зофия СКПАТ

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОАКТИВНОСТИ ПЕГМАТИТОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ ШКЛЯРСКОЙ ПОРЕМБЫ МЕТОДОМ ЯДЕРНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Резюме

Измерение количества радиоактивных элементов, содержащихся в пегматитах окрестностей Шклярской Порембы (Карконоше), проведено методом ядерных эмульсий экспонированных на спрессованных таблетках изготовленных из породы размельченной в порошок. Для четырех разных образцов получена следующая концентрация тория и урана; $1,90 \cdot 10^{-5}$ g/g, $1,34 \cdot 10^{-5}$ g/g, $3,13 \cdot 10^{-5}$ g/g, $5,06 \cdot 10^{-5}$ g/g. Отношение концентрации тория к урану вычислено на основании измерения длинных траекторий и получено для трех первых образцов число близкое 1, а для четвертого образца — 0,25. Идентификация радиоактивных минералов была проведена оптическим путем в шлифах покрытых жидкой ядерной эмульсией и рентгенографическим анализом выделенных минералов, радиоактивность которых констатировано экспозицией на пластинке с ядерной эмульсией. На

этом основании принято что главным источником радиоактивности исследуемых пегматитов является циркон, фергусонит и монацит, а кроме того радиоактивные вещества концентрируются в трещинах и на стыках минеральных зерен. Радиоактивность рутила, появляющегося в одном из образцов, приписывается включениям.

Zofia SKRZAT

INVESTIGATION OF RADIOACTIVITY OF PEGMATITES FROM SZKLARSKA PORĘBA REGION BY METHOD OF NUCLEAR PLATES

Summary

The measurement of the quantity of radioactive elements contained in the pegmatites from the Szklarska Poręba (Karkonosze) region was accomplished by the method of nuclear plates, exposed to compressed tablets made of the pulverized rock. For four different samples of investigated tablets the author found the following concentrations of thorium and uranium: $1.90 \cdot 10^{-5}$ g/g, $1.34 \cdot 10^{-5}$ g/g, $3.13 \cdot 10^{-5}$ g/g and $5.06 \cdot 10^{-5}$ g/g. She computed the proportion of concentration of thorium to uranium by measurements of long trajectories, and for the first three samples she obtained a value approximating 1, for sample fourth a value of 0.25. The author identified the radioactive minerals optically in thin sections covered by a liquid nuclear emulsion, and by X-ray analysis of the minerals separated from the samples; the radioactivity of these minerals was determined by exposure on nuclear plates.

On the basis of these experiments the author concludes that the main source of radioactivity of the investigated pegmatites is zircon, fergusonite and monazite and, moreover, that the radioactive substances are concentrated in fractures and at contact surfaces of the mineral grains. The radioactivity of rutile, occurring in one of the samples, the author ascribes to superficial impurities and inclusions.

TABLICA I

- Fig. 1. Duży kryształ monacytu (w środku). W prawym rogu u dołu widoczny jest zespół kilku ziarenek, wśród których są cyrkonony i monacyt
Large monazite crystal (in center). In right hand bottom corner is visible a group of several small grains with zircons and monazite among them
- Fig. 2. Duży kryształ cyrkonu. Obok ziarno barwy brunatnożółtej, przypuszczalnie fergusonit. U dołu ciemna plama — uszkodzony szlif
Large zircon crystal. Next to it, a grain of brown-yellow colour, probably fergusonite. At bottom, a dark spot—damaged thin section
- Fig. 3. Ziarenko cyrkonowe z zespołu widocznego na fig. 1
Small zircon grain from the group visible in Fig. 1
- Fig. 4. Kryształek prawdopodobnie monacytu z tego samego zespołu
Small crystal, probably of monazite, from identical group
- Fig. 5. Dwa ziarenka silnie promieniotwórcze
Two small grains of intense radioactivity
- Fig. 6. To samo co na fig. 5, przy innym powiększeniu
Identical as Fig. 5, in different enlargement



Fig. 1

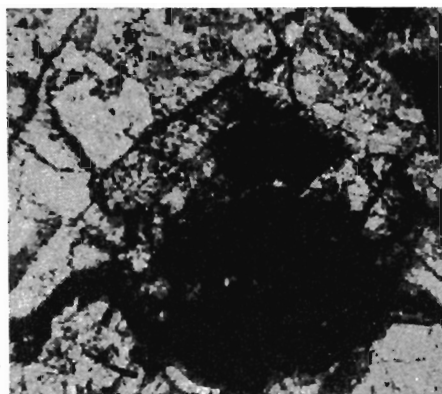


Fig. 2

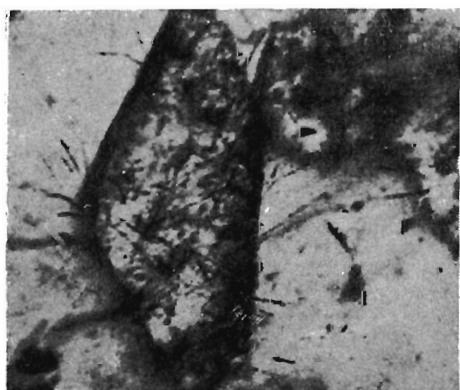


Fig. 3

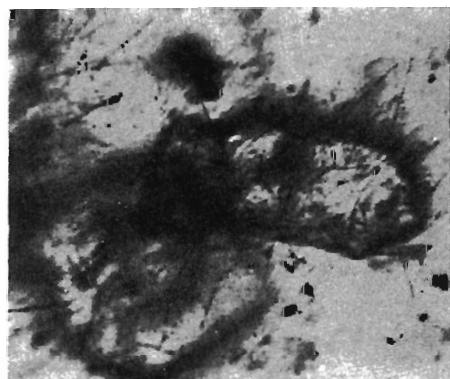


Fig. 4

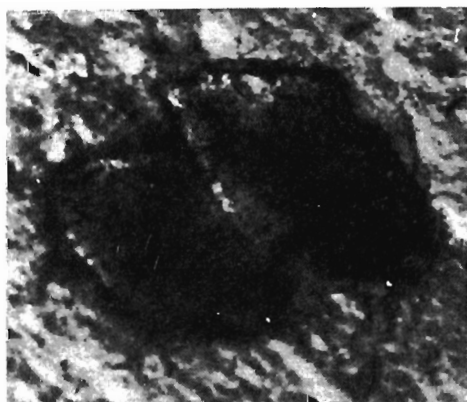


Fig. 5

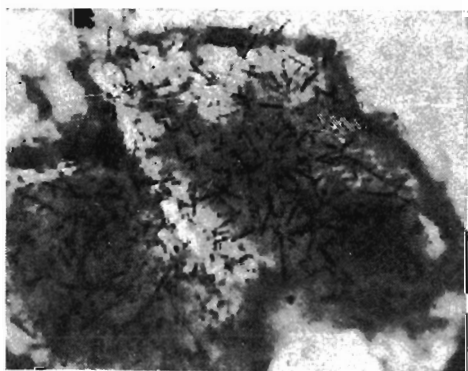


Fig. 6

Zofia SKRZAT — Badania promieniotwórczości pegmatytów okolic Szklarskiej Poręby metodą klisz jądrowych

TABLICA II

- Fig. 7. Dwa ziarenka, przypuszczalnie cyrkonu; jedno jasne, drugie o zabarwieniu czerwonym z widocznymi torami cząstek α
Two small grains, probably of zircon; one of them bright, the other of reddish colour with visible α radiation
- Fig. 8. Fragment fergusonitu (?) z fig. 2 pod imersją. Na jego tle widoczne jest zagęszczenie torów cząstek α
Fragment of fergusonite (?) from Fig. 2, under immersion. On its background is visible an accumulation of α radiation
- Fig. 9. Wrostek minerału promieniotwórczego, prawdopodobnie cyrkonu, w ciemnym nieprzezroczystym ziarnie tlenku żelaza
Inclusion of radioactive mineral, probably zircon, in a dark non-transparent grain of iron oxide
- Fig. 10. Żółtawa plama bez wyraźnych konturów ziarna, a na jej tle zagęszczenie cząstek α
Yellowish spot without distinct grain outlines; on its background is distinctly visible a concentration of α radiation
- Fig. 11. Przypuszczalnie monacyt
Probably monazite
- Fig. 12. Cyrkon
Zircon

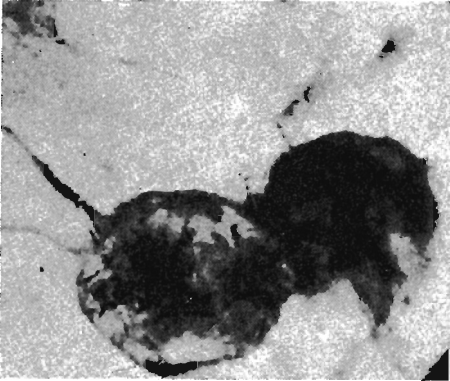


Fig. 7



Fig. 8

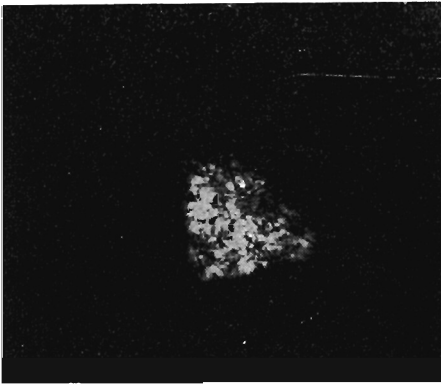


Fig. 9

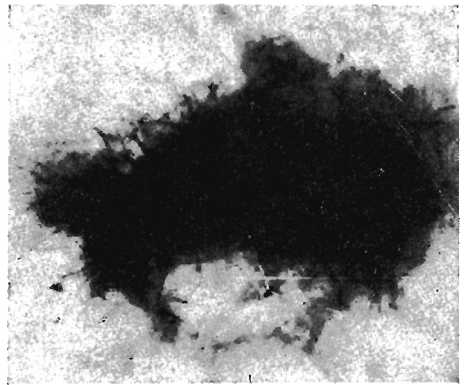


Fig. 10

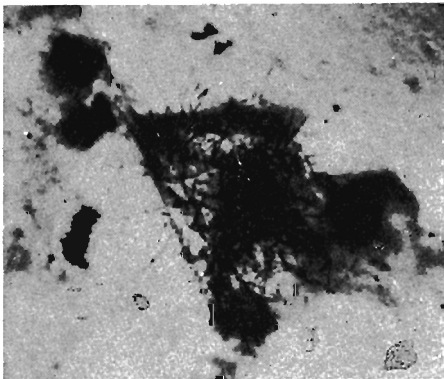


Fig. 11

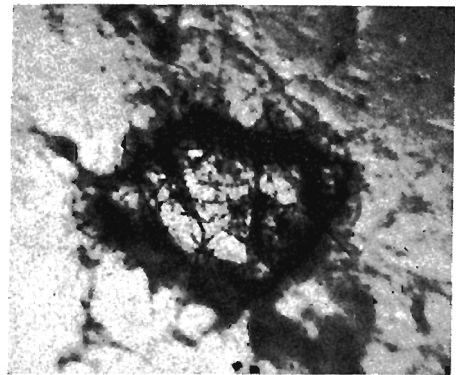


Fig. 12

Zofia SKRZAT — Badania promieniotwórczości pegmatytów okolic Szklarskiej Poręby metodą klisz jądrowych