

UKD 552.333.2.08:546.32:552.31(438.232 Zawiercie)

Andrzej MANECKI, Marek MUSZYŃSKI

Trachity potasowe z Zawiercia

Autorzy wykonali badania mikroskopowe, rentgenograficzne, spektroskopowe w podczerwieni i chemiczne wybitnie wzbogaconych w potas trachitów nawierconych w Zawierciu, dostarczając nowych faktów do ciągle otwartego problemu tzw. kalifikacji niektórych skał magmowych obszaru krakowsko-śląskiego.

WSTĘP

W otworze wiertniczym ZMZ-87, zlokalizowanym w centrum Zawiercia (fig. 1), napotkano na dwie intruzje skał magmowych odmiennych od dotychczas opisywanych w tym rejonie (O. Juskowiak i in., 1978). Występują one na niewielkich głębokościach: dajka górna 57,5–58,5 m, a dajka dolna 63,6–67,4 m. Pomiędzy nimi oraz w stropie górnej dajki spoczywają dolomity. Poniżej zaś dolnej dajki występują kwarcowe piaskowce o spoiwie kwarcowym z domieszką hydromik i dolomitu. Cały ten kompleks skał (od 25,0 do 71,3 m) zaliczony został przez S. Rogoża z Zakładu Badań Geologicznych w Krakowie do dewonu. Wyżej leżą osady czwartorzędu.

Do badań skał zastosowano metody mikroskopowe (w tym także analizę ilościową), dyfraktometrię rentgenowską (głównie w celu określenia składu mineralnego tła skalnego i typu K-skaleni), spektrofotometrię w podczerwieni (do ustalenia stanu struktury K-skaleni) oraz analizę chemiczną (skał i prakryształów).

Autorzy dziękują Dyrekcji Zakładu Badań Geologicznych w Krakowie za udostępnienie rdzeni wiertniczych, mgrowi inż. Zambalynowi Batdelgerowi za ich opróbowanie i wstępne opracowanie materiału skalnego oraz magistrom Markowi Sikorze i Janowi Tarkowskiemu za wykonanie analiz chemicznych.

WYNIKI BADAŃ MINERALOGICZNO-PETROGRAFICZNYCH

CECHY MAKROSKOPOWE

Skały górnej dajki mają strukturę porfirową, a teksturę nieuporządkowaną, miejscami porowatą. W afanitowym cieście skalnym o barwach: jasnopopielatej, popielatofioletowej lub białozielonej widoczne są brunatnoróżowe

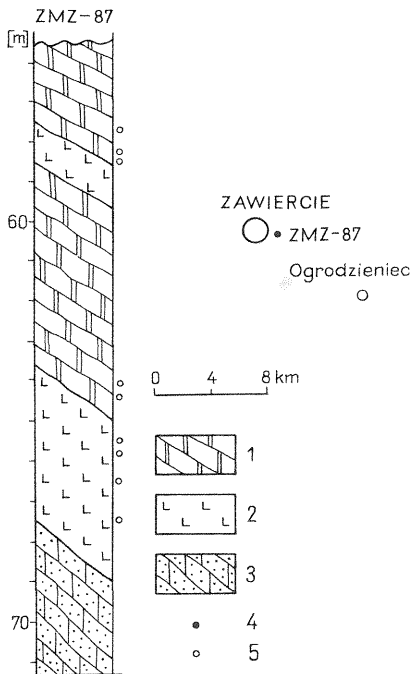


Fig. 1. Profil litologiczny utworów paleozoicznych z otworu ZMZ-87 oraz jego lokalizacja

Lithological column of Paleozoic rocks and location of the borehole ZMZ-87

1 – dolomity dewońskie; 2 – trachity; 3 – piaskowce dewońskie; 4 – otwór wiertniczy; 5 – miejsce próbowania
 1 – Devonian dolomites; 2 – trachytes; 3 – Devonian sandstones; 4 – borehole; 5 – sampled points

i białe prakryształy skaleni wielkości do 5 mm i mniej lub bardziej prawidłowych zarysach, a podrzędnie czarne blaszki biotyty. Stosunek ilościowy prakryształów do tła skalnego oceniono na około 1:3. Skala omawianej dajki w niższej jej części jest zwięzła, natomiast w stropie jest rozsypliwa i łatwo lasuje się w wodzie.

Nieco odmiennie jest wykształcona d a j k a d o l n a. Barwa skały jest jasnopielata, a tylko lokalnie z odcieniem fioletowym, żółtawym lub zielonym. Ponadto stwierdzono w niej wąskie strefy o nieregularnym przebiegu, zaznaczające swoją obecność barwą niemal białą z zielonym odcieniem. Omawiana skała ma strukturę porfirową, zatartą przez wtórne procesy. Wśród prakryształów przeważają białe skaleni o wyraźnie zaokrąglonych zarysach oraz podrzędnie blaszki czarnego biotyty. Stwierdzono także nieregularne skupienia szarego kwarcu. Wielkości prakryształów skaleni i skupień kwarcu nie przekraczają 5 mm. Ciasto skalne przeważa ilościowo nad prakryształami, które rozmieszczone są bezładnie, ale stosunkowo równomiernie.

WYNIKI BADAŃ MIKROSKOPOWYCH

D a j k a g ó r n a. Jest to skała o strukturze holokrystaliczno-porfirowej oraz bezładnej lub lokalnie fluidalnej teksturze. W grupie prakryształów przeważają K-skalenie, składnikiem podrzędnym jest biotyt, a akcesorycznymi: apatyt, kwarc i minerały nieprzezroczyste (tab. 1).

W tle skalnym dominują mikrolity K-skaleni o listewkowych lub izometrycznych kształtach, drobne łuski łuszczyków o cechach optycznych zbliżonych do cech biotyty, a sporadycznie obecne są apatyt i minerały nieprzezroczyste. W stropie dajki stwierdzono argilizację tła skalnego: przeważa substancja ilasta o cechach optycznych hydromik, a także obserwuje się większy udział minerałów nieprzezroczystych. W niższych partiach dajki argilizacja jest słabsza, obserwuje

Tabela 1
Wyniki analiz planimetrycznych trachitów
z otworu ZMZ-87 w Zawierciu (w % obj.)

Składniki		Dajka górna		Dajka dolna
		57,7 m	58,3 m	66,5 m
Prakryształy	skaleń potasowy	20,0	14,6	15,5
	biotyt	1,4	1,4	1,0
	inne	1,9	0,8	0,6
Ciasto skalne		76,7	83,2	70,9
Migdały*		—	—	12,1
Suma		100,0	100,0	100,0

* składniki migdałów: chalcedon, kwarc i niekiedy minerały węglanowe oraz tlenki żelaza

się natomiast niewielkie przejawy sylikacji wyrażone obecnością cienkich żyłek, niewielkich skupień i obwódek wokół prakryształów, utworzonych ze sferolitów chalcedonowych o mikroskopijnych rozmiarach lub z drobnokrystalicznego kwarcu.

Prakryształy skaleni tworzą najczęściej zrosty glomerofirowe, rzadziej są to pojedyncze osobniki lub bliźniaki karlsbadzkie (tabl. I, fig. 5, 6). Wielkości ich wahają się w granicach 0,04–5 mm, zwykle są to osobniki idio- lub hipidiomorficzne. Cechy optyczne, m. in. mały kąt osi optycznych ($2V \sim 0^\circ$), wskazują że są to K-skalenie typu „niżjtemperaturowego” sanidynu. Poszczególne osobniki wygaszają światło w sposób niejednostajny, sektorowo (tabl. I, fig. 5, 6). Wokół niektórych prakryształów K-skaleni stwierdzono skaleniowe obwódki regeneracyjne (tabl. II, fig. 7). W wielu osobnikach skaleni spotyka się robakokształtne mikrokwawermy, będące prawdopodobnie efektem selektywnego ługowania tych minerałów (tabl. II, fig. 8). Często są one wypełnione substancją ilastą, mikrokrystaliczną krzemionką lub minerałami nieprzezroczystymi. W prakryształach skaleni ze stropowej i spągowej części intruzji proces ten jest daleko zaawansowany – wtórne minerały zastępują duże obszary skaleni lub nawet tworzą pseudomorfozy.

Biotyt jest podrzędnym składnikiem w grupie prakryształów. Charakteryzuje się wydatnym pleochroizmem: α – białozielony, $\beta = \gamma$ – oliwkowozielony. W idio- lub hipidiomorficznych blaszkach tego materiału pospolite są wrostki apatytów i minerałów nieprzezroczystych. W stropowej i spągowej części dajki biotyt jest zmieniony i zastąpiony przez minerały nieprzezroczyste, substancję ilastą lub drobnokrystaliczną krzemionkę. Wielkość blaszek tego minerału waha się w granicach 0,045–1,1 mm.

Apatyt – akcesoryczny składnik omawianych skał – tworzy formy słupków o zróżnicowanej długości: 0,02–0,16 mm i elongacji: 1/2–1/5, a tylko wyjątkowo 1/10.

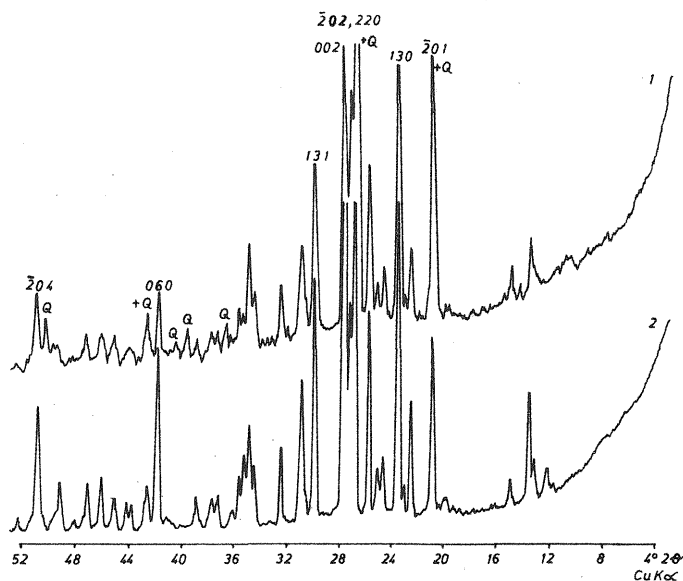


Fig. 2. Dyfraktogramy rentgenowskie wyseparowanego z trachitów ciasta skalnego (1) oraz prakryształów skaleni potasowych (2)

X-ray diffractographs of groundmass (1) and praeocrystals of K-feldspars (2) separated from trachytes
 Q - refleksy pochodzące od domieszki kwarcu; +Q - refleksy kwarcowe koincydujące ze skaleniowymi
 Q - reflections related to quartz admixture; +Q - quartz reflections coinciding with those of feldspars

Pojedyncze prakryształy kwarcu obserwowano jedynie w próbce z głębokości 57,5 m. Są one ksenomorficzne, z licznymi zatokami korozyjnymi i wrostkami mikrokrystalicznego ciasta skalnego. Wielkość ich nie przekracza 2,1 mm.

Obserwacje mikroskopowe preparatów polerowanych wskazują, że minerały nieprzezroczyste reprezentowane są przez piryty, tlenki tytanu oraz magnetyt.

D a j k a d o l n a. Jak wynika z badań mikroskopowych, skały intruzji dolnej są niemal analogicznego typu jak występujące w dajce górnej. Różnią się znacznie większym stopniem przeobrażeń, które szczególnie są nasilone w wyższej części omawianej dajki, zacierając pierwotną strukturę tych skał. Skały mają strukturę holokrystaliczno-porfirową, a teksturę w przewodzie nieuporządkowaną, lokalnie fluidalną. Ciasto skalne ilościowo przeważa nad prakryształami. W grupie prakryształów dominują K-skalenie nad biotytem (tab. 1). Akcesorycznie występują

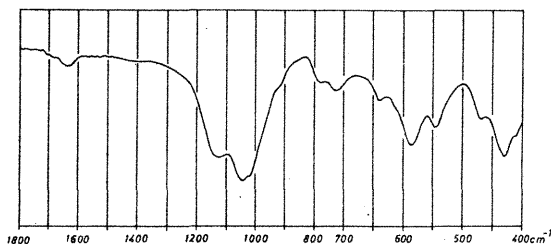


Fig. 3. Krzywa absorpcyjna w podczerwieni prakryształów skaleni potasowych wyseparowanych z trachitów

Infrared absorption curve of K-feldspar praeocrystals separated from trachytes

apatyt i minerały rudne. Ponadto w intruzji tej są obecne migdały zbudowane z kwarcu i chalcedonu, niekiedy współwystępującymi z minerałami węglanowymi i hematyt. Migdały są rozmiarami zbliżone do prakryształów.

W cieście skalnym dominują składniki wtórne: minerały ilaste, węglanowe i mikrokrystaliczna krzemionka, zastępuje mikrolity K-skaleni i drobnousteczkowy biotyt – pierwotne składniki tła.

Prakryształy K-skaleni nie różnią się od prakryształów występujących w dajce górnej. Przeważnie są one częściowo lub całkowicie zastąpione przez substancję ilastą o cechach optycznych serycytu – hydromik, minerały nieprzezroczyste oraz podrzędnie węglany. Najmniej przeobrażone skały w tej dajce stwierdzono na głębokości 66,5 m. Niemal nie zmienione w omawianej dajce są prakryształy biotytu. Jego cechy optyczne są analogiczne, jak biotytów górnej intruzji, a wielkość blaszek waha się w granicach 0,02–1,2 mm. Podobnie jak w dajce górnej wykształcony jest apatyt. Minerały nieprzezroczyste reprezentowane są również przez pirit, magnetyt i tlenki tytanu.

Prakryształy skaleni. Badaniami rentgenowskimi i spektroskopowymi w podczerwieni potwierdzono, że są to K-skalenie o wysokim stopniu nieuporządkowania Si/Al w sieci krystalicznej. Na dyfraktogramach rentgenowskich dowodzą tego nie rozdzielone i ostre refleksy 130 i 131 (fig. 2). Położenie refleksu 201 świadczy o niewielkich ilościach sodu w ich strukturze, a brak albitowego refleksu 002 dowodzi nieobecności mikro- lub kryptopertytów. Rozmyte pasma widma w podczerwieni (fig. 3), zwłaszcza w zakresie $700-800\text{ cm}^{-1}$, potwierdzają te spostrzeżenia – jest to K-skaleń typu sanidynu.

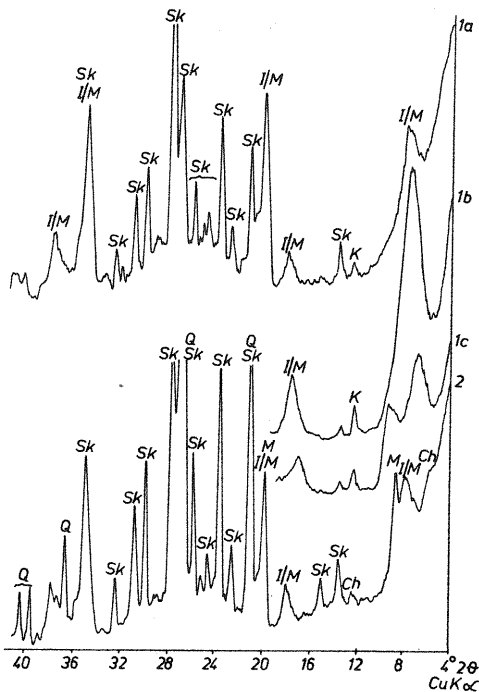


Fig. 4. Dyfraktogramy rentgenowskie zmienionych trachitów z otworu ZMZ-87
X-ray diffractograms of altered trachytes from the borehole ZMZ-87

Tł o s k a l n e. Badaniami rentgenowskimi stwierdzono, że minerałem dominującym w nie zmienionym tle skalnym jest K-skaleń (fig. 2). Na dyfraktogramach skał zmienionych (fig. 4) zarejestrowano w zakresie niskokątowym refleksy ok. $7,5^{\circ}2\theta$ wskazujące na obecność substancji ilastej. Jak wykazano badaniami uzupełniającymi (próbki nasycone glikolem) są to uporządkowane przerosty illitowo-montmorillonitowe o udziale ok. 20% montmorillonitu (R.C. Reynolds, J. Hower, 1970), za czym przemawia rozdwojenie wspomnianego refleksu: $9,1$ i $6,9^{\circ}2\theta$, jak również zmiana położenia refleksu $17,7$ do $17,0^{\circ}2\theta$. W zespołach skał objętych powyższym procesem argilizacji stwierdzono podrzędnie ilości kaolinitu, a w dajce dolnej nieco chlorytu.

S k a ł y. Analizy chemiczne (tab. 2) wykazały, że są to twory nasycone krzemionką, w ilości 61–63% wag. SiO_2 , o bardzo wysokiej zawartości potasu: 12,5–15,5% wag. K_2O . Udział sodu jest znikomy i waha się w granicach 0,4–0,55% wag. Na_2O . Tym samym wyniki analiz chemicznych potwierdziły skład fazowy powyższych skał określony mikroskopowo i rentgenograficznie.

P r a k r y s z t a ł y s k a l e n i. Skład chemiczny wyseparowanych prakryształów skaleni (tab. 2) jest zbliżony do teoretycznego składu skalenia potasowego. Stwierdzono w nich ponadto niewielkie ilości sodu, wapnia, żelaza i tytanu, z których dwa pierwsze wiązać należy z podstawieniami izomorficznymi w analizowanych skaleniach, zaś pozostałe – z obecnością w nich obcych faz mineralnych.

Wyniki analiz chemicznych (% wag.)

Tabela 2

Składniki	Trachity z Zawiercia (otwór ZMZ-87)*			Tzw. porfiry z Gołonoga wg W. Heflika (1961)	
	Skały		Prakryształy		
	dajka górna (57,7 m)	dajka dolna (66,5 m)	dajka górna (57,5 m)		
SiO_2	61,20	63,35	63,30	66,10	56,55
Al_2O_3	17,60	16,25	16,00	15,91	20,75
CaO	1,40	0,85	0,60	1,28	1,24
MgO	0,50	1,20	0,35	0,79	1,10
FeO	0,35	1,10	0,40	0,18	0,63
Fe_2O_3	0,40	1,00	0,25	0,10	0,45
Na_2O	0,55	0,40	0,45	1,73	0,95
K_2O	15,70	12,50	16,00	9,86	14,20
TiO_2	0,45	0,45	0,10	0,79	1,61
MnO	0,001	0,01	0,001	0,05	0,11
P_2O_5	n.o.	n.o.	n.o.	1,20	1,18
H_2O	0,20	0,64	0,60	n.o.	n.o.
H_2O^+	0,95	1,70	1,30	n.o.	n.o.
Str. praż. (1000°C)	0,60	0,81	0,60	2,79	1,85
Suma:	99,901	100,26	99,951	100,78	100,62

* analitycy: M. Sikora, J. Tarkowski – Instytut Geologii i Surowców Mineralnych AGH; n.o. – składnika nie oznaczono

WNIOSKI

1. Skąły magmowe obu dajek, mimo pewnych różnic w wykształceniu, są genetycznie pokrewne. Charakteryzuje je zbliżony skład chemiczny i mineralny, cechy strukturalno-teksturalne oraz analogiczne przejawy wtórnych przeobrażeń.

2. Skład chemiczny badanych skał cechuje bardzo wysoka zawartość potasu (do blisko 16% K_2O w górnej dajce), przy znikomym udziale sodu (do około 0,6% Na_2O). Jest on zbliżony do składu chemicznego trachitów potasowych opisywanych przez W. Heflika (1961) z okolic Gołonoga.

3. Stwierdzono, że wysoka zawartość potasu w badanych skałach wynika z dominującej obecności w ich składzie mineralnym skaleni potasowych — zarówno wśród prakryształów, jak i w cieście skalnym. Towarzyszą im jedynie podrzędne ilości biotytu i kwarcu oraz minerały akcesoryczne: apatyt, piryt, magnetyt i tlenki tytanu. Składniki wtórne — to głównie przerosty illitowo-montmorillonitowe, chalcedon i kwarc.

4. Skalenie potasowe są stosunkowo „czyste” pod względem chemicznym, cechuje je niski stopień uporządkowania Si/Al w sieci krystalicznej, odpowiadający „niżejtemperaturowemu” sanidynowi, oraz niejednorodność optyczna, spowodowana mikroagregatową budową.

5. Plagioklazów nie stwierdzono zarówno wśród prakryształów, jak i w cieście skalnym, nie występują one też w formie wrostków pertytowych w skaleniach potasowych.

6. Skład chemiczny i mineralny badanych skał (dominująca rola skaleni potasowych, brak plagioklazów, niewielki udział kwarcu i minerałów femicznych) pozwalają na określenie ich, zgodnie z międzynarodową systematyką, jako *sanidynowe trachity*. Stosując starsze nazewnictwo można je zaliczyć do potasowych trachitów czyli ortofirów.

7. Omawiane skały mogą stanowić skrajnie wzbogacony w potas, drogą dosycania np. na etapie deuterycznym, dyferencjat magmy pierwotnie już zasobnej w ten pierwiastek. Nie można jednak wykluczyć ich powstania na drodze hydrotermalnej metasomatozy potasowej skał typu ryolit—dacyt. Przykładów podobnych przeobrażeń skał magmowych¹ dostarcza między innymi A. Nowakowski *vide* A. Manecki, 1970). Za pierwszą koncepcją przemawiają głównie cechy strukturalno-teksturalne tych skał (struktura porfirowa z idiomorficznymi prakryształami i fluidalną teksturą ciasta skalnego), ku drugiej skłania natomiast między innymi wyjątkowe ich wzbogacenie w potas oraz specyficzne cechy mikroskopowe prakryształów skaleni.

Niniejszy artykuł stanowi więc kolejny przyczynek do dyskusji nad ciągle aktualnym problemem tzw. kalifikacji niektórych skał magmowych obszaru krakowsko-śląskiego.

8. Pod wpływem roztworów pomagmowych skały te zostały fragmentami objęte sylifikacją i w nieznacznym stopniu karbonatyzacją oraz okruszcowaniem. W okresie późniejszym składniki skał uległy z kolei argilizacji, szczególnie w dajce dolnej i najwyższej części dajki górnej. Procesowi temu towarzyszyła ponownie nieznaczną karbonatyzacją. Te ostatnie dwa procesy wiążą się już zapewne z wpływem wód powierzchniowych, a więc procesów wietrzeniowych.

Instytut Geologii i Surowców Mineralnych AGH
Kraków, al. Mickiewicza 30

Nadesłano dnia 29 kwietnia 1981 r.

¹ Na podstawie badań eksperymentalnych stwierdzono, że wymiana $K^+ \rightleftharpoons Na^+$ w skaleniach potasowych i plagioklazach zachodzi stosunkowo łatwo (A. Manecki, 1970).

PIŚMIENICTWO

- HEFLIK W. (1961) — Charakterystyka petrograficzna tzw. porfiru z Gołonoga. Spraw. Pos. Kom. PAN, Oddz. w Krakowie I—VI 1960, p. 171—174.
- JUSKOWIAK O., PENDIAS H., RYKA W. (1978) — Skały magmowe w północno-wschodnim obrzeżeniu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Pr. Inst. Geol., **83**, p. 73—78.
- MANECKI A. (1970) — Investigations of the alkali metasomatism in feldspars. Pr. Miner. Komis. Nauk Miner. PAN Oddz. w Krakowie, **21**.
- REYNOLDS R.C., HOWER J. (1970) — The nature of interlayering in mixed-layer illite-montmorillonites. Clays and Clay Miner., **18**, p. 25—36.

Анджей МАНЕЦКИ, Марек МУШИНЬСКИ

КАЛИЙНЫЕ ТРАХИТЫ В ЗАВЕРЦЕ

Резюме

В скважине ZMZ-87 в Заверце (около 70 км на СЗ от Кракова) в породах девона встречены две дайки трахитов с небывалым содержанием калия — примерно до 16% веса K_2O и в то же время с минимальным содержанием натрия — примерно до 0,6% веса Na_2O . Установлено, что высокое содержание калия в этих породах является следствием решительного преобладания в их минеральном составе калиевых полевых шпатов — как в пракристаллах, так и в массе породы. Наряду с ними в составе пород второстепенное место занимают биотит, кварц и побочные минералы: апатит, магнетит и окислы титана. Вторичные компоненты — это главным образом смешанно слойные иллит-монтмориллониты, халцедон и кварц. Не обнаружено плагиоклазов ни в пракристаллах ни в массе породы. Они не наблюдаются также в форме пертитовых включений в калиевых полевых шпатах. Химический состав калиевых полевых шпатов, немногим отличающийся от их теоретического химического состава, характеризуется слабой упорядоченностью Si/Al в кристаллической сетке, отвечающей „нижнетемпературному” санидину, а также оптической неоднородностью, обусловленной микроагрегатным строением.

Химический и минеральный состав изученных пород (преобладание калиевых полевых шпатов, отсутствие плагиоклазов, небольшое содержание кварца) позволяют отнести их, согласно международной систематике, к санидиновым трахитам. По старой номенклатуре это калиевые трахиты, то есть ортофиры.

Эти породы могут быть крайне обогащены калием (путём насыщения, например, на этапе дейтерия) дифференциатом магмы, уже богатой этим компонентом. Нельзя также исключить образования их путём гидротермального калиевого метасоматоза пород типа риолит-дацит.

Andrzej MANECKI, Marek MUSZYŃSKI

POTASSIUM TRACHYTES FROM ZAWIERCIE

S u m m a r y

Two trachyte dykes characterized by exceptionally high content of potassium (up to about 16 weight % K_2O) and negligible content of sodium (up to about 0.6 weight % Na_2O) were encountered in the Devonian section by the borehole ZMZ-87 in Zawiercie (about 70 km NW of Cracow). The enrichment in potassium appears related to marked predominance of potassium feldspars in mineral composition of both praecrysts and groundmass of trachytes. The feldspars are accompanied by subordinate amounts of biotite and quartz and accessory minerals apatite, magnetite and titanium oxides only. Secondary components mainly include mixed-layer illite-montmorillonites chalcedony and quartz. Plagioclases are not present among praecrysts, in groundmass, and also in the form of perthite ingrowths in K-feldspars. Chemical composition of the feldspars does not differ much from theoretical composition of K-feldspars and they are characterized by low ordering of Si/Al in crystalline lattice, corresponding to "low-temperature sanidine", and optical inhomogeneity related to their aggregate structure.

Taking into account chemical and mineral composition (predominance of K-feldspars, lack of plagioclases, and low content of quartz), the rocks may be assigned to sanidine trachytes in the modern international subdivision or potassium trachytes, i.e. orthophyres in the old one.

The studied rocks may represent a product of exceptionally high enrichment in potassium magma differentiate originally rich in that element due to additional saturation, e.g. at the deuteric stage. However, the origin of these rocks due to potassium hydrothermal metasomatism of rocks of the rhyolite-dacite group can not be excluded.

TABLICA I

Fig. 5. Prakryształ K-skalenia – glomerofirowy zrost kilku niejednorodnych optycznie osobników.

Otwór wiertniczy ZMZ-87, głęb. 57,7 m. Nikole skrzyżowane; pow. 50 ×

Praecryst of K-feldspar – glomyrophyre intergrowth of a few optically inhomogeneous individuals.

Borehole ZMZ-87, depth 57.7 m. Crossed nicols; × 50

Fig. 6. Prakryształ K-skalenia – bliźniak karlsbadzki niejednorodny optycznie. Otwór wiertniczy

ZMZ-87, głęb. 58,3 m. Nikole skrzyżowane; pow. 50 ×

Praecryst of K-feldspar – optically inhomogeneous Karlsbad twins. Borehole ZMZ-87, depth 58.3 m.

Crossed nicols; × 50

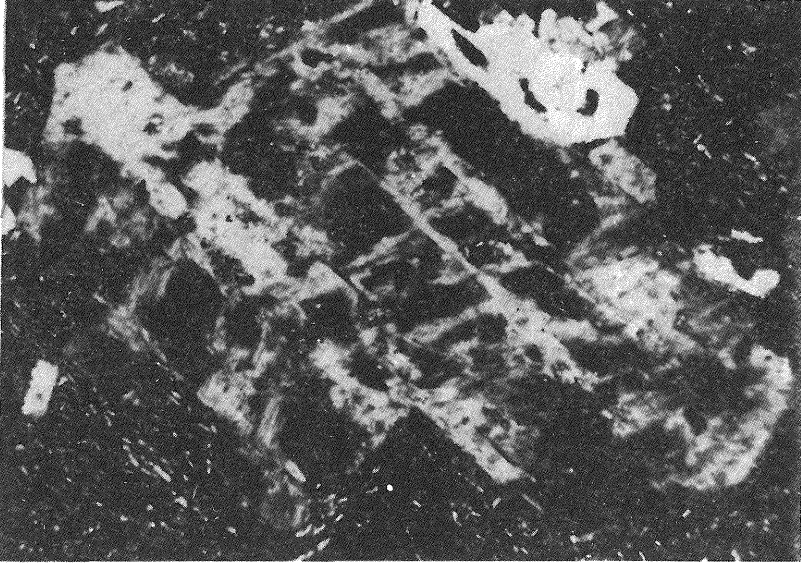


Fig. 5

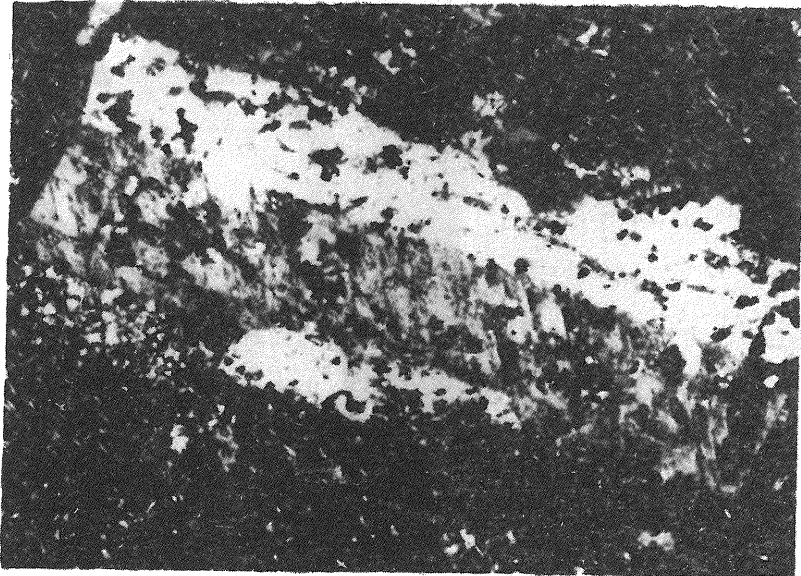


Fig. 6

TABLICA II

Fig. 7. Silnie zmieniony prakryształ K-skalenia z wyraźną obwódką regeneracyjną. Otwór wiertniczy ZMZ-87, głęb. 58,3 m. Nikole skrzyżowane; pow. 50 ×

Strongly altered K-feldspar praecryst with marked regeneration rim. Borehole ZMZ-87, depth 58.3 m. Crossed nicols; × 50

Fig. 8. Prakryształ K-skalenia z robakokształtymi mikrokawernami. Otwór wiertniczy ZMZ-87, głęb. 57,5 m. Nikole skrzyżowane; pow. 50 ×

Praecryst of K-feldspar with worm-like microcaverns. Borehole ZMZ-87, depth 57.5 m. Crossed nicols; × 50

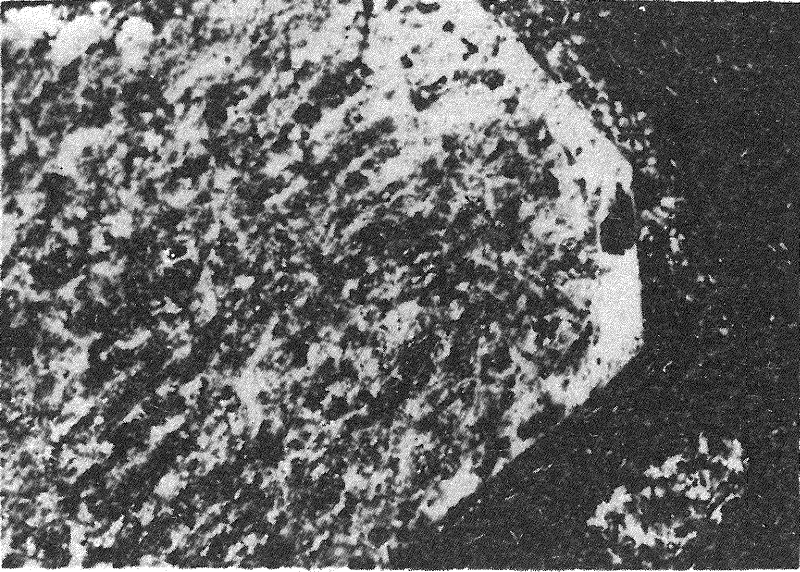


Fig. 7

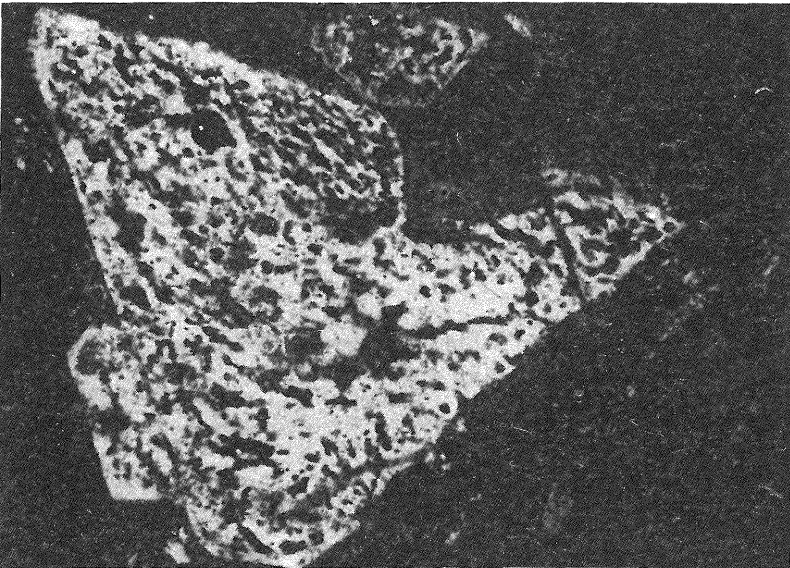


Fig. 8