

Magdalena JĘCZMYK

Minerały ciężkie pokryw zwietrzelinowych rejonu Opolna Zdroju – Markocic

Opisano 48 minerałów ciężkich występujących w różnych odmianach morfogenetycznych oraz podjęto próbę ustalenia zespołów minerałów ciężkich, charakteryzujących główne typy zwietrzelin występujących w południowo-wschodnim obrzeżeniu zapadliska żytawskiego. W wybranych minerałach skałotwórczych, pobocznych i akcesorycznych, pochodzących z bazaltoidów, trachitów i syenitów, oznaczono zawartości U, Th i sumy TR. Wyniki badań mineralogicznych potwierdzają hipotezę o wspólnej genezie granitów rumburskich i gnejsów izerskich.

WSTĘP

Na obszarze o powierzchni ok. 10 km², zawartym między Markocicami, Opolem Zdrojem i granicą państwową, wykonano szczegółowe zdjęcie szlichowe utworów deluwialno-eluwialnych, wykorzystując otwory płytkie w siatce ok. 100 × 100 m (fig. 1). Charakterystykę petrograficzną i mineralogiczno-geochemiczną głównych typów i odmian skał spotykanych w tym rejonie przedstawiono w pracy M. Juskowiakowej i M. Jęczmyk (w druku) oraz w publikacji A. Szymkowiaka i M. Panasiuka (1985).

Większość obszaru badań pokrywają zwietrzeliny, których miąższość rośnie z południa ku północy od 0,5 do 30 m, przekraczając 100 m poza strefą dyslokacji, wzdłuż której następowały erupcje wulkanitów. Utwory czwartorzędowe, reprezentowane przez gliny zwałowe, otoczaki, żwiry i piaski wodnolodowcowe oraz mułki rzeczne, tworzą nieciągłą pokrywę o miąższości od 0,5 do 2,0 m, wyjątkowo przekraczającej 10 m.

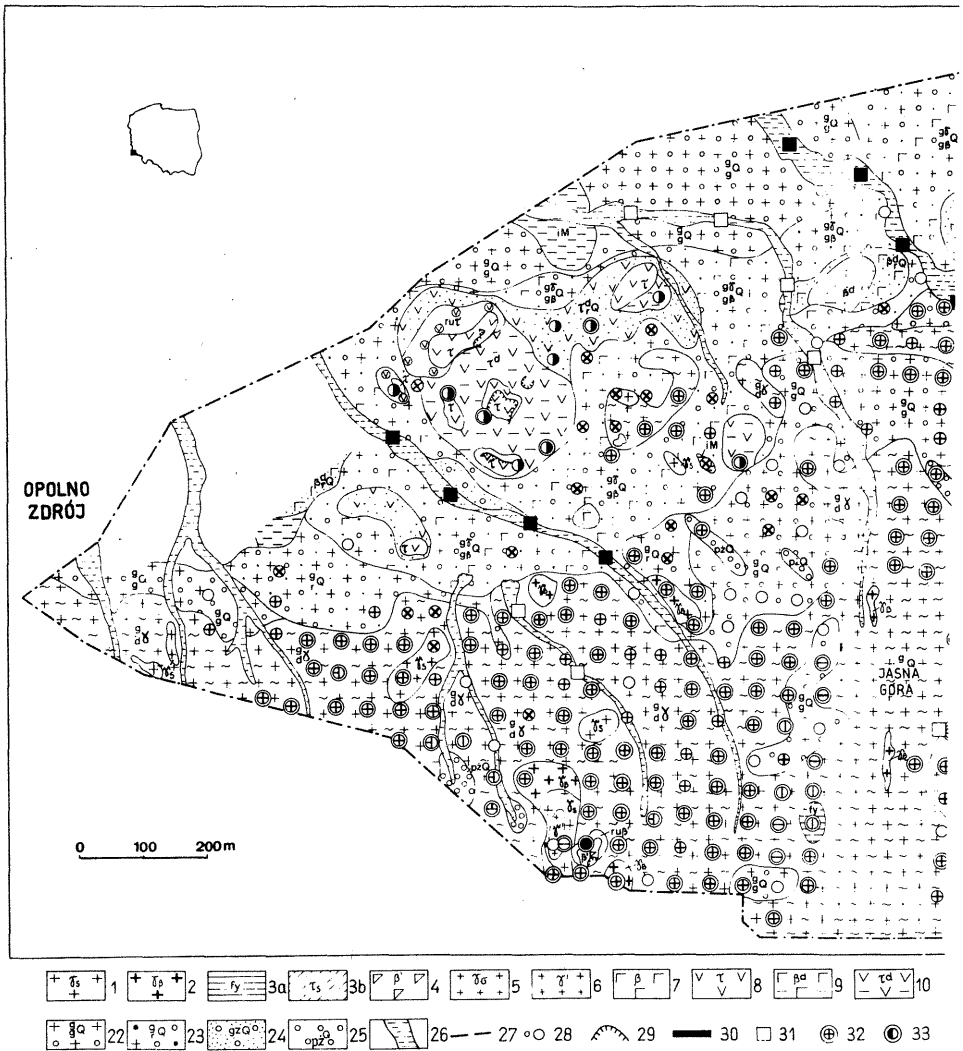
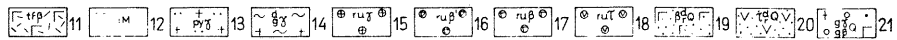


Fig. 1. Mapa geologiczna zakryta rejonu Bogatyni wraz z lokalizacją punktów opróbowania
Geological map of the Bogatynia region with the sampling sites shown

Starszy paleozoik: 1 – granitoidy sercytowe; 2 – granitoidy biotytowe; 3a – łupki i fylity sercytowo-chlorytowo-kwarcowe (metasedymenty); 3b – kwaśne skały żyłowe, przeobrażone złupkowe (aplity); młodszy paleozoik: 4 – diabaz; 5 – mikrogranodioryt; 6 – mikrogranit; trzeciorzęd: 7 – bazaltoidy–nefelinit oliwinowy, fonotefryt, mugearyt zbliżony do bazaltu toleitowego, mugearyt; 8 – trachit; 9 – zwietrzelina bazaltoidów *in situ*; 10 – zwietrzelina trachitów *in situ*; 11 – tufy bazaltoidów; 12 – ility ochrowe, ility szare, ility piaszczyste, ility węgliste; trzeciorzęd: czwartorzęd: 13 – zwietrzelina skał granitoidowych, pyłowata lessopodobna, *in situ* lub w niewielkim stopniu redeponowana; 14 – zwietrzelina skał granitoidowych, gliniasta *in situ* lub w niewielkim stopniu redeponowana; 15 – zwietrzelina *in situ* z rumoszem skał granitoidowych; 16 – zwietrzelina *in situ* z rumoszem diabazu; 17 – zwietrzelina *in situ* z rumoszem bazaltoidów; 18 – zwietrzelina *in situ* z rumoszem trachitów; 19 – zwietrzelina redeponowana bazaltoidów; 20 – zwietrzelina redeponowana trachitów; czwartorzęd: 21 – rezydualne gliny zwałowych przemieszane ze zwietrzeliną skał kwaśnych i alkaliczno-zasadowych; 22 – rezydualne gliny zwałowych przemieszane ze zwietrzeliną i rumoszem skał kwaśnych; 23 – rezydualne gliny zwałowych przemieszane ze zwietrzeliną i rumoszem skał kwaśnych; 24 – gлина zwałowa; 25 – piaski i żwirny wodnolodowcowe; 26 – mulki z domieszką piasków i żwirów; 27 – dyslokacja przypuszczalna; 28 – płytki otwór wiertniczy; 29 – odsłonięcie; 30 – rów; 31 – szurf; 32 – miejsce pobrania próbki szlichowej ze zwietrzelin *in situ* lub w niewielkim stopniu redepon-



⊙ 34 ⊕ 35 ⊗ 36 ⊕ 37 ⊕ 38 ⊕ 39 ⊙ 40 ⊙ 41 ● 42 ⊗ 43 ○ 44 [] 45 ■ 46 — 47

wanych: 32 – skał kwaśnych, 33 – bazaltów i nefelinitów, 34 – trachitów, 35 – metabazytów, 36 – aplitów, 37 – mikrogranitów, 38 – metasedymentów; miejsce pobrania próbki szlichowej ze zwietrzelin redeponowanych: 39 – skał kwaśnych, 40 – bazaltów i nefelinitów, 41 – trachitów, 42 – diabazów, 43 – skał kwaśnych i alkaliczno-zasadowych, 44 – skał kwaśnych i alkaliczno-zasadowych przemieszanych z gliną zwałową lub utworami fluwioglacjalnymi; miejsce pobrania próbki szlichowej z utworów aluwialnych: 45 – w suchych ciekach, 46 – w potokach; 47 – obszar badań

Older Palaeozoic: 1 – sericitic granitoids; 2 – biotitic granitoids; 3a – sericite-chlorite-quartz shales and phyllites (metasediments); 3b – vein acidic rocks, metamorphosed and shaly (aprites); Younger Palaeozoic: 4 – diabase; 5 – microgranodiorite; 6 – microgranite; Tertiary: 7 – basaltoids – olivine nefelinite, phonotephrite, mugearite similar to toleite basalt, mugearite; 8 – trachite; 9 – rock waste of basaltoids *in situ*; 10 – rock waste of trachites *in situ*; 11 – tuffs of basaltoids; 12 – ochreous clays, grey clays, sandy clays, carbonaceous clays; Tertiary-Quaternary: 13 – silty, loess-like rock waste of granitoids, *in situ* or slightly redeposited; 14 – loamy rock waste of granitoids, *in situ* or slightly redeposited; 15 – rock waste containing granitoid rock debris, *in situ*; 16 – rock waste containing diabase rock debris, *in situ*; 17 – rock waste containing basaltoids, *in situ*; 18 – rock waste containing trachite rock debris, *in situ*; 19 – rock waste of basaltoids, redeposited; 20 – rock waste of trachites, redeposited; Quaternary: 21 – residue of tills mixed with rock waste of acidic and alkali-basic rocks; 22 – residue of tills mixed with rock waste and debris of acidic rocks; 23 – residue of tills mixed with redeposited rock waste of acidic rocks; 24 – till; 25 – fluvioglacial sands and gravels; 26 – silts with admixture of sand and gravel; 27 – presumed dislocation; 28 – shallow borehole; 29 – exposure; 30 – trench; 31 – test pit; sampling site for

OPRÓBOWANIE I PRZYGOTOWANIE PRÓBEK

Materiał wyjściowy dla próbek szlichowych stanowiły luźne lub w niewielkim stopniu scementowane zwietrzliny, leżące bezpośrednio nad skałami krystalicznymi, zwykle wzbogacone w sposób naturalny w minerały ciężkie. Próbkę pobierano z różnych głębokości, w związku ze zmienną miąższością pokryw zwietrzelinowych na badanym obszarze. W południowej i centralnej części przemywano materiał pobrany z głębokości 0,2–2,5 m, natomiast w części północnej, aby uzyskać reprezentacyjne próbki, należało sięgnąć głębiej do 20 lub nawet 25 m.

Większość próbek pobrano ze zwietrzelin rezydualnych, część ze zwietrzelin redeponowanych o zatartych śladach pierwotnej tekstury skał oraz w nielicznych przypadkach ze zwietrzelin redeponowanych, przemieszanych z gliną zwałową i utworami fluwiogłacialnymi. W partiach, w których gliny zwałowe leżały bezpośrednio na skałach podłoża, próbek szlichowych nie pobierano. Łącznie badaniami mineralogicznymi objęto 473 próbki koncentratów przemytych z objętości wyjściowej 0,01–0,02 m³.

Przygotowanie próbek oraz ich analizę prowadzono według metody podanej w pracy autorki (M. Jęczmyk, 1979). Część minerałów i ich odmian sprawdzono lub zidentyfikowano metodą analizy rentgenostrukturalnej. Półilościowe oznaczenia spektralne i rentgenospektralne zastosowano dla ustalenia zawartości pierwiastków promieniotwórczych i rzadkich w niektórych minerałach ciężkich. Identyfikacje rentgenowskie i oznaczenia spektralne wykonały I. Iwasińska, B. Szymczak oraz P. Paślawski z Zakładu Geochemii i Chemii Analitycznej Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

CHARAKTERYSTYKA MINERAŁÓW FRAKCJI CIĘŻKIEJ W POKRYWACH ZWIETRZELINOWYCH

Na podstawie przeprowadzonych badań mineralogicznych, identyfikacji rentgenowskich i analiz chemicznych oznaczono 48 minerałów i składników ciężkich. Niektóre z nich występowały w dwóch lub trzech odmianach różniących się pokrojem, barwą i granulacją ziarn. Dotyczy to np. anatazu, biotyту, cyrkonu, granatów, rutylu, magnetytu, ilmenitu, goethytu i syderytu.

Opisano minerały i składniki frakcji ciężkiej, wydzielone we frakcjach magnetycznej, elektromagnetycznej i niemagnetycznej.

M a g n e t y t – zwykle w postaci obtoczonych ziarn (0,5–3,0 mm Φ), stanowiący składnik zwietrzelin bazaltoidów.

M a g n e t y t t y t a n o w y (ulvöspinel?) – w postaci oktaedrów (0,1–0,5 mm Φ), zawierający ponad 20% Ti. Składnik zwietrzelin trachitowych.

H e m a t y t – minerał występujący we wszystkich klasach ziarnowych w trzech odmianach morfogenetycznych:

panning of *in situ* or slightly redeposited rock waste of: 32 – acidic rocks, 33 – basalts and nephelinites, 34 – trachites, 35 – metabasites, 36 – aplites, 37 – microgranites, 38 – metasediments: sampling site for panning of redeposited rock waste of: 39 – acidic rocks, 40 – basalts and nephelinites, 41 – trachites, 42 – diabases, 43 – acidic and alkali-calcic rocks, 44 – acidic and alkali-basic rocks mixed with till or fluvioglacial deposits: sampling site for panning of alluvial deposits in: 45 – dry valleys, 46 – streams; 47 – investigation area

- w ziarnach kryptokrystalicznych, masywnych, o połysku matowym;
- jako błyszcz żelaza, zwykle w zwietrzelinach skał kwaśnych;
- w postaci pseudomorfoz po magnetycie, w zwietrzelinach bazaltoidów i trachitów.

G o e t h y t – l i m o n i t – minerał krystaliczny przechodzący w kryptokrystaliczny do bezpostaciowego mineraloidu. Składnik ten spotykano we wszystkich klasach ziarnowych koncentratów, w trzech odmianach:

- w ziarnach masywnych, nieforemnych, zwykle w zwietrzelinach skał kwaśnych:

- w postaci pseudomorfoz po pirycie, w zwietrzelinach metabazytów;
- w formie goethytu automorficznego, tworzącego koncentracje w syenitoidach i granitach wysokopotasowych; w monomineralnej próbce goethytu z rejonu Markocic stwierdzono obecność Th – ok. 0,8% i Ce – ok. 0,2%.

S y d e r y t – minerał nieprzezroczysty o połysku matowym. W koncentratkach oznaczono trzy odmiany morfogenetyczne tego minerału:

- pomarańczowo-żółtą (0,5–2,0 mm Φ), w nieforemnych, obtoczonych ziarnach lub kongregacjach włóknisto-promienistych;

- ciemnobrązową (do 2,5 mm Φ), w skupieniach sferolitowych;
- beżową, w postaci sferolitów z domieszką substancji ilastej i kwarcu.

Dwie pierwsze odmiany występują w redeponowanych glinach zwietrzelinowych pokrywających granitoidy, trzecia – w zwietrzelinach wulkanitów.

T l e n k i M n spotykano w postaci nieforemnych, drobnokrystalicznych skupień lub bezpostaciowych nalotów o barwie czarnej lub ciemnobrązowej. Wyróżniono trzy fazy mineralne:

- psyломelan, gromadzący się w zwietrzelinach nad wychodniami syenitoidów, granitów wysokopotasowych i trachitów;

- piroluzyt, w redeponowanych zwietrzelinach skał kwaśnych i alkaliczno-zasadowych;

- wad – odmiana mażąca, występująca głównie w postaci nalotów na powierzchniach spękań, luźnych, skaolinizowanych zwietrzelin skał kwaśnych.

P i c o t y t – magnetyczny spinel chromowy, spotykany w postaci oktaedrów (0,1–1,0 mm Φ). Częsty składnik zwietrzelin trachitów i bazaltów, tworzący również koncentracje w całkowicie zmontmorillonityzowanych, subwulkanicznych, zasadowych skałach żyłowych, przecinających syenitoidy i skały metamorficzno-magmowe.

I l m e n i t – powszechny składnik wszystkich typów zwietrzelin, zwykle tworzący okrągławe lub lekko spłaszczone ziarna (0,2–0,5 mm Φ), o barwie i rysie czarnej, niekiedy pokryte kremową otoczką leukoksenu.

O l i w i n – spotykany w ziarnach nieforemnych, przezroczystych lub przeświecających o barwie zielonawo-żółtej; jest to powszechny składnik zwietrzelin *in situ* i redeponowanych powstałych z bazaltów i nefelinitów.

A m f i b o l e – minerały spotykane we wszystkich klasach ziarnowych w dwóch odmianach:

- oliwkowozielonej, przeświecającej, włóknistej, o połysku jedwabistym: amfibol szeregu tremolit – aktynolit;

- ciemnobrązowej, przeświecającej, o silnym, szklistym połysku i cechach optycznych lamprobolitu.

Pierwsza z nich występuje w zwietrzelinach pokrywających wychodnie metabazytów i diorytoidów, drugą spotykano lokalnie w luźnych utworach piroklasycznych i brekcjach w pobliżu wychodni trachitów.

P i r o k s e n y występują w postaci słupków lub nieforemnych ziarn o silnym

szklistym połysku. W tej grupie wyróżniono: augit tytanowy i diopsyd. Minerale tej grupy występują głównie w zwietrzelinach *in situ* i redeponowanych wszystkich skał zasadowych.

Biotyt – powszechny składnik koncentratów. Spotyka się dwie odmiany morfogenetyczne:

- gruboblaszkową (do 3,0 mm Φ), często wybieloną lub schlorytyzowaną, stanowiącą poboczny składnik granitoidów o niskim stopniu deformacji tekstury;
- drobnofuseczkową, spotykaną w zwietrzelinach mikrogranitów i aplitów z pleochroizmem w barwach zielonych, która prawdopodobnie stanowi młodszą generację tego minerału.

Granaty występują w dwóch odmianach:

- jasnoróżowej z odcieniem pomarańczowym, zwykle w ziarnach nieforemnych do 1,0 mm Φ , spotykanej w zwietrzelinach granitoidów i aplitów;
- od różowej do czerwonej (almandyn), tworzącej dobrze wykształcone postaci dwunastościanów deltoidowych lub ułamki takich ziarn w zwietrzelinach redeponowanych.

Turmalin występuje w postaci słupków (do 1 mm Φ). Najczęściej spotykano odmianę przeświecającą, brązową lub brązooliwkową; osobniki czarne nieprzezroczyste występowały w koncentratkach stosunkowo rzadko. Podczas gdy pierwszą notowano powszechnie (choć tworzy ona niskie koncentracje) w zwietrzelinach *in situ* i redeponowanych skał kwaśnych, odmiana druga pochodzi niewątpliwie z żył kwarcowych przecinających skały metamorficzno-magmowe.

Staurolit – brązopomarańczowy, często z wrostkami, występujący w postaci okrągławych lub owalnych ziarn do 1-mm Φ . Obserwowano go najczęściej w koncentratkach przemytych ze zwietrzelin redeponowanych, natomiast w zwietrzelinach *in situ* spotykano ten minerał tylko nad wychodniami gnejsów i granitów leukokratycznych.

Epidot tworzy dwie odmiany morfogenetyczne:

- bardzo drobnoziarnistą, przeświecającą (do 0,2 mm Φ), bladeżółtą, występującą w zwietrzelinach nad metabazytami i metaaplitami;
- gruboziarnistą, zielonoszarą, nieprzezroczystą o połysku matowym, pochodzącą z granitoidów.

Chloryt – drobnofuseczkowy, zielonooliwkowy, o subnormalnych barwach interferencyjnych.

Monacyt – minerał przeświecający, bladeżółty, występujący w okrągławych ziarnach (do 0,2 mm Φ).

Ksenotym – rzadki składnik koncentratów, odznaczający się barwą kremową lub bladeżółtą i charakterystyczną formą spłaszczonych oktaedrycznych kryształów (do 0,2 mm Φ), o połysku żywicznym. Podobnie jak monacyt występuje w zwietrzelinach *in situ* granitoidów oraz nad wychodniami syenitoidów.

Tytanit – minerał gromadzący się w klasach ziarnowych 0,5–2,0 mm Φ – występuje w dwóch odmianach:

- liczniejszej o zabarwieniu jasnożółtym, przezroczystej o pokroju tabliczkowym;
- żółto-brunatnej lub brunatnej, o plamście rozmieszczonej barwie, przeświecającej lub zmętniałej, o pokroju kopertowym z charakterystycznym romboidalnym przekrojem poprzecznym (grothyt).

Badania rentgenospektralne wykazały, że obydwie odmiany tytanitu są nośnikami pierwiastków TR i toru (tab. 1). Najwyższe koncentracje tytanitu stwierdzono w zwietrzelinach trachitowych.

Szklivo wulkaniczne – składnik koncentratów przemytych ze

zwietrzelin syenitoidów, przeciętych żyłkami skał wulkanicznych o strukturze felzytowej oraz iniekcjami trachitoidów.

Ferrothoryt – minerał frakcji elektromagnetycznej, rzadziej niemagnetycznej, kryptokrystaliczny, lakowy, występuje w ostrokrawędzistych okruchach, nie wykazujących łupliwości, o zabarwieniu czekoladowobrązowym i tłustym połysku. Okruchy ferrothorytu często zawierają wzrostki czarnego rutylu lub przecięte są drobnymi kremowymi żyłkami fosforanów. Minerał ten zidentyfikował J. Mikuszewski (1974) z zastosowaniem metody rentgenostrukturalnej po uprzednim 5-godzinnym wygrzewaniu próbki w mikroskopie termicznym. W dwóch monomineralnych próbkach ferrothorytu oznaczono wówczas zawartość: Th (21,72 i 31,41%), Fe_2O_3 (11,7 i 13,4%), U (0,5–0,55%), P_2O_5 (5,03 i 7,75%), sumy TR_2O_3 (0,84 i 1,87%). Ferrothoryt jest minerałem, który tworzy koncentracje wyłącznie w zwietrzelinach bezpośrednio zalegających nad syenitoidami i granitami wysokopotasowymi.

Kasyteryt – spotkano dwie odmiany morfogenetyczne tego minerału:

- grubokrystaliczną (0,5–2,0 mm Φ), w ziarnach nieforemnych, słabo-obtoczonych, często w zrostach z kwarcem, o barwie brązowej, w zmiennym nasileniu, od jasnobrązowej do ciemnobrązowej. Nieznaczny udział stanowią ziarna o zabarwieniu czerwonomarańczowym. W pracy M. Jęczmyk (1979) podano wyniki oznaczeń pierwiastków rzadkich, uznanych za wskaźnikowe dla brązowej odmiany kasyterytu grubokrystalicznego. Zwrócono wówczas uwagę na nietypową dla innych odmian tego minerału (opisanych z rejonu Pogórza Izerskiego) wysoką zawartość tantalu (120 ppm) i wolframu (0,1%). Anomalie okruchowe kasyterytu nie są związane z jednym typem lub jedną odmianą skał granitoidowych, lecz prawdopodobnie z występującymi w ich obrębie ciałami soczewkowato-żyłkowymi, które mają założenia tektoniczne i z racji swych drobnych wymiarów nie zostały wykryte w trakcie prac kartograficznych.

- bardzo drobnokrystaliczną, stwierdzoną w niektórych wystąpieniach mikrogranitów i w przeobrażonych skałach żyłowych, nie dającą koncentracji w badanych próbkach, ze względu na łatwość wymywania tak drobnych ziarn w procesie uzyskiwania szlichów.

Szelit – minerał mlecznobiały lub kremowy (do 0,2 mm Φ), nieprzezroczysty, tworzący nieforemne często porowate ziarna o tłustym połysku i silnej luminescencji w barwach niebieskich. Składnik ten spotykany jest rzadko i tylko w pojedynczych ziarnach w zwietrzelinach skał kwaśnych, natomiast jest go nieco więcej w zwietrzelinach redeponowanych i przemieszanych z gliną zwałową.

Apatyt – powszechny składnik koncentratów tworzy dwie odmiany:

- sinoszarą, beczułkowatą, nieprzezroczystą, o połysku matowym, gromadzącą się w klasach ziarnowych 1–2 mm Φ ; badania rentgenospektralne wykazały, że jest to fosforan Ca, Na, Sr, Al ze śladami Ce;

- mlecznobiałą lub bezbarwną, przeświecającą, drobnoziarnistą (do 0,3 mm Φ), spotykaną w nieforemnych lub okrągławych ziarnach.

Odmiana pierwsza tworzy koncentracje w zwietrzelinach *in situ* leżących nad granitoidami biotytowymi, druga zaś jest stałym składnikiem wszystkich typów zwietrzelin.

Cyrkon tworzy trzy odmiany morfogenetyczne:

- mikrolity różowe lub bladoróżowe, rzadziej fiołkowe, silnie luminizujące w promieniach lampy kwarcowej; typowymi postaciami dla tej odmiany są wydłużone słupki zakończone bipyramidą tetragonalną lub krótkie beczułkowate formy zakończone bipyramidą dytetragonalną o rozmiarach 0,05–0,2 mm; mikrolity są powszechnym składnikiem koncentratów przemytych ze zwietrzelin *in situ* wszystkich skał kwaśnych: granitoidów, apłitów i mikrogranitów;

– hiacynt. przezroczysty, pomarańczowy, wykazujący słabą luminescencję. występuje w formie krótkich zredukowanych słupków, zakończonych bipiramidą tetragonalną; rozmiary ziarn nie przekraczają 1,5 mm; badania rentgenospektralne wykazały, że odmiana ta jest nośnikiem toru i pierwiastków ziem rzadkich (tab. 1); hiacynt jest częstym składnikiem koncentratów przemytych ze zwierzelin skał alkaliczno-zasadowych;

– ziarna obtoczone, pomarańczowe, różowe lub bezbarwne o silnej luminescencji, prawdopodobnie allochtoniczne.

R u t y l reprezentuje trzy odmiany:

– ziarna czarne lub czerwonobrunatne, owalne lub okrągławe o średnicy nie przekraczającej 0,2 mm; odmiana ta powszechnie występuje w zwierzelinach granitoidów *in situ* i redeponowanych;

– ziarna czarne izometryczne (o średnicy <0,1 mm), tworzące luźne skupienia lub szliry o formach soczewkowatych w obrębie zwierzelin *in situ* nad syenitoidami; jest to odmiana niobonośna (do 0,5% Nb), odpowiadająca prawdopodobnie ilmenorutyłowi opisywanemu przez M. Banasia i H. Kuchę (mat. arch.);

– ziarna czarne, żłobkowane, o submetalicznym połysku, często w zrostach, nie wykazujące śladów obtoczenia; wymiary ziarn sięgają 0,3 mm; odmiana ta również współwystępuje z odmianą poprzednią.

A n a t a z spotykany jest w dwóch odmianach:

– w postaci oktaedrow (do 0,2 mm), błękitnych, szarych, stalowoniebieskich, o połysku jedwabistym, nieprzezroczystych;

– w formie płytek kwadratowych o boku 0,1–0,15 mm, przeświecających, srebrzysto-niebieskich lub żółtawych.

Odmiana pierwsza występuje licznie w zwierzelinach *in situ* wszystkich typów granitoidów, natomiast druga, powszechnie uważana za odmianę powstałą w warunkach hydrotermalnych, notowana jest najczęściej w mikrogranitach i w złupkowanych skałach żyłowych.

K o r u n d – minerał różowy, przezroczysty, spotykany w ostrokrawędzistych nieregularnych ziarnach często spojonych dendrytami i drucikami miedzi rodzimej. Składnik ten występuje w zwierzelinach powstałych z brekcji trachitów.

T o p a z jest minerałem lekko luminizującym żółtawo w promieniach lampy kwarcowej. Spotykany jest we wszystkich klasach ziarnowych w dwóch odmianach:

– bezbarwnej, obtoczony, przezroczystej, o lekko zmatowiałych krawędziach, prawdopodobnie allochtonicznej;

– mlecznobiałej, przeświecającej, spotykanej w formie nieforemnych okruców, pochodzącej prawdopodobnie z niewielkich wystąpień granitów zgrejzenizowanych.

D y s t e n tworzy ziarna tabliczkowe, niebieskawe (z plamście rozmieszczoną barwą) o połysku jedwabistym. Jest to rzadki minerał koncentratów, który gromadzi się w redeponowanych zwierzelinach granitoidów i zwierzelinach, w których przemieszany jest materiał skał kwaśnych, alkaliczno-zasadowych oraz utworów fluwioglacjalnych i glin zwałowych.

S i l l i m a n i t – minerał rzadko spotykany, mlecznobiały, zwykle w odmianie włóknistej, tworzący płaskoowalne ziarna.

M u s k o w i t – rzadki składnik koncentratów, w łusczkach do 0,3 mm Φ , spotykany w zwierzelinach pokrywających leukokratyczne odmiany granitoidów.

S e r y c y t – drobnołusczkowa, jasna odmiana łyszczyku, niekiedy tworząca agregaty do 1,5 mm Φ . Jest to powszechny składnik zwierzelin skał kwaśnych z rejonu badań.

P i r y t – powszechny choć nieliczny składnik koncentratów, często ulega-

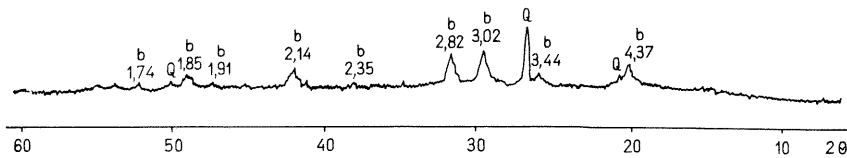


Fig. 2. Dyfraktogram brockitu z domieszką kwarcu: koncentrat minerałów ciężkich ze zwietrzeliny *in situ* syenitoidów

Diffractogram of brockite with quartz admixture: concentrate of heavy minerals obtained from *in situ* rock waste of syenitoids

b – brockit; Q – kwarc (filtr Ni, V – 35 kV, I – 15 mA); odległości międzypłaszczyznowe w Å: zgodność z testem ASTM 15 – 248

b – brockit; Q – quartz (Ni filter, V – 35 kV, I – 15 mA); interplanar spaces in Å: accordance with ASTM 15 – 248

jący procesom utleniania, w wyniku czego powstają pseudomorfozy limonitu, uwodnionych tlenków Fe po pirycie.

M a r k a s y t – w postaci kongrecji tworzący lokalne koncentracje w zwietrzelinach *in situ* granitoidów.

S i a r c z k i Cu – bardzo nielicznie reprezentowane w koncentratkach głównie przez chalkopiryt.

M i e d ź r o d z i m a – minerał ten zaobserwowano w zwietrzelinach trachitów we wszystkich klasach ziarnowych, w postaci dendrytów, drucików, skrętek o czerwono-azuro-zielonej barwie, rozpuszczalnych w HNO_3 .

A n d a l u z y t – rzadki składnik koncentratów, spotykany w postaci bladobiałych, przeświecających lub nieprzezroczystych słupków.

B r o c k i t – minerał niemagnetyczny, niekiedy słabomagnetyczny o połysku tłustym, poprzerastany z ferrothorytem, tworzący lekko przeświecające agregaty o barwie zmiennej od czerwono-brązowej przez czerwono-pomarańczową do bladobiałej. Jest to minerał miękki nie wykazujący łupliwości, luminizujący słabym zielonawym światłem w promieniach lampy kwarcowej. W świetle przechodzącym wykazuje częściową metamiktyzację, dwójłomność średnią, wygaszanie proste i wydłużenie dodatnie. Brockit zidentyfikowano metodą analizy rentgenostrukturalnej. Dyfraktogram tego minerału (fig. 2) jest zbliżony do dyfraktogramu rabdofanu, którego obecność w rejonie Markocic sygnalizował H. Kucha (1979). Wyniki zawartości niektórych pierwiastków ziem rzadkich w badanym brockicie (rów V), w porównaniu z danymi zebranymi z literatury, przedstawiono w tab. 2. Stosunek $\text{Ce}(\text{La} + \text{Nd}) = 0,53$ zdaniem F.G. Fishera i R. Meyrowitza (1962) wskazuje na tworzenie się brockitu w warunkach utleniania. Brockit spotykano jedynie w zwietrzelinach wysokopotasowych granitoidów serycytowych i syenitoidów rejonu Markocic.

S f a l e r y t – minerał żółto-brązowy o połysku żywicznym, występuje w nieforemnych okruchach o średnicy do 0,2 mm, w zwietrzelinach syenitoidów, metabazytów i fylitów.

G o y a z y t jest to uwodniony fosforan Sr i Al oznaczony metodą rentgenostrukturalną (fig. 3). Tworzy on kremowo-żółte naskorupienia lub bardzo drobne ($< 0,1$ mm) białawe romboedry, przeświecające, kruche, zizotropizowane, o matowym połysku. W świetle przechodzącym wykazuje niską dwójłomność i brak łupliwości. Goyazyt tworzy koncentracje w zwietrzelinach trachitowych i prawdopodobnie powstał w wyniku nałożenia się procesów wietrzenia chemicznego trachitów i metasomatozy hydrotermalnej, podobnie jak apatyt hydroksylo-węglanowy i crandallit, opisywany przez K. Szpilę i M. Stępisiewicza (1979) w zwietrzelinach bazaltowych kopalni Turów II.

S p i n e l e Mg – rzadki składnik koncentratów przemitych ze zwietrzelin

Tabela 1

Procentowe zawartości pierwiastków promieniotwórczych i ziem rzadkich w minerałach ciężkich wyseparowanych z próbek szlichowych w % (rejon Opólna Zdroju – Markocic)

Typ skały	Minerał	Th	U	Ce	La	Y	Pr	Dy	Nd
Zwierzelina <i>in situ</i> syenitoidów i granitów wysokopotasowych	ferrothoryt	21,7	0,5	>0,5	~0,3	>0,5	~0,05	~0,1	~0,3
	goethyt	0,8	–	<0,2	–	–	–	–	–
	brockit	–	–	suma TR 1,5					
	brockit	+	+	~0,3	~0,5	>0,1	~0,03	~0,03	0,15– –0,30
Zwierzelina <i>in situ</i> bazaltoidów (nefelinitów)	forsteryt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	–
	augit tytanowy	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	–
	diopsyd	0,0	0,0	0,009	0,0	0,0	0,0	0,0	–
	kalcyt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	–
	magnetyt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	–
	ciasto skalne	0,0	0,0	0,015	0,0	0,0	0,0	0,0	–
	perkowski z domieszką chromopicotytu	+	–	~0,2	~0,14	~0,025	~0,06	~0,07	~0,012
Zwierzelina <i>in situ</i> trachitów	augit	0,0	0,0	0,020	0,05	0,0	0,0	0,0	–
	augit	0,0	0,0	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0	–
	grothyt	+	0,0	0,15	1,2	0,3	0,05	0,03	0,3
	tytanomagnetyt	0,0	0,0	0,009	0,0	0,0	0,0	0,0	–
	anortoklaz	0,0	0,0	0,05	0,0	0,03	0,0	0,0	0,0
Zwierzelina redeponowana trachitów	tytanit	0,0	–	0,18	–	0,013	–	–	–
	tytanomagnetyt	0,0	0,0	0,03	0,05	0,0	0,0	0,0	–
	goyazyt	+	+	1,5	1,5	0,3	0,09	0,05	0,3
	hiacynt	+	0,0	0,05	0,0	0,3	0,0	0,0	–
	psylomelan	0,0	0,0	0,05	0,2	0,015	0,0	0,0	–
	chromopicoty	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0

+ pierwiastek obecny (bez podania zawartości)

Tabela 2

Procentowe zawartości pierwiastków ziem rzadkich w brockitach

Składniki	Brookit z Markocic	Brookit z Wet Mountains	
	1	2	3
Suma TR ₂ O ₃	3.02 (suma TR)	n.o.	7.96
CeO ₂	~ 1.11	0.09	1.23
Y ₂ O ₃	0.46	0.46	1.27
La ₂ O ₃	~ 2.02	0.04	0.49
Nd ₂ O ₃	0.19 - 0.38	0.04	1.52
Dy ₂ O ₃	0.12	0.09	0.64
Pr ₆ O ₁₁	0.02	n.o.	0.06

1 – brookit ze zwierzeliny syenitoidów; oznaczenia analizą rentgenospektralną wykonała I. Iwasińska z Zakładu Geochemii i Chemii Analitycznej PIG.; 2 – brookit opisany przez F.G. Fishera i R. Meyrowitza (1962) – wyniki półilościowej analizy spektrograficznej; 3 – brookit opisany j.w. – wyniki ilościowej analizy spektrograficznej

redeponowanych występuje w ziarnach oktaedrycznych (do 0,3 mm Φ), przezroczystych, bladioróżowych lub błękitnych.

Brookit występuje w cienkich tabliczkach przeświecających, jasnobrązowych, z charakterystycznym prążkowaniem. Jest to rzadki składnik koncentratów przemitych ze zwierzelin gnejsów serycytowych.

Perowski stwierdzono metodą rentgenostrukturalną w próbce przemitej ze zmontmorillonityzowanej zwierzeliny otulającej zasadową skałę żyłową (melanefelinit oliwinowy) przecinającą granitoidy (fig. 4). Jest to minerał brązowy, przeświecający o połysku diamentowym nie wykazujący łupliwości, o uziarnieniu poniżej 0,1 mm, tworzący ziarna oktaedryczne. W Sudetach perowskity notowano w tle skalnym bazaltów melinitowych w Strachowie k. Niemczy (J. Lis, H. Sylwestrzak, 1986) oraz w brekcjach ijolitowych w Loučnej i w żyłach lamprofirów rejonu Ploučnic w Czeskim Średniogórze (J.H. Bernard i in., 1969).

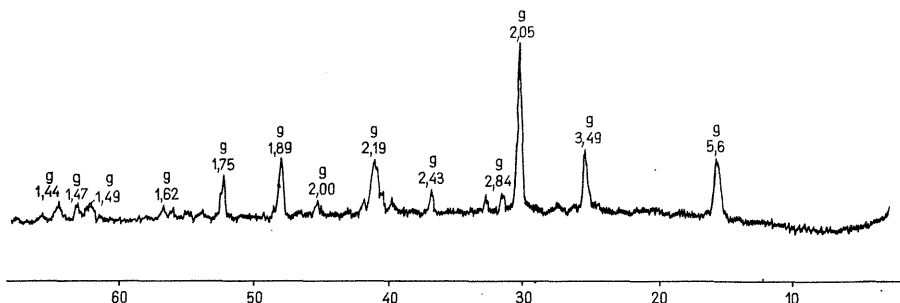


Fig. 3. Dyfraktogram góyazytu; koncentrat minerałów ciężkich ze zwierzeliny *in situ* trachitu
 Diffractogram of goyazite; concentrate of heavy minerals obtained from *in situ* rock waste of trachite
 g – goyazyt (filtr Ni, V – 35 kV, I – 10 mA); odległości międzypłaszczyznowe w Å; zgodność z testem ASTM 11 – 194
 g – goyazite (Ni filter, V – 35 kV, I – 10 mA); interplanar spaces in Å; accordance with ASTM 11 – 194

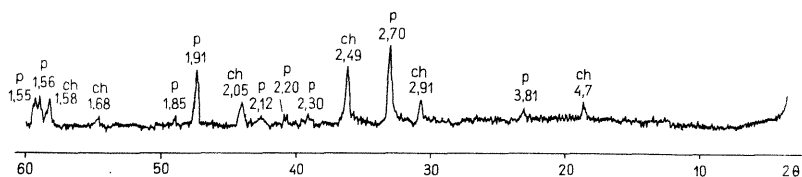


Fig. 4. Dyfraktoqram perowskitu z domieszką picotyty z frakcji $\lt; 0.1\text{ mm}$; koncentrat minerałów ciężkich uzyskano z przemycia zwietrzeliny montmorillonitowej *in situ* otaczającej żyłę melanefelinitu oliwinowego

Diffractogram of perovskite with admixture of picotite (grade $\lt; 0.1\text{ mm}$); concentrate of heavy minerals obtained due to panning of *in situ* montmorillonite rocks waste surrounding olivine melanefelinite vein

p – perowskit; ch – picotyt chromowy (filtr Ni, V – 35 kV, I – 10 mA); odległości międzypłaszczyznowe w Å; zgodność z testem ASTM 9 – 365

p – perovskite; ch – chrome picotite (Ni filter, V – 35 kV, I – 10 mA); interplanar spaces in Å; accordance with ASTM 9 – 365

Fluoryt tworzy nieregularne, ostrokrawędziste okruchy (do 1.5 mm \varnothing) przezroczyste, bezbarwne lub ze słabym odcieniem fioletowym.

Galeń występuje w świeżych kryształach o pokroju regularnym lub w zrostach takich ziarn i, podobnie jak fluoryt, jest składnikiem koncentratów przemitych ze zwietrzelin nad wychodniami syenitoidów w Markocicach.

Zawartość pierwiastków promieniotwórczych i pierwiastków ziem rzadkich w wybranych minerałach ciężkich wyseparowanych z próbek szlichowych zestawiono w tab. 1. Podane wyniki są orientacyjne i mogą być obarczone błędem, którego nie sposób skorygować badaniami kontrolnymi, dysponując niewielką masą monomineralnych próbek.

Najwyższe oznaczenia Th i U zanotowano w ferrothorycie i goethycie. Pierwiastki rzadkie – Ce, La, Y i Nd – gromadzą się w tych samych minerałach, a ponadto w brockicie, perowskicie, grothycie i goyazyście.

INTERPRETACJA WYNIKÓW

Wyniki, otrzymane w toku analizy mineralogicznej, zilustrowano na grafiku zbiorczym zestawionym dla wszystkich minerałów ciężkich opisanych z badanego rejonu (fig. 5) oraz na dwóch mapach szlichowych (fig. 6 i 7), dla których podkład stanowiła uproszczona zakryta mapa geologiczna.

ANALIZA PORÓWNAWCZA WYDZIELONYCH ZESPOŁÓW MINERAŁÓW CIĘŻKICH

Z analizy porównawczej wynikają następujące prawidłowości:

1. Masa koncentratów szlichowych waha się od 2.5 g/m³ do 3.6 kg m³ próbki wyjściowej. Koncentraty przemitye ze zwietrzelin rezydualnych odznaczają się mało urozmaiconym składem jakościowym oraz niską masą. Najniższy udział frakcji ciężkiej, zwykle nie przekraczający 10 g/m³, stwierdzono w próbkach pobranych ze zwietrzelin rezydualnych aplitów, mikrogranitów i granitów leukokratycznych z serycytem. Utwory aluwialne, zwłaszcza zwietrzeliny redeponowane, charakteryzują się większą masą i bogatym zespołem minerałów ciężkich.

2. W zwietrzelinach rezydualnych, pokrywających odmiany granitoidów rumburskich, różniące się stopniem deformacji tekstury (granity, granitognejsy, gnejsy).

skład jakościowy i ilościowy koncentratów jest bardzo podobny. Granitoidy biotytowe różnią się od granitoidów leukokratycznych wyższym udziałem biotytu, chlorytu i ilmenitu, natomiast w tych ostatnich rośnie udział anatazu, serycytu, kasyterytu i tlenków Mn.

Ten sam zespół minerałów ciężkich, w tych samych odmianach morfogenetycznych i o podobnej granulacji zidentyfikowano w utworach aluwialnych oraz wyseparowano ze szlichów sztucznych ze skał granitoidowych na obszarze metamorfiku izerskiego (M. Jęczmyk, 1979). Wyniki zdjęcia szlichowego rejonu Opolna Zdroju – Markocic potwierdzają zatem opinię M. Kozłowskiej – Koch (1965) oraz M. Borkowskiej i in. (1980) o mineralogicznych i petrogeochemicznych związkach między granitami rumburskimi i gnejsami izerskimi.

3. W zwietrzelinach rezydualnych mikrogranitów spotyka się ten sam zespół minerałów ciężkich, który jest charakterystyczny dla zwietrzelin granitoidów, natomiast w zwietrzelinach pokrywających aplity dominującymi składnikami są: epidot, granaty i anataz.

4. Pokrywy zwietrzelinowe nad wychodniami syenitoidów, metabazytów, bazaltoidów i trachitów są bogatsze w koncentraty i każda z nich odznacza się bardzo charakterystycznym zespołem minerałów ciężkich. Dla syenitoidów (i granitów wysokopotasowych) typowe są nagromadzenia ferrothorytu, brockitu, fluorytu, galeny, niobonośnego rutylu, siarczków Cu oraz szkliwa wulkanicznego. W zwietrzelinach metabazytów dominują amfibole, siarczki Fe oraz zwykle sfaleryty. Dla bazaltoidów charakterystyczne są koncentracje magnetytu, picotyту, oliwinu, piroksenów i niekiedy perowskitu, a dla trachitów – drobnoziarnistego tytanomagnetytu, tytanitu (2 odmiany), ostrokrawędzistego korundu, a niekiedy również goyazytu i miedzi rodzimej.

5. Część minerałów lub ich odmian występujących w zwietrzelinach redeponowanych i we współczesnych aluwiach może być allochtoniczna, na co wskazuje ich doskonały stopień obtoczenia, powszechna obecność na całym obszarze metamorfiku izerskiego oraz ich brak w zwietrzelinach rezydualnych. Dotyczy to np. różowego, automorficznego granatu, silnie luminizującego, gruboziarnistego cyrkonu, obtoczonego, przezroczystego topazu oraz obtoczonej, czarnej i czerwonej odmiany rutylu.

MINERAŁY CIĘŻKIE POKRYW ZWIETRZELINOWYCH GRANITOIDÓW

Na mapie szlichowej (fig. 6) zestawiono zawartości grubokrystalicznej odmiany kasyterytu, szelitu, topazu i turmalinu w koncentratkach przemitych z pokryw zwietrzelinowych i ze współczesnych aluwiów.

We współczesnych aluwiach górnego biegu potoku Jaśnica występują bogate koncentracje kasyterytu (do 423 g/m³). W zwietrzelinach rezydualnych nagromadzenie tego minerału sięga 165 g/m³. Oznaczenia pierwiastków rzadkich w brązowej odmianie kasyterytu wskazywały na kasyterytowo-kwarcowo-siarczkowy typ mineralizacji (M. Jęczmyk, 1979). Wykluczając allochtoniczne pochodzenie grubo-

←
Fig. 5. Udział minerałów ciężkich w pokrywach zwietrzelinowych i utworach aluwialnych rejonu Bogatyni

Heavy minerals recorded in waste mantles and alluvial deposits of the Bogatynia region

1 – ślady; 2 – 25%, obj.; 3 – 25–50%, obj.; 4 – >50%, obj.; pole zakreskowane oznacza powszechny udział danego minerału w koncentratkach; pole czyste wskazuje, że dany składnik występuje sporadycznie

1 – traces; 2 – 25%, vol.; 3 – 25–50%, vol.; 4 – >50%, vol.; hachure indicates common content of mineral in a concentrate; open space indicates sporadic content

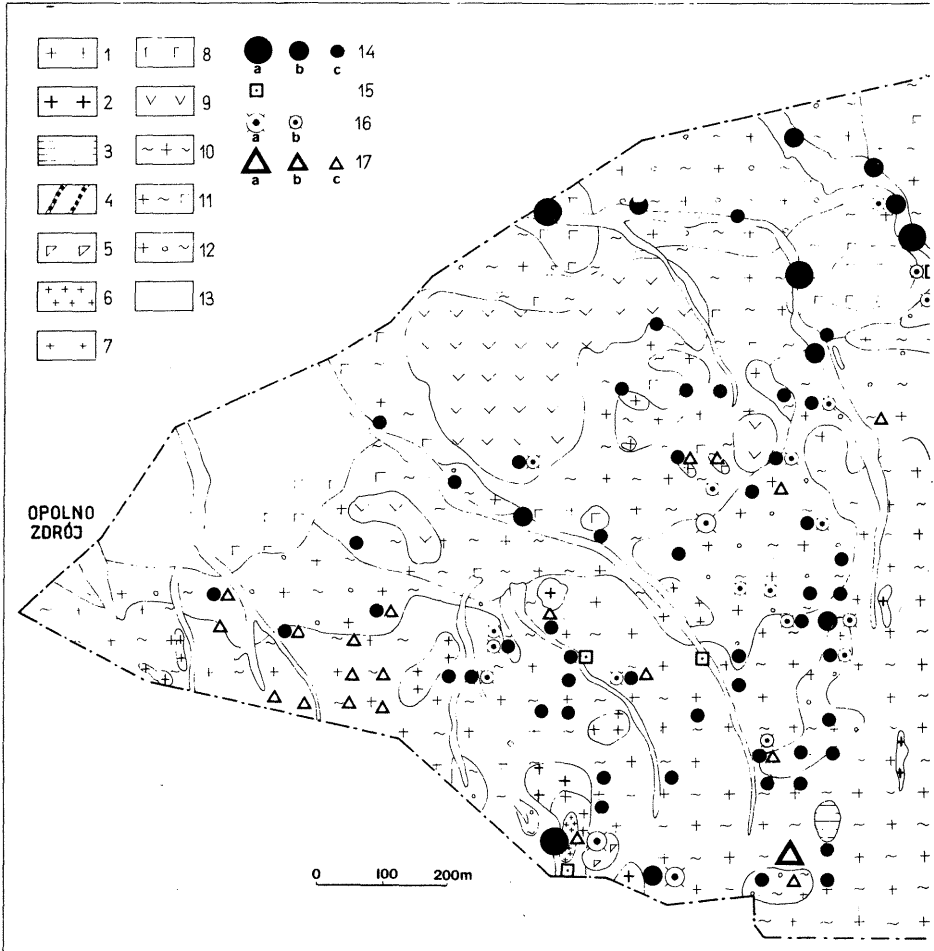
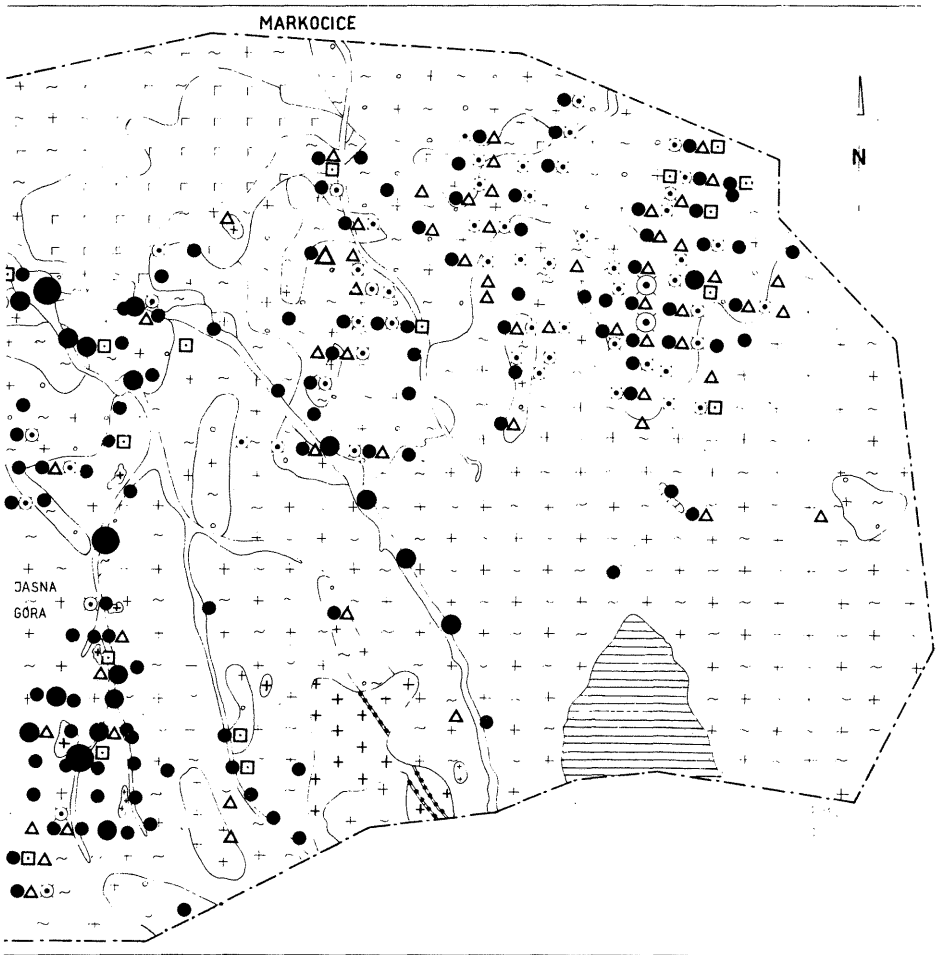


Fig. 6. Mapa szlichowa kasyterytu, szelitu, topazu i turmalinu
Concentration map of cassiterite, scheelite, topaz and tourmaline

1 – granitoidy serycytowe; 2 – granitoidy biotytowe; 3 – metasedymenty; 4 – aplity; 5 – diabazy, zwietrzelina *in situ* i rumosze diabazu; 6 – mikrogranodioryty; 7 – mikrogranit; 8 – bazaltoidy, zwietrzeliny bazaltoidów *in situ* i redeponowane, tufy bazaltoidów; 9 – trachity, zwietrzeliny trachitów *in situ* i redeponowane; 10 – zwietrzeliny skał granitoidowych *in situ* lub w niewielkim stopniu redeponowane; 11 – rezydwa glin zwałowych przemieszane ze zwietrzeliną skał kwaśnych i alkaliczno-zasadowych; 12 – rezydwa glin zwałowych przemieszane z redeponowaną zwietrzeliną skał kwaśnych, glina zwałowa, piaski i żwiry wodnolodowcowe; 13 – mulki, piaski i żwiry rzeczne; 14 – zawartość kasyterytu: a – >100 g/m³, b – 10–100 g/m³, c – <10 g/m³; zawartość: 15 – szelitu – ślady, 16 – topazu: a – >40 g/m³, b – 10–40 g/m³, 17 – turmalinu: a – >50 g/m³, b – 10–50 g/m³, c – <10 g/m³

1 – sericitic granitoids; 2 – biotitic granitoids; 3 – metasediments; 4 – aplites; 5 – diabases, diabase rock waste *in situ* and diabase rock debris; 6 – microgranodiorite; 7 – microgranite; 8 – basaltoids, basaltoid rock waste *in situ* and redeposited, basaltoid tuffs; 9 – trachites, *in situ* and redeposited trachite rock waste; 10 – *in situ* or slightly redeposited rock waste of granitoid rocks; 11 – residue of tills mixed with rock waste of acidic and alkali-calcic rocks; 12 – residue of tills mixed with redeposited rock waste of acidic rocks, till, fluvioglacial sands and gravels; 13 – fluvial silts, sands and gravels; 14 – cassiterite concentration: a – >100 g/m³, b – 10–100 g/m³, c – <10 g/m³; concentrations of: 15 – scheelite – traces, 16 – topaz: a – >40 g/m³, b – 10–40 g/m³, 17 – tourmaline: a – >50 g/m³, b – 10–50 g/m³, c – <10 g/m³



krystalicznej odmiany kasyterytu – ze względu na słabe obtoczenie ziarn i często spotykane zrosty z kwarcem – można przypuszczać, że granitognejsy centralnej części obszaru badań – partiami zgrejzenizowane i zawierające intruzje mikrogranitów – są okruszczone serią nieregularnych żyłek kasyterytowo-kwarcowych, które z racji swych drobnych rozmiarów nie zostały wykryte w trakcie prac kartograficznych.

W nielicznych próbkach szlichowych kasyterytowi towarzyszy bezbarwną, drobnoziarnistą odmianą szelitu, lecz zawsze tylko w ilościach śladowych. Obserwowane „tło szelitowe” świadczy, że minerał ten stanowi akcesoryczny składnik granitoidów i jest obecny zarówno w zwietrzelinach rezydualnych, jak i w redeponowanych.

Topaz w odmianie przezroczystej, obtoczonej, prawdopodobnie allochtonicznej, tworzy niskie koncentracje (do 60 g/m³). Tę samą odmianę topazu napotymano często w aluwjach metamorfiku izerskiego, a obecne badania wykazały, że występuje ona również w rejonie Kotliny Kłodzkiej.

Turmalin, w postaci drobnoziarnistych osobników o barwie brązowej lub

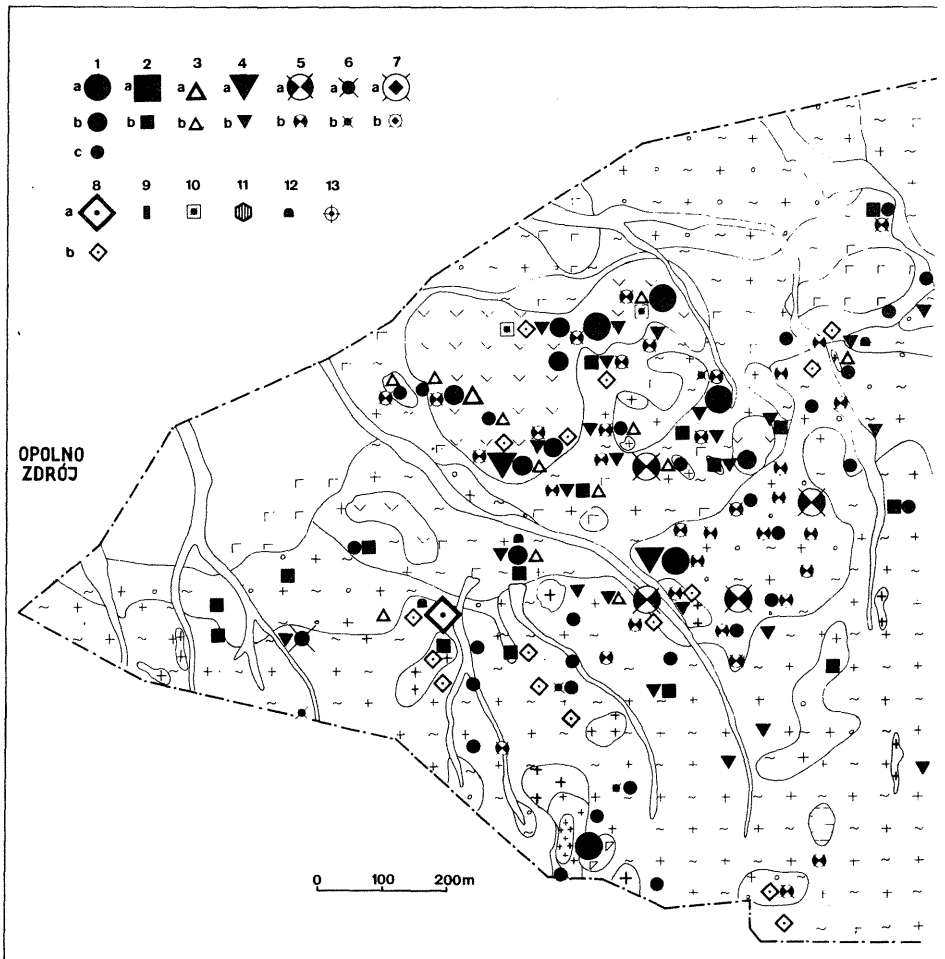


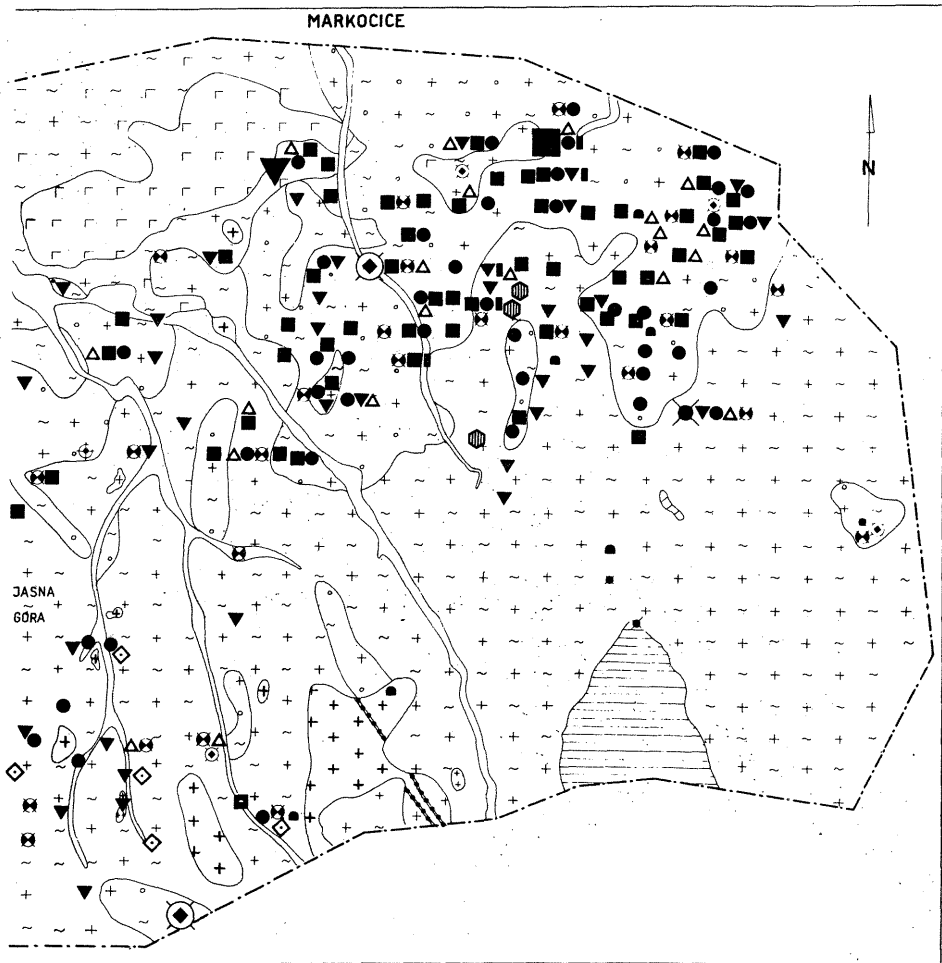
Fig. 7. Mapa szlichowa magnetytu (i tytanomagnetytu), picotyty, tytanitu, tlenków Mn, oliwiny, amfiboli, piroksenów, miedzi rodzimej, ferrothorytu, goyazytu, brockitu, korundu i perowskitu

Concentration map of magnetite (and titanomagnetite), picotite, titanite, Mn oxides, olivine, amphiboles, piroxenes, native copper, ferrothorite, goyazite, brockite, corundum and perovskite

Zawartość: 1 – magnetytu (i tytanomagnetytu): a – >500 g/m³, b – 100–500 g/m³, c – <100 g/m³; 2 – picotyty: a – >50 g/m³, b – <50 g/m³; 3 – tytanitu: a – >10 g/m³, b – <10 g/m³; 4 – tlenków Mn: a – >500 g/m³, b – <500 g/m³; 5 – oliwiny: a – >200 g/m³, b – <200 g/m³; 6 – amfiboli: a – >50 g/m³, b – 10–50 g/m³; 7 – piroksenów: a – >50 g/m³, b – 10–50 g/m³; 8 – miedzi rodzimej: a – >10 g/m³, b – <10 g/m³; 9 – ferrothorytu >5 g/m³; 10 – goyazytu 10–25 g/m³; 11 – brockitu do 10 g/m³; 12 – korundu do 10 g/m³; 13 – perowskitu do 10 g/m³; pozostałe objaśnienia jak na fig. 6

Concentrations of: 1 – magnetite (and titanomagnetite): a – >500 g/m³, b – 100–500 g/m³, c – <100 g/m³; 2 – picotite: a – >50 g/m³, b – <50 g/m³; 3 – titanite: a – >10 g/m³, b – <10 g/m³; 4 – Mn oxides: a – >500 g/m³, b – <500 g/m³; 5 – olivine: a – >200 g/m³, b – <200 g/m³; 6 – amphiboles: a – >50 g/m³, b – 10–50 g/m³; 7 – piroxenes: a – >50 g/m³, b – 10–50 g/m³; 8 – native copper: a – >10 g/m³, b – <10 g/m³; 9 – ferrothorite, >5 g/m³; 10 – goyazite, 10–25 g/m³; 11 – brockite, up to 10 g/m³; 12 – corundum, up to 10 g/m³; 13 – perovskite, up to 10 g/m³; remaining explanations see Fig. 6

ciemnozielonej, jest akcesorycznym składnikiem granitoidów i nie tworzy większych nagromadzeń, natomiast w odmianie czarnej, nieprzezroczystej może stanowić



większe koncentracje (do 85 g/m^3) w zwietrzelinach rezydualnych nad wychodniami mikrogranitów i żył kwarcowych.

MINERAŁY CIĘŻKIE POKRYW ZWIETRZELINOWYCH BAZALTOIDÓW, TRACHITÓW I SYENITOIDÓW

Na mapie szlichowej (fig. 7) podano rozmieszczenie i udział minerałów ciężkich alimentowanych do pokryw zwietrzelinowych skał alkaliczno-zasadowych oraz związanych z nimi genetycznie syenitoidów i zmetasomatyzowanych granitoidów. Wśród rezydualnych zwietrzelin skał alkalicznych i zasadowych opróbowano jedynie pokrywy nad trachitami i diabazami. W pierwszych stwierdzono wysokie nagromadzenia tytanomagnetytu (do 375 g/m^3), tlenków Mn (do 250 g/m^3), oliwinu (do 200 g/m^3), picotyту (do 50 g/m^3), gozazytu (do 25 g/m^3), tytanitu (do 30 g/m^3) oraz miedzi rodzimej (do 10 g/m^3). Koncentracje amfiboli i piroksenów nie przekraczają 10 g/m^3 , a zatem nie zostały uwzględnione na załączonej mapie. Nad wychodniami diabazów zwietrzeliny rezydualne są wzbogacone w magnetyt (do 3470 g/m^3).

W północno-wschodniej i środkowej części obszaru badań występują głównie zwietrzeliny redeponowane, w których materiał skał kwaśnych i alkaliczno-zasadowych jest przemieszany z rezydium glin zwałowych. W tych utworach spotyka się najwyższe koncentracje magnetytu, picotyту, tlenków Mn, piroksenów, oliwinu, miedzi rodzimej i korundu.

W zwietrzelinach *in situ* i w zwietrzelinach w niewielkim stopniu przemieszczonych nad skałami kwaśnymi również spotykano minerały typomorficzne dla skał alkalicznych i zasadowych, choć w niskich koncentracjach. Część nagromadzeń tych minerałów pochodzi z produktów wietrzenia subwulkanicznych skał zasadowych, których żyły przecinają kwaśne skały metamorficzno-magmowe, część natomiast – z rozmytych tufów bazaltowych i trachitowych, prawdopodobnie pierwotnie pokrywających znaczną część obszaru badań.

W zwietrzelinach rezydualnych nad strefą mineralizacji Th–TR w Markocicach stwierdzono nagromadzenia brockitu i ferrothorytu, którym towarzyszą chromopicotyt i tlenki Fe oraz Mn.

WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE

1. W koncentratkach oznaczono 48 minerałów, które występują częstokroć w kilku odmianach morfogenetycznych. Zidentyfikowano brockit i goyazyt – minerały dotychczas nie notowane w Sudetach.

2. Ustalono skład zespołów minerałów ciężkich, charakteryzujących główne typy zwietrzelin na badanym terenie, oraz wyróżniono składniki allochtoniczne i autochtoniczne.

3. Oznaczono Th, U i sumę TR w wybranych minerałach skałotwórczych, pobocznych i akcesorycznych, wydzielonych ze zwietrzelin bazaltoidów, trachitów i syenitoidów.

4. Stwierdzono, że oprócz minerałów Th, TR i Nb pozostałe minerały ciężkie, spotykane w glinach zwietrzelinowych pokrywających granitoidy rumburskie, występują w tych samych odmianach morfogenetycznych, odznaczają się tą samą granulacją, podobną asocjacją i udziałem w szlichach co minerały ciężkie wydzielone ze skał i ze współczesnych aluwiów na obszarze metamorfiku izerskiego. Fakt ten potwierdza opinię M. Kozłowskiej-Koch (1965) oraz M. Borkowskiej i in. (1980) o mineralogicznych i petrograficznych związkach oraz wspólnej genezie granitów rumburskich i gnejsów izerskich.

5. W centralnej części struktury kolistej Jasnej Góry, zwykle w pobliżu wychodni mikrogranitów, rezydualne pokrywy zwietrzelinowe oraz współczesne aluwia są wzbogacone w grubokruchowy kasyteryt o nieustalonym pochodzeniu. Prawdopodobnie źródłem SnO₂ są tu granitoidy centralnej części terenu badań, okruszczone drobnymi nieregularnymi żyłkami kasyterytowo-kwarcowymi.

6. Największy udział w badanych próbkach i najszerze rozprzestrzenienie mają minerały ciężkie powstałe w wyniku procesów magmowych i pomagmowych młodooalpejskich faz orogenicznych. Do minerałów fazy magmowej bazaltoidów należy zaliczyć: magnetyt, oliwin (forsteryt), amfibole, pirokseny (augit tytanowy, diopsyd chromowy), picotyt i perowskit. W fazie magmowej trachitów powstały: tytanomagnetyt, tytanity (grothyt i tytanit żółty), amfibole, pirokseny (augit). Spotykane w zwietrzelinach redeponowanych skał zasadowych i alkalicznych takie minerały jak: cyrkon (automorficzny, pomarańczowy hiacynt), różowy, ostrokrawędzisty korund, spinele Mg, miedź rodzima jak również część grubokrystalicz-

nego picotyty i tytanitu żółtego pochodzą prawdopodobnie z brekcji kominowych i utworów piroklastycznych, podobnie jak w rejonie Linhorki, Granátovego Vrchu, Loučnéj i Koštála w Czeskim Średniogórze (J.H. Bernard i in., 1969). Dla fazy metasomatyczno-hydrotermalnej typowe są tu: ferrothoryt, goethyt toronośny, rutyle niobonośne, fluoryt, siarczki Cu, Pb i Fe, a dla fazy hydrotermalno-wietrzeliowej – brockit, gozayt, psylomelan i niepromieniotwórczy goethyt – limonit.

Zakład Geologii Złóż

Rud Metali

Państwowego Instytutu

Geologicznego

Warszawa, ul. Rakowiecka 4

Nadesłano dnia 3 czerwca 1987 r.

PIŚMIENICTWO

- BERNARD J.H. I INNI (1969) – Mineralogie Československa. Academia. Praha.
- BORKOWSKA M., HAMEURTH J., VIDAL P. (1980) – Origin and age of Iżera gneisses and Rumburk granites in the Western Sudetes. *Acta Geol. Pol.*, **30**, p. 121–146, nr 2.
- FISHER F.G., MEYROWITZ R. (1962) – Brockite, a new calcium thorium phosphate from the Wet Mountains, Colorado. *Am. Miner.*, **47**, p. 1346–1355.
- JĘCZMYK M. (1979) – Minerały ciężkie w aluwiałach potoków na obszarze metamorfiku izerskiego. *Biul. Inst. Geol.*, **319**, p. 75–155.
- JUSKOWIAKOWA M., JĘCZMYK M. (w druku) – Petrografia skał krystalicznych na tle budowy geologicznej okolic Bogatyni (Sudety Zachodnie). *Biul. Inst. Geol.*
- KOZŁOWSKA-KOCH M. (1965) – Granitognejsy Pogórza Iżerskiego. *Arch. Miner.*, **25**, p. 239–259, z. 1–2.
- KUCHA H. (1979) – $\text{Fe}^{2+}\text{Th}(\text{PO}_4)_2$ monoclinic, $\text{Fe}^{2+}\text{Th}(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ hexagonal, $\text{Fe}_{1-x}\text{Th}_{1-x}(\text{RE. Fe}^{3+})_{2x}(\text{PO}_4)_2 \cdot 1-3 \text{H}_2\text{O}$ orthorhombic and $\text{Fe}_3^+(\text{H}_2\text{O})(\text{PO}_4)_2$ monoclinic – four new minerals from Poland. *Min. Pol.*, **10**, p. 3–28, nr 1.
- LIS J., SYLWESTRZAK H. (1986) – Minerały Dolnego Śląska. Wyd. Geol. Warszawa.
- MIKUSZEWSKI J. (1974) – Wstępne wyniki badań nad występowaniem pierwiastków ziem rzadkich w rejonie Bogatyni. *Kwart. Geol.*, **18**, p. 883–885, nr 4.
- SZPIŁA K., STĘPIŚIEWICZ M. (1979) – Phosphate minerals in basaltic weathering products from Turaszów (Lower Silesia). *Arch. Miner.*, **35**, p. 5–17, z. 2.
- SZYMKOWIAK A., PANASIUK M. (1985) – Charakterystyka petrograficzna i geochemiczna law bazaltoidowych rejonu Bogatyni. *Kwart. Geol.*, **29**, p. 728–754, nr 3/4.

Магдалена ЕНЧМЫК

ТЯЖЕЛЫЕ МИНЕРАЛЫ ВЫВЕТРЕЛЫХ ПОКРОВОВ В РАЙОНЕ ОПОЛЬНО ЗДРОЙ—МАРКОЦИЦЕ

Резюме

Изучение ассоциаций тяжелых минералов в выветрелых покровах метаморфическо-магматических и вулканогенно-осадочных пород на восточном обрамлении Житавской впадины являлось частью комплексных поисковых и методических работ, выполнявшихся Отделом геологии залежей металлических руд в 1978—1982 и 1984—1985 годах в районе между Опольно Здроем, Ясной Гурой и Маркоцицами.

В делювиально-аллювиальных отложениях было определено 48 тяжелых минералов и многие из них в нескольких морфогенетических разновидностях, среди которых наряду с богатой группой автохтонных минералов выделены предположительно аллохтонные компоненты. Открыто два тяжелых минерала до сих пор не встречавшихся в Судетах — броккит и гойязит. Были определены минералы содержащие радиоактивные элементы и редкоземельные элементы. Показан качественный состав концентратов, выделенных из выветрелостей главных типов.

Было установлено, что тяжелые минералы, содержащиеся в глинистых выветрелостях, покрывающих румбурские гранитоиды, характеризуются такой же грануляцией и теми же морфогенетическими разновидностями и подобной группой сопутствующих минералов, что и тяжелые минералы, полученные из искусственных шлифов после измельчения изерских гнейсов и гранито-гнейсов. Этим фактом подтверждается гипотеза о общности происхождения изерских и румбурских гранитоидов.

MAGDALENA JĘCZYŃSK

HEAVY MINERALS OF WASTE MANTLES IN THE OPOLNO ZDRÓJ—MARKOCICE REGION

Summary

Complex geological survey and methodological investigations carried out by the Department of Metallic Ore Deposits in the area situated among Opolno Zdrój, Jasna Góra and Markocice in the years 1978—1982 and 1984—1985 comprised studies on heavy minerals assemblages in waste mantles of metamorphic-magmatic and igneous-sedimentary rocks from SE margin of Zittau Depression.

Forty eight heavy minerals have been recognized within deluvial-eluvial cover and some of them occur as several morphologic types. Most of these minerals are autochthonous but some of them are supposed to be allochthonous. Two heavy minerals — brockite and goyazite hitherto not recorded in Sudetes as well as mineral carriers of radioactive elements and rare earths elements have been identified. The quantitative composition of concentrates extracted from the major waste mantles has been presented.

It has been found that heavy minerals from the weathering clays covering Rumburk granitoids do not differ from heavy minerals obtained due to panning of crushed Izera gneisses and granite gneisses neither in granularity nor in morphogenetic variety or accessory minerals content. The above facts support a hypothesis on common origin of Izera and Rumburk granitoids.