

UKD 552.331.2/6.08:553.064/.065'495'493.531'493.541'493.6(091)(438 – 18Elk)

Elżbieta BAREJA, Stanisław KUBICKI

Mineralizacja syenitów elckich w strefach przeobrażeń metasomatyczno-hydrotermalnych (NE Polska)

Przedstawiono historię badań elckiego masywu syenitowego, rozwój poglądów na jego budowę i obecny stan jej znajomości. Na tym tle omówiono kompleksową mineralizację U–Th, Nb, TR i Zr w strefach przeobrażeń metasomatyczno-hydrotermalnych, porównując ją z mineralizacją w innych masywach tego typu.

WSTĘP

Elcki masyw syenitowy odkryto w 1954 r. otworem reperowym Elk IG I. Chodziło wówczas o ustalenie głębokości stropu krystaliniku i rozpoznanie treści petrograficznej ciała zaburzającego wydatnej ujemnej anomalii grawimetrycznej kolistego kształtu, pokrywającej się z zespołem anomalii magnetycznych typu pierścieniowego. Otwór miał wyjaśnić, który z poglądów na budowę geologiczną tego obszaru jest słuszny. Według S.Z. Różyckiego (*vide* S. Tyski, 1954) bowiem strop podłoża krystalicznego jest płaski, a na konturze anomalii występują skały krystaliczne lżejsze od otoczenia, natomiast według J. Samsonowicza (*vide* S. Tyski, 1954) w stropie podłoża krystalicznego utworzyła się depresja wypełniona utworami paleozoicznymi, w tym solonośnym cechsztynem, a nawet produktywnym karbonem. W otworze Elk IG I pod osadami triasu na głęb. 804,6 m nawiercono syenity sodalitowe, potwierdzając tym koncepcję S.Z. Różyckiego. Datowania wieku bezwzględnego syenitów ujawniły młody – „paleozoiczny” wiek tych skał.

Biorąc pod uwagę, że elcki masyw syenitowy jest w podłożu krystalicznym elementem młodym i analizując jego obraz geofizyczny, geolodzy zaczęli wiązać z obecnością syenitów określone zamierzenia poszukiwawcze. J. Znosko (1963) przypuszczał, że wieńcowa, dodatnia anomalia magnetyczna nakładająca się na peryferyczną część ujemnej anomalii pola siły ciężkości jest odwzorowaniem zmian w aureoli intruzji syenitowej, spowodowanych bądź zjawiskami kontaktowymi, bądź okruszcowaniem, bądź też obecnością zasadowych subwulkanitów. Otwory

Klusy IG 1 i Prostki IG 1 wykonane w 1965 r. do głęb. 1000 m ani nie potwierdziły, ani też nie podważyły tej koncepcji, ponieważ weszły w obręb syenitów. S. Kubicki (1969) doszedł z kolei do wniosku, że:

– konfiguracja resztkowych anomalii magnetycznych i grawimetrycznych może wskazywać na zróżnicowanie budowy wewnętrznej masywu, szczególnie jego dużego elementu zachodniego;

– zewnętrzne wieńcowe anomalie magnetyczne nie tyle otaczają masyw syenitowy, ile nakładają się na jego części peryferyczne (sugerowałoby to obecność melanokratycznych odmian syenitów);

– masyw ełcki jest intruzją platformową; jego wielkość, kształt, skład petrograficzny, cechy mineralogiczno-geochemiczne, wiek izotopowy i pozycja geotektoniczna wskazują na formalne podobieństwo do innych masywów syenitów peralkalicznych zawierających, jak wiadomo, unikalną mineralizację.

Otwory Drygały IG 1, Drygały IG 1a i Rydzewo IG 1 wykonane w latach 1970–1971 nawierciły z kolei gnejso-granitową osłonę, w której zaobserwowano słabe oddziaływanie masywu syenitowego, wyrażone przegrzaniem hydrotermalnym i odmłodzeniem granitoidów. Co prawda utworom subwulkanicznym (mikrosyenit alkaliczny w Drygałach IG 1, porfiry bostonitowe w Rydzewie IG 1 oraz lamprofiry w Drygałach IG 1a i w Rydzewie IG 1) towarzyszą przejawy mineralizacji fluorytowo-węglanowej z pirytem. W ten sposób wiercenia te wyjaśniły problem wynikający z koncepcji postawionej przez J. Znoskę w 1963 r.

Do problemu masywu ełckiego Instytut Geologiczny powrócił w 1976 r. (S. Kubicki i in., 1976). Przyjęto model rozwarstwionej intruzji (K. Karaczun i in., 1972) i wykazano konieczność penetracji wiertniczej wewnętrznych pierścieni anomalnych, którym przyporządkowano bliżej niezdefiniowane różne petrograficznie odmiany syenitów. Z projektowanych siedmiu otworów do 1982 r. wykonano trzy (Prostki IG 2, Ełk IG 3 i 4).

BUDOWA GEOLOGICZNA

Stan znajomości budowy geologicznej masywu ełckiego ilustruje fig. 1. Mapa ta jest rozwinięciem modelu geologicznego założonego w 1972 r., wychodzącego z platformowego charakteru intruzji i wielofazowego, pierścieniowego jej formowania się. Masyw ełcki składa się z zasadniczego dużego elementu zachodniego, o powierzchni w podmezozoicznym ścięciu erozyjnym około 400 km², oraz niewielkiego elementu wschodniego, prawdopodobnie przedstawiającego silnie zerodowaną strefę korzeniową, który dotychczas nie został potwierdzony wierceniami.

W. Ryka (W. Ryka, 1979; E. Bareja i in., 1980) wielokrotną aktywizację tektoniczno-magmową sprowadza do pięciu cykli. Cykl I objął intruzje pierścieniowe granitów alkalicznych, mikroklinowych granitów, granodiorytów, diorytów oraz mikrogranitów – mikrosyenitów (*pro parte* otwory Drygały IG 1, Drygały IG 1a –

Juskowiak, 1978; W. Ryka, 1978). Cykl II reprezentowany był przez kwarcowe syenity i wtórnie okwarcowane nordmarkity (otwór Prostki IG 2 – A. Dziezic i in., 1978). Cykl III to mikroklinowe syenity (otwór Klusy IG 1 – O. Juskowiak, 1971, 1973). W cyklu IV powstały intruzje pierścieniowe sodalitowych mikropertytowych syenitów (otwory Ełk IG 1, Prostki IG 1 – O. Juskowiak, 1971, 1973) oraz nefelinonośnych mikropertytowych syenitów (pułaskitów, mariupolitów), nefelinowych syenitów i nefelinitów z licznymi fazami stożkowych subwulkanitów o składzie mikrosyenitów (mikrofoaitów, mikropułaskitów), mikro-

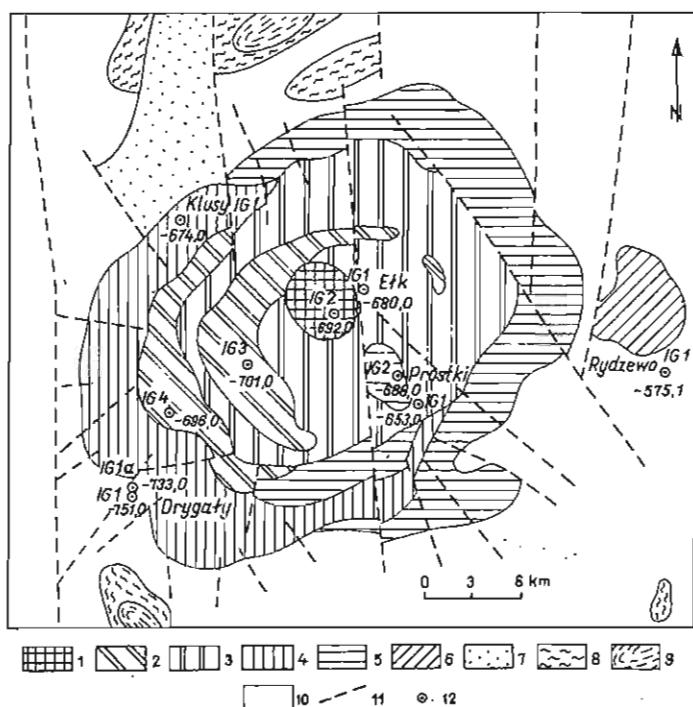


Fig. 1. Mapa petrologiczna intruzji elckiej (według S. Kubickiego i W. Ryki, 1982; uproszczona)
 Petrological map of the the Elk intrusion (after S. Kubicki and W. Ryka, 1982; simplified)

1 – syenity niezdefiniowane fazy V; 2 – nefelinowe syenity, nefelinity, nefelinonośne mikropertrytowe syenity fazy IVB; 3 – sodafilowe mikropertrytowe syenity fazy IVA; 4 – mikroklinowe syenity fazy III; 5 – kwarcowe syenity (nordmarkity) fazy II; 6 – syenity i granity alkaliczne fazy I; 7 – kwarcyty i piaskowce jotnickie; 8 – migmatyty; 9 – gnejsy biotytowe i amfibolowe proterozoiku; 10 – granitoidy prekarskie kompleksu mazowieckiego; 11 – uskoki; 12 – otwory wiertnicze z głębokością stropu krystaliniku w metrach

1 – syenites of undefined phase V; 2 – nepheline syenites, nephelinites, and nepheline-bearing microperthite syenites of phase IVB; 3 – sodalite microperthite syenites of phase IVA; 4 – microcline syenites of phase III; 5 – quartz syenites (nordmarkites) of phase II; 6 – syenites and alkaline granites of phase I; 7 – Jotnian quartzites and sandstones; 8 – migmatites; 9 – Proterozoic biotite and amphibole gneisses; 10 – pre-Karelian granitoids of the Masovian complex; 11 – faults; 12 – boreholes and depth to the top of crystalline basement

albitów, tingwaitów i polzenitów (otwory Elk IG 3, Elk IG 4 – E. Bareja i in., 1980). W centralnej części masywu zakłada się istnienie skał cyklu V, w którym nie wykluczony jest udział eudialitowych syenitów lub nagromadzeń karbonatytów.

Wielokrotna aktywizacja tektoniczna spowodowała silny rozwój tektoniki uskokuwej i spękań. Oprócz kierunków gotyjskich lub oddziedziczonych – pogotyjskich – w węzle intruzywnym powstawały, zablźniały się lub odnawiały strefy złuznień koncentrycznych, stożkowych, radialnych i tangencyjnych. Niektóre z nich uległy przeobrażeniu metasomatyczno-hydrotermalnemu, stając się pułapkami dla mineralizacji. W. Ryka (E. Bareja i in., 1980) stwierdził, że kąty zapadania spękań maleją od peryferii do środka masywu i te mniejsze były jakby bardziej uprzywilejowane jako drogi migracji roztworów.

Z punktu widzenia mineralizacji najbardziej interesujące okazały się skały szeregu apgaitowego z otworu Elk IG 3 i skały szeregu miaskitowego z otworu Elk IG 4. Badania petrograficzno-mineralogiczne (A. Dziedzic, 1981) wykazały

silne zróżnicowanie skał i charakterystyczne dla nich bogactwo form mineralnych. Zidentyfikowano tu ponad 50 minerałów nie licząc ich licznych generacji, a także form niezdefiniowanych.

Interesujące są niektóre minerały akcesoryczne, nawet o znaczeniu pobocznym i skałotwórczym, będące nośnikami rzadkich metali użytecznych. Szczególnymi pułapkami dla ich wzmożonej koncentracji były strefy przeobrażeń metasomatyczno-pneumatoliczno-hydrotermalnych, w wykrywaniu których pomocne okazało się profilowanie promieniotwórczości naturalnej.

MINERALIZACJA W STREFACH METASOMATYCZNO-HYDROTHERMALNYCH

Interpretacja diagramów profilowania gamma w otworze wiertniczym na obszarze elckiego masywu syenitowego i jego osłony wykazała, że wysokie anomalie promieniowania gamma grupują się w otworach Elk IG 3 i Elk IG 4. W pozostałych otworach nie zanotowano anomalii lub brak jest danych radiometrycznych (E. Bareja, 1979).

W otworze Elk IG 3 stwierdzono 9 anomalii promieniowania gamma w interwale 877,3–1984,9 m oraz kilka podwyższeń promieniowania gamma. Na wyróżnienie zasługują anomalie o natężeniu promieniowania > 14 pA/kg. Mają one przeważnie mieszany charakter uranowo-torowy, chociaż spotyka się również anomalie z przewagą toru lub uranu. Interwały anomalne zostały opróbowane w sposób ciągły. W około 200 próbkach oznaczono zawartość uranu, toru i sumy ziem rzadkich. W próbkach o podwyższonej zawartości toru oznaczono Nb_2O_5 i ZrO_2 .

Z uwagi na zawartość uranu zasługują na wyróżnienie trzy strefy anomalne: 1775,65–1776,82 m, 1863,78–1866,18 m i 1909,80–1910,80 m. Maksymalna zawartość uranu w pojedynczej próbce wynosi 285 g/t. Ze względu na głębokość występowania (poniżej 1000 m) i stosunkowo niskie zawartości uranu nie można mówić o rudach uranu nawet w znaczeniu pozabilansowym.

Obecność innych pierwiastków użytecznych wymaga jednak, aby poziomy anomalne traktowane były kompleksowo. Anomalia z głęb. 1863,78–1866,18 m charakteryzuje się również występowaniem toru oraz pierwiastków ziem rzadkich.

Najwyższe zawartości tych ostatnich notuje się w strefie anomalnej z głęb. 1808,20–1811,20 m (3,00 m) – fig. 2. Średnia ważona zawartość ΣTR_2O_3 wynosi tu 2542 g/t, natomiast Nb_2O_5 – 1208 g/t i ZrO_2 – 3814 g/t, przy czym dla interwału 1809,33–1811,20 m (1,87 m) odpowiednio 3847 g/t, 1896 g/t i 5845 g/t. Na podkreślenie zasługuje występowanie niobu, którego zawartość w pojedynczych próbkach wynosi od 900 do 8600 g/t Nb_2O_5 . Abstrahując od głębokości, niob należy traktować jako pierwiastek wiodący tej kompleksowej mineralizacji. W strefie tej, reprezentowanej przez skały metasomatyczne i nefelinowe syenity zmienne metasomatycznie oraz hydrotermalnie, stwierdzono minerały z grupy pirochloru. Pierwiastki promieniotwórcze występują m.in. w pirochlorze, torianicie oraz w innych minerałach akcesorycznych, które są nośnikami U, Th i TR, jak np. w monacycie, cyrkonie, ksenotymie, tytanicie, fluorowęglanach i innych minerałach typowych dla stref przeobrażeń metasomatyczno-hydrotermalnych (A. Dziedzic, 1981, praca w druku).

W ten sposób ustalono, że strefy przeobrażeń metasomatyczno-hydrotermalnych z reguły charakteryzują się w stosunku do tła podwyższoną, aczkolwiek bardzo zróżnicowaną pod względem intensywności promieniotwórczością naturalną,

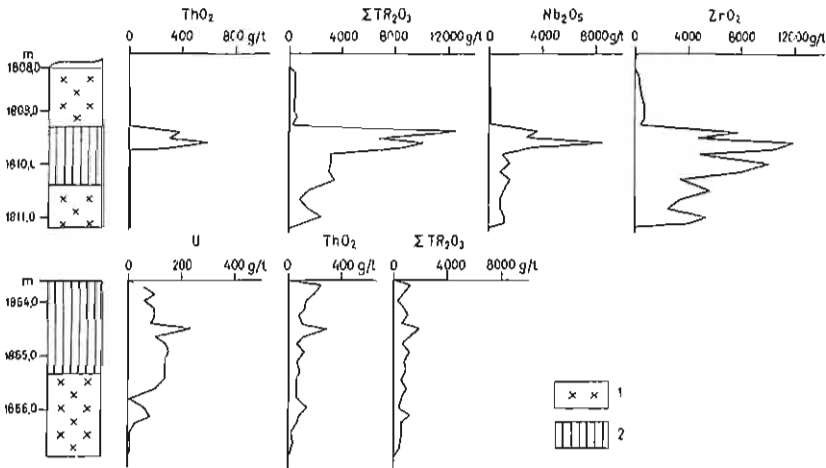


Fig. 2. Występowanie U, ThO₂, ΣTR₂O₃, Nb₂O₅, ZrO₂ w wybranych strefach anomalnych z otworu Ełk IG 3

Occurrence of U, ThO₂, ΣTR₂O₃, Nb₂O₅ and ZrO₂ in selected anomalous zones in the borehole column Elk IG 3

1 - nefelinowc syenity; 2 - syenity przeobrażone metasomatyczno-hydrotermalnie

1 - nepheline syenites; 2 - syenites altered by metasomatic-hydrothermal processes

co znajduje odbicie w zróżnicowanym składzie mineralnym metasomatytów, determinującym charakter anomalii promieniotwórczych. Z omówionego wyżej interwału 1808,20–1811,20 m wynika, że interesujące pod względem zawartości pierwiastków ziem rzadkich i niobu są anomalie torowe.

W otworze Ełk IG 4 stwierdzono 9 anomalii promieniotwórczych gamma w przedziale 1072,0–1380,5 m, a więc znacznie korzystniejszym niż w otworze Ełk IG 3. Z wymienionych anomalii aż 5 charakteryzuje się natężeniem >15 pA/kg. Mają one głównie charakter uranowy. Z uwagi na występowanie uranu można wyróżnić następujące strefy anomalne: 1075,95–1076,60 m, 1124,40–1127,30 m (fig. 3), 1195,22–1195,90 m, 1234,61–1238,40 m (fig. 3), 1267,98–1268,50 m i 1329,01–1329,65 m. Ze względu na występowanie uranu na głęb. poniżej 1000 m, jak również zawartość tego pierwiastka, skały wymienionych stref nie stanowią samodzielnych rud uranu, nawet w znaczeniu pozabilansowym. Najwyższe ilości pierwiastków ziem rzadkich notuje się w strefie anomalnej na głęb. 1124,40–1127,30 m (2,90 m), gdzie średnia ważona zawartość ΣTR₂O₃ wynosi 2267 g/t i Nb₂O₅ – 943 g/t. Maksymalne zawartości w pojedynczych próbkach kształtują się: uranu – 305 g/t, toru – 1200 g/t, sumy ziem rzadkich – 14000 g/t, Nb₂O₅ – 3100 g/t. Sposób występowania pierwiastków użytecznych jest podobny jak w otworze Ełk IG 3. Wchodzą one w skład samodzielnych minerałów grupy pirochloru, perowskitu – loparytu, fluorowęglanów, fosforanów, tlenków oraz stanowią domieszki izomorficzne. W składzie pierwiastków ziem rzadkich zdecydowanie dominuje grupa cerowa.

Liczne cyrkonio-tytano-krzemiany i krzemiany cyrkonu przesądzają o wysokich zawartościach ZrO₂. W pojedynczych próbkach dochodzi ona do 4,40% wag. ZrO₂. Z cyrkonem związane są również wysokie zawartości hafnu.

Odpowiednikiem masywu ełckiego i jego mineralizacji może być masyw Ilmaussaq na Grenlandii, a także masywy na Półwyspie Kolskim w ZSRR. Mimo du-

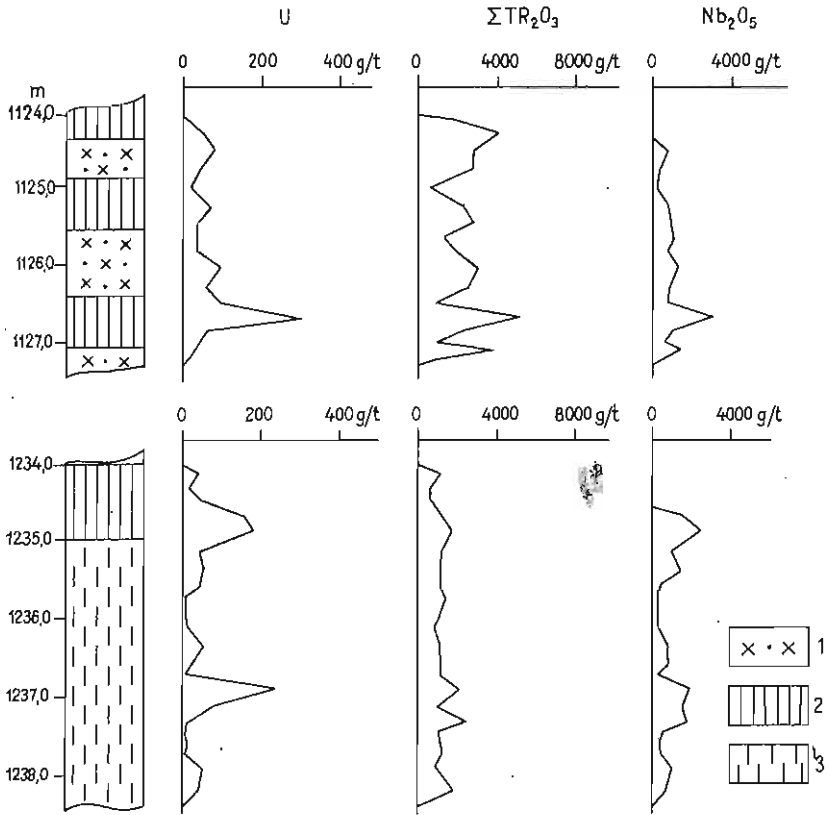


Fig. 3. Występowanie U, ΣTR_2O_3 , Nb_2O_5 w wybranych strefach anomalnych z otworu Elk IG 4

Occurrence of U, ΣTR_2O_3 and Nb_2O_5 in selected anomalous zones in the borehole column Elk IG 4

1 – mikroperytowe syenity; 2 – syenity przeobrażone metasomatycko-hydrotermalnie; 3 – mikroperytowe syenity ze smugami metasomatyckiego piroksenu

1 – microperthite syenites; 2 – syenites altered by metasomatic-hydrothermal processes; 3 – microperthite syenites with streaks of metasomatic pyroxene

zych odległości między północno-wschodnią Polską a Grenlandią sięgnięcie do porównań z masywem Ilímaussaq nie jest pozbawione podstaw, ponieważ przed utworzeniem się Oceanu Atlantyckiego oba obszary położone były stosunkowo blisko siebie.

Masyw Ilímaussaq związany jest z platformowym magmatyzmem alkalicznym epoki Gardar (1140–1330 mln lat). Budują go skały od alkalicznych granitów, kwarcowych syenitów i syenitów do niedosyconych peralkalicznych i nefelinowych syenitów. Skały alkaliczne, zwłaszcza młodsze ogniwa nefelinowych syenitów (lujawryty drobnoziarniste), są wzbogacone w U, Th, Nb, Zr, Be, Li, F i TR. W części północno-zachodniej masywu rozpoznano złożę uranu Kvanefjeld o zasobach 27 tys. t metalu i średniej zawartości 340 g/t U przy brzeżnej 250 g/t U. Ubogie koncentracje uranu tworzą tu rozproszony typ syngenetycznej mineralizacji magmowej. Nośnikiem uranu jest steenstrupin – fosfokrzemian U, Th i TR. Podrzędnie występuje mineralizacja epigenetyczna związana ze strefami przeobra-

żeń metasomatyczno-hydrotermalnych, kontrolowanych przez tektonikę uskokową i spękania. Na podkreślenie zasługuje obecność w lujawrytach licznych enklaw i ksenolitów reprezentowanych przez wcześniejsze fazy intruzywne, porwaki law, piaskowców, gabra, których marginalne strefy są wzbogacone w uran, a szczególnie w niob. Zdaniem B.L. Nielsena (1980) mineralizacja epigenetyczna zasługuje na uwagę nie tylko ze względu na wzbogacenie w metale i korzystniejszy stosunek U/Th, ale również na możliwość migracji i koncentracji poza obrębem masywów alkalicznych.

Mineralizacja w syenitach elckich, szczególnie ze strefami występowania loparytu, ma pewne podobieństwo do mineralizacji w masywie łowozierskim (Lujawr Urt) na Półwyspie Kolskim. Minerale skupiające Nb, TR i Zr występują w tzw. zdyferencjonowanym kompleksie, zbudowanym z przekładających się urtytów – foaitów – lujawrytów, a także w młodszym kompleksie eudialitowych i porfiro-podobnych lujawrytów. Syngenetyczne koncentracje loparytu głównie związane są z urtytami; w lujawrytach loparyt towarzyszy cyrkonio- i tytano-krzemianom. Charakterystyczne, że końcowe fazy tego agpaitowego masywu wzbogacone są w grupę itrową pierwiastków ziem rzadkich.

WNIOSKI

Strefy przeobrażeń metasomatyczno-hydrotermalnych w syenitach peralkalicznych masywu elckiego charakteryzują się podwyższoną promieniotwórczością naturalną i zróżnicowanym składem mineralnym. W strefach tych obserwuje się zwiększoną koncentrację minerałów – nośników TR, Nb oraz Zr – typowych dla znanych masywów syenitowych, np. Ilímaussaq w Grenlandii i Lujawr Urt w ZSRR. Anomalie promieniotwórczości naturalnej przeważnie mają mieszany charakter uranowo-torowy, rzadziej uranowy lub torowy. Zwłaszcza te ostatnie są wskaźnikowe dla mineralizacji TR i częściowo Nb. Dzięki temu krzywe profilowania PG i pomiary gamma-spektrometryczne mogą w sposób pośredni określać przeważający typ mineralizacji w poszczególnych strefach.

Zakład Geologii Ziół Rud Metali
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 30 czerwca 1982 r.

PIŚMIENNICTWO

- BAREJA E. (1979) – Wstępne wyniki badań mineralizacji U-Th-TR-Nb w elckim masywie syenitowym. *Kwart. Geol.*, 23, p. 898–899, nr 4.
- BAREJA E., DZIEDZIC A., KABATA-PENDIAŚ A., KRYSKIEWICZ E., KUBICKI S., KURBIEL H., RYKA W., SIEMIĄTKOWSKI J. (1980) – Wyniki wierceń Elk IG 3 i Elk IG 4. *Arch. Inst. Geol. Warszawa*.
- DZIEDZIC A. (1981) – Paragenety mineralów Nb-Zr-TR w syenitach północno-wschodniej Polski. *Kwart. Geol.*, 25, p. 413–414, nr 2.
- DZIEDZIC A. (praca w druku) – Elk syenite intrusion. *Biul. Inst. Geol.*, 347.

- DZIEDZIC A., KABATA-PENDIAS A., KRYSKIEWICZ E., KUBICKI S., KURBIEL H., RYKA W., SIEMIĄTKOWSKI J. (1978) – Wyniki wiercenia Prostki IG 2. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- JUSKOWIAK O. (1971) – Skąły plutoniczne w pólnocno-wschodniej Polsce. Biul. Inst. Geol., 245, p. 153–170.
- JUSKOWIAK O. (1973) – Skąły plutoniczne. W: Skąły platformy prekambryjskiej w Polsce, cz. 1. Pr. Inst. Geol., 68, p. 100–104.
- JUSKOWIAK O. (1978) – Skąły podłoża krystalicznego. W: Profile Głęb. Otw. Wiert. Inst. Geol., z. 47, Drygały IG 1, p. 38–57.
- KARACZUN K., KUBICKI S., RYKA W. (1972) – Mapa geologiczna podłoża krystalicznego platformy prekambryjskiej w Polsce. 1:200 000, ark. Suwalki, Sejny, Elk, Sokółka. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- KUBICKI S. (1969) – Projekt dalszych badań podłoża krystalicznego NE i E Polski. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- KUBICKI S., KURBIEL H., RYKA W. (1976) – Projekt badań geologicznych podłoża krystalicznego NE i E Polski (Suwalki–Białystok–Olsztyn–Lublin). Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- KUBICKI S., RYKA W. (1982) – Atlas geologiczny podłoża krystalicznego polskiej części platformy wschodniocuropejskiej. Inst. Geol. Warszawa.
- NIELSEN B.L. (1980) – The uranium potential of Greenland – a geological analysis of favourability. W: Uranium evaluation and mining techniques. IAEA. Vienna.
- RYKA W. (1978) – Skąły podłoża krystalicznego. W: Profile Głęb. Otw. Wiert. Inst. Geol., z. 47, Drygały IG 1a, p. 57–77.
- RYKA W. (1979) – Wstępne wyniki badań petrograficznych skał intruzji elckiej. Kwart. Geol., 23, p. 897–898, nr 4.
- TYSKI S. (1954) – Dokumentacja geologiczna wiercenia Elk IG 1. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- ZNOSKO J. (1963) – W sprawie badań aureoli batolitowych w prekambrze pólnocno-wschodniej Polski. Prz. Geol., 11, p. 79–82, nr 2.

Эльжбета БАРЕЯ, Станислав КУБИЦКИ

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В ЗОНАХ МЕТАСОМАТИЧЕСКО-ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ЭЛКСКИХ СИЕНИТОВ НА ЮВ ПОЛЬШИ

Резюме

Сиенитовый массив Элка впервые был вскрыт в 1954 г. Геофизическим его отражением является отрицательная гравиметрическая аномалия округлой формы, совпадающая с группой магнитных аномалий кольцевой формы. Детализация геофизической съемки и бурение нескольких параметрических скважин позволило примерно определить строение массива, его петрографическо-минералогический состав, относительный возраст, геохимические свойства, а также его металогенную специфику и перспективы. Он представляет собой кольцеобразную расщепленную платформенную интрузию, поверхность подмезозойского эрозионного среза которой составляет примерно 400 км², а кровля залегает на глубине свыше 800 м. Интрузия образовалась в результате многократной тектонико-магматической активизации, осуществлявшейся лятью циклами, представленными поочередно кольцевыми интрузиями щелочных гранитов, кварцевых сиенитов, микроклиновых сиенитов, содалитовых и нефелиноносных микропертитовых сиенитов, многочисленными фазами микросиенитов и лампрофиров. Многочисленные сбросы и трещины способствуют об-

разованию зон метасоматического-гидротермального преобразования, как ловушек для U—Th, Nb и TR. Они отмечены в скважине Элк ИГ 3, где преобладают породы агпайтового ряда и в скважине Элк ИГ 4 с рядом миаскитовых пород.

Зоны преобразования характеризуются повышенной естественной радиоактивностью. Аномалии бывают обычно в большинстве своем смешанного типа: ураново-торового, реже уранового или торового. Особенно последние являются показательными для минерализации TR, частично Nb. По кривым гамма каротажа и гаммаспектрометрических измерений косвенно можно определить тип минерализации.

Elżbieta BAREJA, Stanisław KUBICKI

MINERALIZATION IN ZONES OF METASOMATIC-HYDROTHERMAL ALTERATIONS OF THE ELK SYENITES, NE POLAND

Summary

The Elk syenite massif has been found by a drilling in 1954. In geophysical image, it is marked as a negative gravity anomaly almost circular in outline, coinciding with a set of magnetic anomalies of the ring type. Detailed seismic surveys and subsequent parameter drillings made possible preliminary reconstruction of its structure, petrographic-mineralogical composition, radiometric age, geochemical features, metallogenic specialization and deposit perspectives. This is a polyphase, ring-like, ply separated platform intrusion with erosionally truncated Mesozoic subcrops about 400 km² in area and top surface situated at depths over 800 m. The intrusion was formed in result of repeated tectonic-igneous activity, presumably in 5 cycles. The cycles were connected with the following events: ring intrusions of alkaline granites, quartz syenites, microcline syenites, sodalite and nepheline-bearing micropertite syenites with numerous phases of microsyenites and lamprophyries. Advanced tectonics (faults and fractures) facilitated origin of zones of metasomatic-hydrothermal alterations, acting as traps for U—Th, Nb and TR mineralization. Such mineralization was found by drillings Elk IG 3 (where rocks of the agpaitite series predominate) and Elk IG 4 (series of miaskite rocks).

The alteration zones are characterized by increased natural radiation. Anomalies are of the mixed (U—Th) or, sometimes, either uranium or thorium in character. The latter may be treated as indicative of TR and, sometimes, partly Nb mineralization. Gamma logs and results of gamma-spectrometric measurements may, therefore, give indirect characteristics of mineralization.