

Antoni LASZKIEWICZ

Skąły i minerały krystalicznego podłoża Nizu Polskiego

Wschodnio-europejska platforma obejmuje swym zasięgiem także północno-wschodnią część Polski. Podłoże krystaliczne platformy, poznane bliżej na terenie ZSRR, występuje również na obszarze Polski na głębokości od 400 m, na granicy wschodniej, do 2000 m i więcej w Polsce centralnej, gdzie podłoże to sięga strefy wgłębnych rozłamów tektonicznych tworzących tzw. bruzdę polsko-duńską, pod którą zapada się głębiej. Strop podłoża krystalicznego ma ogólny upad w kierunku południowo-zachodnim. J. Znosko (1959) dokonał próby odtworzenia powierzchni podłoża krystalicznego. Uzyskany obraz wymaga wprowadzenia dalszego uściślenia, jednak pozwala dostrzec wyraźne wyniesienie „mazursko-suwalskie“ wolno zapadające ku zachodowi, a gwałtownie — ku południowemu zachodowi, stanowiące przedłużenie znanych na terenie ZSRR struktur: antekliny kurskiej i antekliny białoruskiej. Leżący w granicach Polski stok podłoża krystalicznego jest częściowo pochodzenia tektonicznego, częściowo erozyjnego. Skutkiem erozji zostały odsłonięte lub nawet wypreparowane z podłoża nieznané bliżej formy batolitowe skał plutonicznych. One właśnie wyodrębniały się w pomiarach geofizycznych i częściowo rozpoznano je wierceniami. Inne wiercenia założone na grzbiecie wyniesienia osiągały skały metamorficzne.

Instytut Geologiczny prowadzi badania nad rozpoznaniem podłoża krystalicznego zarówno metodami geofizycznymi, jak i wierceniami. Dotychczas nawiercono podłoże w siedemnastu punktach, których wykaz i charakterystyka podane są w tabeli 1, uzupełnionej w stosunku do wykazu J. Znoski (1960).

W tych oworach przewiercono ok. 1300 m podłoża; wydajność rdzenia wyniosła łącznie około 1000 m.

Najdawniejsze, bo z r. 1938—1939, jest wiercenie w Piszcu wstępnie opisane przez G. Fischera (1939). Opis dotyczył jedynie części rdzenia z głębokości 1204,60÷1218,65 m. Na podstawie odnalezionego po wojnie rdzenia grupa pracowników Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie z prof. E. Görlichem na czele zrekonstruowała i opracowała pod względem petrograficznym profil tego wiercenia. Ta sama grupa pracowników (J. Bądak, T. Morawski i L. Stoch), z którą współpracował również prof. A. Bo-

lewski, zbadała w latach 1954—1958 rdzenie z wierceń Elk, Krynki i Ostrów Mazowiecka.

Dalsze wiercenia są opracowane w Zakładzie Petrografii i Geochemii I.G. przez następujący zespół: O. Juskowiak — skały plutoniczne, W. Ryka — skały metamorficzne, M. Juskowiakowa — minerały, A. Chabło — analizy chemiczne, W. Szczepanowski — problemy geochemiczne i wiek skał.

Tabela I

Wiercenia, które osiągnęły podłoże krystaliczne

Wiercenie	Wysokość n.p.m.	Głębokość podłoża w m	Skały
Elk	125,0	805,0 ÷ 910,0	sjenit
Krasnopol 2	140,0	584,0 ÷ 650,3	granodioryt
Kruszyniany 1	150,0	422,2 ÷ 438,0	gnejsy, łupki biotytowe
Kruszyniany 2	164,0	446,3 ÷ 453,0	
Kruszyniany 3	170,0	425,5 ÷ 450,0	
Kruszyniany 4	140,0	383,0 ÷ 467,0	
Krynki	137,0	364,2 ÷ 477,9	gnejs amfibolowy, granulit
Łuków	170,0	1007,0 ÷ ca 1100	
Mielnik	145,0	1728,0 ÷ 1813,1	granit
Ostrów Mazowiecka	113,0	1292,3 ÷ 1312,0	gabro, sjenit
Pisz (Wejsuny)	132,0	1198,8 ÷ 1354,0	migmatyty, gnejsy, łupki biotytowe, amfibolity, skały piroksenowe
Sokółka 1	200,0	430,0 ÷ 627,7	
Sokółka 2	215,0	474,0 ÷ 554,0	
Sokółka 3	198,0	431,0 ÷ 500,8	
Sokółka 4	211,0	441,1 ÷ 523,9	
Suwałki	170,0	802,4 ÷ 914,7	anortozyt
Wisznice	155,0	433,0 ÷ 484,5	granit i granodioryt

Duża różnorodność nawierconych skał plutonicznych i metamorficznych nie daje jeszcze obrazu całości, lecz widoczne są bliskie analogie z innymi częściami Fennosarmacji. Łupki krystaliczne tworzące podłoże są przeważnie zmetamorfizowanymi skałami osadowymi i stanowią starsze elementy podłoża.

Leżąca w granicach Polski brzeżna część platformy niewątpliwie dłużej niż jej inne części zachowała charakter geosynklinalny i przyłączyła się do platformy u schyłku proterozoiku. Młodszych i słabiej zmetamorfizowanych skał nie napotkano jednak w wierceniach, z wyjątkiem brekcji stropowej z Sokółki, zawierającej okruchy piaskowca kwarcowego, filitu i filonitu. Pozostałe skały wykazują daleko idące zmiany, pozwalające przypuszczać, że przechodziły one więcej niż przez jeden cykl metamorficzny.

Skały plutoniczne są reprezentowane w podłożu przede wszystkim przez granitoidy (granity, granodioryty czasem przechodzące w monzonitowe granity), a także przez sjenity, anortozyty i gabro. Bliższą charakterystykę petrograficzną skał podłoża krystalicznego podają O. Juskowiak i W. Ryka (1960).

Nakreślony obraz podłoża krystalicznego Nizżu Polskiego, jako młodszego elementu wschodnio-europejskiej platformy, znajduje potwierdzenie we wstępnych oznaczeniach wieku bezwzględnego skał, wykonanych metodą argonową przez W. Szczepanowskiego i J. Kantora. Do oznaczeń wyseparowany został biotyt z kilku rodzajów skał. Najstarszym okazał się gnejs z wiercenia Krynki, dla którego oznaczono wiek na

$1\ 600 \cdot 10^6$ lat.

Dla gnejsu z wiercenia Sokółka 2, odpowiadającego dolnej części wiercenia Sokółka 1, uzyskano nieco niższe liczby

$1\ 368 \cdot 10^6$ i $1\ 382 \cdot 10^6$ lat.

Dla górnej partii łupków amfibolitowych z wiercenia Sokółka 1 —

$1\ 260 \cdot 10^6$ lat.

Z drugiej strony wiek jednej z najmłodszych skał — sjenitu alkalicznego z wiercenia Ełk — oznaczono na

$630 \cdot 10^6$ lat.

Ostatnia liczba wydaje się zbyt niska z tego powodu, że do oznaczeń został wybrany biotyt głównie młodziej generacji, jako łatwiejszy do wydzielenia. Zatem w tym przypadku wyznaczono nie wiek skały, lecz wiek biotyту młodziej generacji. Otrzymane liczby nie wystarczają jeszcze do ściślejszego skorelowania skał podłoża Nizżu Polskiego ze skałami innych obszarów Fennosarmacji.

Do dokładniejszego poznania podłoża krystalicznego staje się konieczne nie tylko intensywne i drobiazgowo badanie petrograficzne rdzeni, lecz również stosowanie innych metod, zarówno geochemicznych, jak i mineralogicznych. Tylko badania kompleksowe mogą wyjaśnić genezę skał podłoża i nakreślić perspektywy poszukiwań surowcowych. Zagadnienie pochodzenia granitoidów podłoża wiąże się bezpośrednio z teoriami pochodzenia granitu, zmieniającymi poważnie dotychczasowe pojęcia geologiczne. Powstanie tych koncepcji wynika częściowo z niedostatecznej znajomości tworzenia się struktur skał plutonicznych i wskazuje, że rozstrzygnięcia pomiędzy szerokim wachlarzem możliwości teoretycznych należy szukać również na innych drogach.

W granitoidach, podobnie jak w większości skał podłoża, mamy do czynienia nie z jednorazowym zjawiskiem ich utworzenia się, lecz z nakładającymi się na siebie lub różnowiekowymi procesami mineralizacji. Nie dysponując danymi wystarczającymi do rozstrzygnięcia genezy skały jako całości, można przynajmniej wyjaśnić genezę poszczególnych jej składników mineralnych.

Dla skał podłoża krystalicznego są trudności w ustalaniu kolejności wydzielania się mineralów na zasadzie ich idiomorfizmu. Można stąd wnosić, że wiele składników mineralnych nie utworzyło się drogą krystalizacji w ruchliwym środowisku magmy, lecz drogą wzrostu metasomatycznego w stanie stałym z doprowadzaniem i ustępowaniem składników chemicznych. Wytworzone kryształy, nieraz całkiem idiomorficzne, układają się w skale szeregami wzdłuż kierunków wędrówki roztworów metasomatyzyjących.

Badania masywu wołyńskiego, najbliższej podłoża Nizżu Polskiego wychodni skał plutonicznych, mają na celu określenie poszczególnych składników mineralnych. O. I. Matkowski (1957; *fide* E. K. Lazarenko, E. P. Sliwko, 1959) stwierdził regularne zmiany własności morfologicznych,

fizycznych i chemicznych minerałów akcesorycznych, jak cyrkon, apatyt, tytanit, w zależności od składu skał. Badając akcesoryczne minerały granitoidów kompleksu ośnickiego na Wołyniu autor ten wyróżnia dwa typy granitoidów: cyrkonowy i tytanitowy. Kwaśniejsze skały granitowe zalicza do typu cyrkonowego, a kontaminowane i granityzowane — do typu tytanitowego.

Podjęte przez M. Juskowiakową badania minerałów podłoża krystalicznego dotyczyły przede wszystkim granatu. Drobiazgowo badania ujawniły szereg cech wskazujących na ich metasomatyczną genezę.

Innym minerałem akcesorycznym budzącym zainteresowanie jest tytanit. Został on bliżej zbadany ze sjenitu alkalicznego w wierceniu Elk. Według E. Görlicha, J. Badała i L. Stocha (1960) sjenit w tym wierceniu jest dość jednolity i powstał zapewne w wyniku dyferencjacji magmy. Składniki mineralne noszą jednak ślady przemian wtórnych, które zachodziły po całkowitej konsolidacji skały.

Stosunkowo świeży tytanit, wolny od spękań i zmętnień, udało się wyodrębnić z głębokości 827 m. Tytanit w płytkach cienkich jest bezbarwny, lecz w osobnikach dochodzących do 1 mm średnicy wykazuje barwę miodową lub brunatną oraz wysoki stopień idiomorfizmu. Przeważającą postacią jest słup n (111) o ostrym kącie $43^{\circ}49'$; czasem kryształy tytanitu przybierają typowy wygląd kopertowaty, a wówczas pojawiają się postacie r (110) i P (100). Na wydzielonych kryształach wykonałem pomiary goniometryczne (tab. 2).

Tabela 2

Pomiary kryształów tytanitu z wiercenia Elk, głębokość 827 m
Titanite crystals measurements from bore-hole Elk, depth 827 m.

Nr	Postać — Form	Symbol	φ			ρ			Liczba pomiarów Number of measurements
			Zmierzone — Measured		Obliczone Calculated	Zmierzone — Measured		Obliczone Calculated	
			Granice pomiarów Limits	Średnia Average		Granice pomiarów Limits	Średnia Average		
1	y	001	89°39—90°28	90°03	90°00	29°15—30°14	29°45	29°43	3
2	q	010	1°19—1°03	0°08	0°00	—	90°00	90°00	2
3	P	100	89°43—90°46	90°10	90°00	89°11—90°30	89°56	90°00	6
4	r	110	56°43—56°46	56°46	56°45	89°35—90°21	89°58	90°00	15
5	n	111	65°24—66°08	65°40	65°30	63°32—64°30	64°02	64°06	13
6	t	111	41°50—40°01	40°41	40°36	48°12—48°41	48°20	48°22	6
7	μ	148	—	60°18	59°48	—	38°46	40°19	1

Dla tytanitu przyjęto ustawienie A. Descloizeaux oraz stosunek osiowy $a : b : c = 0,7547 : 1 : 0,8540$; $\beta = 119^{\circ}43'$.

Z podrzędnych postaci tytanitu y (001) pojawia się w postaci ścian stępujących naroża słupa n . Ściany n wykazują prążkowanie równoległe do ścian y , a więc przynależne do pasa [110], natomiast t (111) zamyka słup n ; ściany q stwierdzono dwukrotnie na jednym kryształcie w postaci

wąskich listew, a ścianę μ — tylko jeden raz. Postać kryształów tytanitu przedstawiono na fig. 1.

Własności optyczne badanego tytanitu są zgodne ze wskazaniami piśmiennictwa. Kąt osi optycznych zmierzony w świetle sodowym na stolek Fiodorowa wynosi

$$2V_r = 25^\circ.$$

Ta nieco podwyższona wartość kąta osi optycznych wskazuje na zawartość domieszek. Tymczasem oznaczenia chemiczne wykazały znaczną zawartość żelaza, mianowicie 2,75% Fe_2O_3 . Oznaczenia spektrograficzne wykonane przez mgra W. Szczepanowskiego wykazały ponadto obecność następujących pierwiastków w ilościach śladowych:

0,X	%	Mg, Al, Na
0,0X		Mn, Sn, Yb
0,00X		K, Sr, Pb, Ag, Cu, Ce, Y, La, Nd, Sm
0,000X		Lu, Dy, Er, Tu, Bi, Eu.

Zwracając uwagę pewne odchylenia od normalnego szeregu zawartości ziem rzadkich. Niewielka zawartość ziem rzadkich przy znacznej zawartości żelaza wskazuje na chemizm szeregu tytanit — grotyt.

Materiał do oznaczeń chemicznych i spektralnych wybierany był pod lupą dwuoczną. Czystość materiału nie była bezwzględna, gdyż tytanit zawierał liczne wrostki biotyty i magnetytu. Przebieganie pod lupą nie uchroniło od przedostania się do badanej próbki pewnych ilości tych wrostków, co mogło spowodować podwyższenie wyniku na zawartość żelaza.

W skałach pochodzenia magmowego tytanit jest zawsze starszy od biotyty. W badanym sjenicie natomiast przynajmniej jedna generacja biotyty wytworzyła się przed tytanitem i w postaci postrzępionych blaszek występuje wewnątrz kryształów tytanitu.

Badany tytanit podobny jest do tytanitu z diorytów kwarcowych okolic Holyczówki na Wołyniu, opisanego przez G. M. Gnatiwa (1959). Zgodna jest wielkość ziarn, morfologia kryształów, własności optyczne. Z pierwiastków śladowych stwierdzono tu V, Zr, La, As, Ni. Tytanit z Holyczówki zawiera w charakterze wrostków, podobnie jak tytanit z Elku, blaszki biotyty, a ponadto ziarna amfibolu i pirytu.

Własności tytanitu z Elku przemawiają za jego krystalizacją w skałe już zestalonej, przez wytworzenie metakryształów. Nastąpiło to jednak

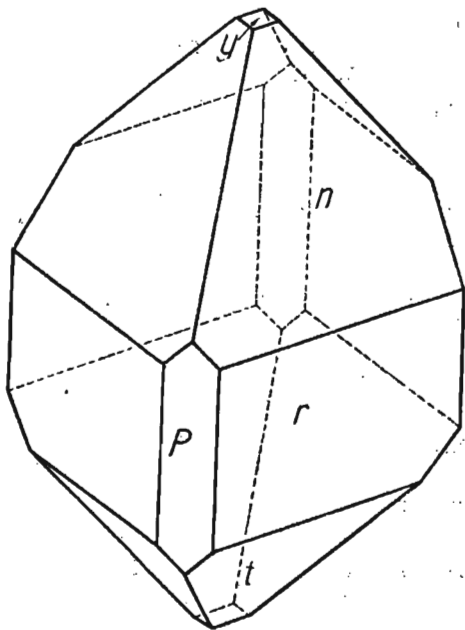


Fig. 1

w fazie dość wczesnej, gdyż w wyższych partiach rdzenia tytanit uległ częściowo rozkładowi.

Przykład tytanitu wskazuje, że nawet w jednej z młodszych skał plutonicznych podłoża odbywały się na dużą skalę procesy metasomatyczne i że procesy te są łatwiejsze do prześledzenia na poszczególnych składnikach mineralnych niż na całych kompleksach skał.

Zakład Petrografii i Geochemii I.G.
Nadesłano dnia 23 kwietnia 1960 r.

PIŚMIENNICTWO

- BOLEWSKI A., GÖRLICH E., BADAŁ J.** (1960) — Studium petrologiczne podłoża krystalicznego nawierconego w Ostrowi Mazowieckiej. *Kwart. geol.*, 4, p. 827—844, nr 4. Warszawa
- FISCHER G.** (1939) — Bericht zur Bohrung Johannesburg I. Mineralführung und Kristallisationsfolge des Gabbros. pp. 7. *Arch. Inst. Geol. (maszynopis)*, Warszawa.
- ГНАТІВ Г. М.** (1959) — К минералогии гибридинированных кварцевых диоритов окрестностей с. Гольчевка в Западной Волини. *Минер. Сборник № 13: Львов. геол. 0-ва, стр. 316—327.*
- GÖRLICH E., BADAŁ J., MORAWSKI T.** (1960) — Badania petrochemiczne skał podłoża krystalicznego nawierconego w Wejsunach koło Płszu. *Kwart. geol.*, 4, p. 845—868, nr 4. Warszawa.
- GÖRLICH E., BADAŁ J., STOCH L.** (1960) — Skały krystaliczne podłoża i produkty ich przeobrażenia nawiercone w Elku. *Biul. Inst. Geol.* 168. (w druku).
- JUSKOWIAK O., RYKA W.** (1960) — Uwagi o skałach prekambryjskich z wierceń w północno-wschodniej Polsce — komunikat wstępny. *Pr. Inst. Geol.*, 30. Czterdzieści lat Instytutu Geologicznego, cz. IV. (w druku).
- ЛАЗАРЕНКО Е. К., СЛИВКО Е. П.** (1959) — Новое в минералогии западных областей УССР. *Минер. Сборник № 13 Львов. геол. 0-ва, стр. 5—22.*
- MORAWSKI T.** (1960) — Utwory krystaliczne z wiercenia Krynki. *Arch. Inst. Geol. (maszynopis)*. Warszawa.
- SOKOŁOWSKI S., ZNOSKO J.** (1959) — Projekt mapy tektonicznej Polski jako części mapy tektonicznej Europy. *Kwart. geol.*, 3, p. 1—24, nr 1. Warszawa.
- ZNOSKO J.** (1960) — Uwagi o stratygrafii podłoża krystalicznego północno-wschodniej Polski. *Kwart. geol.*, 4, p. 281—290, nr 2. Warszawa.

Антони Лашкевич

ПОРОДЫ И МИНЕРАЛЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА ПОЛЬСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Резюме

Восточно-европейская платформа охватывает северо-восточную часть ПНР. Ее кристаллический фундамент ныне изучается Геологическим Институтом так геофизическими методами, как и опорными бурениями. Автор дает сводку геологоразведочных работ по кристаллическому фундаменту и по петрографическому изучению буровых кернов. Особое внимание уделено исследованию акцессорных минералов plutонических горных пород. В качестве примера приводится титанит из буровой скважины Элк, извлеченный из щелочного сиенита на глубине 827 м.

Прозрачные светлокорицевые кристаллы титанита диаметром до 1 мм обладают высокой степенью идиоморфизма (рис. 1). Гониометрическими измерениями (стр. 822) обнаружены следующие формы: $n \langle 111 \rangle$, $r \langle 110 \rangle$, $P \langle 100 \rangle$, $t \langle \bar{1}11 \rangle$, $y \langle 001 \rangle$, $q \langle 010 \rangle$, $\mu \langle \bar{1}48 \rangle$. Угол оптических осей для Na света $2V_{\gamma} = 25^{\circ}$. Титанит содержит 2,75% Fe_2O_3 , а спектрографически определено содержание целого ряда рассеянных элементов (перечень на стр. 823). Повышенное содержание железа отчасти вызвано присутствием в титаните включений биотита и магнетита.

В магматических породах титанит кристаллизуется раньше биотита, а в исследуемом сиените биотит, а по крайней мере одна его генерация, образовался раньше титанита и в виде включений содержится в кристаллах титанита. Их свойства указывают, что образовались в твердой среде в виде метакристаллов. Пример титанита подчеркивает, что даже в сравнительно молодой породе фундамента протекали в большом масштабе метасоматические процессы, которые легче проследить на отдельных минералах.

Antoni LASZKIEWICZ

ROCKS AND MINERALS FROM THE CRYSTALLINE SUBSTRATUM OF THE POLISH LOWLAND

Summary

The author presents a survey of the hitherto undertaken geological and petrographical investigations of the crystalline substratum of Northeastern Poland. He stresses the importance of detailed mineralogical studies of some accessory minerals.

As an example he points to titanite from alkali-syenite, derived from bore-hole Elk. At the depth of 827 m. there occur, in the syenite, titanite crystals of up to 1 mm. diameter (Fig. 1). The author has observed the following forms: $n \langle 111 \rangle$,

r $\langle 110 \rangle$, P $\langle 100 \rangle$, t $\langle \bar{1}11 \rangle$, y $\langle 001 \rangle$, q $\langle 010 \rangle$, μ $\langle \bar{1}48 \rangle$. The results of goniometric measurements are listed in Table 2. The angle of the optical axes, measured in sodium light, is $2V_\gamma = 25^\circ$. Chemically investigated, titanite discloses the presence of iron in the amount of 2.75% Fe_2O_3 , and slight amounts of trace elements, as listed on page 823.

The increased content of iron may partly be caused by the presence of biotite and magnetite inclusions in the titanite.

As a rule, titanite is older than biotite in igneous rocks. However, biotite or, at least, its older generation, has crystallized out earlier than has titanite in the investigated syenite; biotite is present there, among other components, in the shape of inclusions in the titanite crystals.

The properties of titanite prove that it is not a product of crystallization from magma, but has been produced after consolidation of the syenite. Well-formed titanite metacrysts are of metasomatic origin, formed owing to migrations of dissolved chemical constituents.

It may be concluded that processes of metasomatism are widely spread in the crystalline substratum.