

Wacław RYKA

○ genezie zespołów amfibolitowych z Łukowa

W Łukowie skały prekambryjskie nawiercono na głębokości 910,0 m. Przewiercony 163,5 m odcinek skał reprezentowany jest przez wielokrotnie przerastające się, słabo zróżnicowane zespoły metamorficzne. Obok partii skał dochodzących do 20 m miąższości występują kilkucentymetrowe lub centymetrowe laminy. Skały zapadają pod kątami $45\div 90^\circ$ (laminacja), lub też wykształcone są bezkierunkowo, zwłaszcza w partiach obfitujących w nieregularnie rozmieszczone skupienia granitoidowe (mobilizat). Liczne są spękania wypełnione materiałem hydrotermalnym.

Skały zmetamorfizowane z Łukowa reprezentowane są przez: łupki hornblendowo-biotytowe (25%), amfibolity hornblendowo-enstatytowe (14,5%), amfibolity hornblendowe (9,9%), amfibolity hornblendowo-augitowe (5,4%), gnejsy plagioklazowo-kwarcowo-hornblendowo-piroksenowe (20,6%), gnejsy plagioklazowo-kwarcowo-biotytowe (18,3%), gnejsy oczkowe, zmylonityzowane migmatyty (6,3%). Pomędzy poszczególnymi typami skalnymi istnieją przejścia.

Łupki hornblendowo-biotytowe wykazują zielonkawą barwę. Teksturę mają kierunkową (foliacja). Nieuzbrojonym okiem dostrzega się blaszki hornblendy i blaszki biotyty, osiągające maksymalnie średnice 3 mm. Łupki wykazują strukturę lepidonematoblastyczną. Ksenoblasty hornblendy zwyczajnej oraz pakiety i blaszki biotyty są uporządkowane. Łupki zbudowane są z hornblendy zwyczajnej, biotyty, plagioklazu, augitu diopsydowego, magnetytu i apatyty (tab. 1). Hornblenda zwyczajna, polisyntetycznie zbliżniczona według (100) o pleochroizmie: α — bladezielony, prawie bezbarwny, β — bladezielony, γ — zielony, ma kąt osi optycznych $2V_\alpha = 75^\circ$, kąt $z/\gamma = 18^\circ$ oraz dwójłomność $n_\gamma - n_\alpha = 0,026$. Hornblenda przerasta się z blaszkami biotyty długości $0,2\div 0,8$ mm o plamistych barwach pleochroicznych w oliwkowych odcieniach. W mniejszej ilości minerałom tym towarzyszy ksenoblastyczny, albitowo zbliżniczony plagioklaz o składzie $48\div 54\%$ An oraz poikiloblastyczny augit diopsydowy o cechach optycznych: $2V_\gamma = 52^\circ$, $z/\gamma = 38^\circ$, $n_\gamma - n_\alpha = 0,027$. Miejscami skała jest dynamicznie odkształcona, hornblenda spękana, a biotyt pocięty. Łupki wykazują znaczny stopień przeobrażenia hydrotermalnego. Hornblenda i biotyt uległy chlorytyzacji i serpentynizacji, które spowodowały lokalne wykształcenie się skały chlorytowej. Równocześnie w skaleniach dostrzega się zmiany wywołane

Tabela 1

Wyniki analiz planimetrycznych w procentach objętościowych

Głębokość w m	Nazwa skały	Plagioklaz	Kwarc	Piroksen	Hornblenda	Biotyt	Chloryt	Magnetyt
1052,4	łupek hornblendowo-biotytowy	3,8	—	2,1	32,2	26,5	34,8	0,5
961,1	łupek hornblendowo-biotytowy	—	—	—	81,3	18,3	—	0,4
999,8	amfibolit hornblendowo-enstatytowy	42,0	—	16,2	41,8	—	—	—
1025,5	amfibolit hornblendowo-enstatytowy	39,1	1,1	13,0	46,0	—	—	0,8
980,3	amfibolit hornblendowy	36,5	0,6	—	61,9	—	—	0,9
957,5	amfibolit hornblendowy	56,8	1,6	2,9	36,0	—	—	2,7
1041,6	gnejs kwarcowo-plagioklazowo-hornblendowo-piroksenowy	72,3	13,5	7,2	2,7	—	—	4,3
1069,2	gnejs kwarcowo-plagioklazowo-hornblendowo-piroksenowy	45,9	30,0	6,2	10,8	—	—	7,1

serycytyzacją, chlorytyzacją i epidotyzacją. Pospolite są także żyłki kalcytowe oraz strefy zbiotytowane, występujące na kontaktach z utworami pegmatoidalnymi.

Amfibolity hornblendowo-enstatytowe są barwy czarnej, o teksturze kierunkowej, równoległej. Nieuzbrojonym okiem widoczne są izometryczne blasty hornblendy i skalenia, nie przekraczające wymiarów 0,5 mm. W płytkach cienkich widoczna jest laminacja. Składają się na nią paragenezy plagioklazowo-piroksenowe i hornblendowo-biotytowe. Szczególny udział przypada w nich biotytowi, który przenika hornblendę. Struktura jest grano-lepidonematoblastyczna (tabl. I, fig. 1). Skała zbudowana jest z plagioklazu, hornblendy zwyczajnej, enstatytu, biotyту, apatyту, kwarcu i magnetytu (tab. 1).

Plagioklaz o składzie 37% An wykazuje zbliżniaczenia albitowe i peryklinowe oraz budowę pasową, przy czym skład tego minerału waha się w zakresie 32÷51% An. W równorzędnej ilości jest hornblenda zwyczajna o pleochroizmie: α — bladeżółtawy, β — zielonkawy, γ — oliwkowo-zielony, kącie osi optycznych $2V_{\alpha} = 81^{\circ}$, $\gamma = 17^{\circ}$ i dwójłomności $n_{\gamma} - n_{\alpha} = 0,017$. Hornblenda przerasta się symplektytowo z plagioklazurem i enstatytem o ksenoblastycznym wykształceniu, wymiarach 0,1÷0,5 mm. Enstatyt splekany jest według (100), (010), kąta osi optycznych $2V_{\gamma} = 64^{\circ}$, dwójłomność $n_{\gamma} - n_{\alpha} = 0,010$. Przeważnie jest on obrośnięty epidotem zwyczajnym. Idioblastyczny biotyt odznacza się wymiarami do 1,6 mm i oliwkowobrunatnymi barwami pleochroicznymi.

Amfibolity hornblendowe są czarne. Mają one dobrze zaznaczoną foliację. Tekstura kierunkowa zaznaczyła się zwłaszcza w obecności biotyту. Struktura amfibolitów jest nematogranoblastyczna. Poszczególne blasty osiągają przeciętnie wymiary 0,5÷1,0 mm, co czyni

skąłę równoblastyczną (tabl. I, fig. 2). Hornblendy zwyczajna i plagioklaz to składniki główne. Podrzednie i akcesorycznie obserwuje się magnetyt, ilmenit, apatyt, kwarc, biotyt i chloryt (tab. 1). Ksenoblastyczna hornblendy zwyczajna ma pleochroizm: α — bladzielony, β — zielony, γ — ciemnozielony, kąt osi optycznych $2V_{\alpha} = 74^{\circ}$, kąt $z/\gamma = 17^{\circ}$, dwójłomność $n_{\gamma} - n_{\alpha} = 0,015$. Ksenoblastyczny (0,4÷0,6 mm) lub porfiro-poikiloblastyczny (do 2,0 mm) plagioklaz ma zwykle skład zasadowego andezynu o zawartości 42% An, gdy tymczasem w osobnikach zbudowanych pasowo zawartość cząsteczki anortytowej waha się w granicach 35÷46% An. Pospolite są w nich zbliźniaczenia według prawa albitowego i peryklinowego. Ksenoblasty magnetytu i nematoblasty ilmenitu występują przeważnie na obrzeżeniu plagioklazu i hornblendy, przy czym ilmenit może przenikać blasty tych minerałów. Amfibolity pocięte są licznymi szczelinami, które miejscami są wypełnione żyłkami serpentynu. W otoczeniu żyłek hornblendy uległa zwykle biotytyzacji, chlorytyzacji lub też serpentynizacji.

Amfibolity hornblendowo-augitowe odznaczają się czarnopopielatą barwą. Tekstura ich jest bezkierunkowa, struktura natomiast heteroblastyczna i kataklastyczna. W tle minerałów o średnicach

Tabela 2

Przykład zmienności plagioklazu w próbce z głębokości 957,5 m

Nr skalenia	% An	Zbliźniaczenie	Temperaturowość ¹
III R	57	\perp (010)	—
1/20'	62	[001]	—
1/20''	52	\perp (010)	—
1/20'''	64	\perp (010)	—
II R	55	\perp $[\bar{1}00] \parallel (010)$	—
3/20'	42	\perp (010)	—
3/20''	34	[001]	—
3/20'''a	44	\perp (0 $\bar{2}$ 1)	1,0
3/20'''b	35—22	\perp (010)	0,0
4/20'	40	\perp (010)	0,0
5/20'	55	\perp [010] (001)	0,8
5/20''	55	\perp (010)	0,2
6/20'	22	\perp (110)	0,0
6/20''	24	\perp [001] (010)	0,0
7/20	62	\perp (010)	0,8

0,4÷0,6 mm tkwią pojedyncze, osiągające długość 10,0 mm, nieregularnie rozmieszczone, postrzępione listewki plagioklazu. Formy te nadają skale znamiona reliktywnej struktury ofitowej, porfiroklastycznej. Obok plagioklazu do reliktywnych form należy piroksen, który może wskazywać na macierzystą skałę — diabaz plagioklazowo-augitowy o strukturze ofitowej (tabl. II, fig. 3).

¹ Stopień uporządkowania.

Plagioklaz listewkowy jest powyginany, popękany i licznie zbliźniony. Próbkę pobraną z głębokości 957,5 m poddano szczegółowym badaniom na uniwersalnym stoliku Fedorowa, których wyniki wskazują na przesłanki genetyczne (tab. 2). Zmienność plagioklazu widoczna jest w składzie i temperaturowości¹ (A. S. Marfunin, 1960). Wielkości te są proporcjonalnie zależne, skażeń wysokotemperaturowy reprezentuje bowiem labrador, niskotemperaturowy natomiast — oligoklaz-andezyn. Plagioklasy są licznie zbliźniane, niejednokrotnie w sposób złożony. W przeciwieństwie do skałeni, których blasteza zachodziła w warunkach typowych dla facji metamorficznych (polisyntetyczne zbliżnięcia albitowe i peryklinowe), występują tu osobniki o prostej budowie pasowej i blokowej. Spośród zbliżnień rozpoznano prawa: albitowe, peryklinowe, karlsbadzkie, Roc Tourné, baweńskie lewe. Jeden ze skałeni nr 3/20^{'''} (fig. 1) złożony jest z czterech subindywiduów. Dwa wewnętrzne (1—2) zbliżnione są według prawa baweńskiego lewego, wykazują zawartość 44% An i temperaturowość = 1,0. Bliźniak 1—2 obrośnięty jest parą subindywiduów 3—4 o normalnej budowie pasowej, zbliżnieniu albitowym, składzie 35÷22% An, temperaturowości = 0,0. Stosunek par 1—2

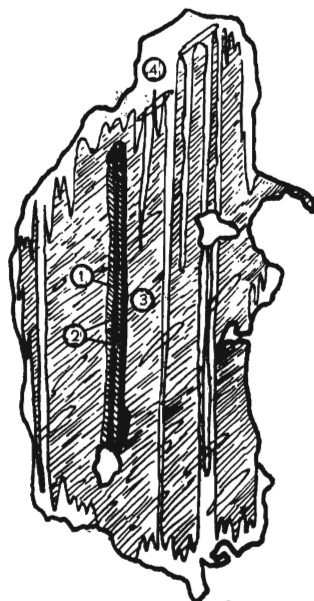


Fig. 1. Plagioklaz z amfibolitu hornblendowo-augitowego nr 3/20 z głębokości 957,5 m; pow. 20 ×

Plagioclase from hornblende-augite amphibolite nr 3/20 taken at a depth 957,5 m; enl. × 20

do 3—4 nie jest jednoznaczny, przy czym subindywidua 1—3 tworzą bliźniak karlsbadzki. Skałeni ten okazał się najciekawszy, gdyż pozwalała na rozwinięcie zagadnienia zmienności składu i temperaturowości. Z przedstawionych wyników pomiarów w tab. 2 wynika, że w amfibolicie występują dwie generacje plagioklazu. Starsza reprezentowana przez skałeni wysokotemperaturowy (0,8—1,0) o składzie 52÷64% An lub nawet od 42% An. Dużą rozpiętość składu plagioklazu tłumaczy się budową pasową. Blasteza młodszego skałeni zachodziła w warunkach rekrytalizacji zmylonitowanego plagioklazu starszej generacji. Rezultatem jest podporządkowanie labradorowi habitusu oligoklazu-andezynu. Rzadziej blasteza skałeni młodziej generacji o temperaturowości 0,0÷0,2 i prostej budowie pasowej zachodziła w sposób nieuporządkowany bez odwzorowania orientacji i kształtu labradoru.

Ksenoblasty augitu diopsydowego osiągają średnice do 1,5 mm. Mineral ten wykazuje kąt osi optycznych $2V_p = 60^\circ$, kąt $z/\gamma = 47^\circ$, oraz dwójłomność $n_\gamma - n_\alpha = 0,023$. Jest on niepleochroiczny i zwykle przeobrażony w hornblendę i chloryt. Proces amfibolizacji piroksenu na-

Tabela 3

Wyniki analiz chemicznych skał z Łukowa

Składniki	1		2		3		4		5		6	
	proc. wag.	stos. mol.	proc. wag.	stos. mol.	proc. wag.	stos. mol.	proc. wag.	stos. mol.	proc. wag.	stos. mol.	proc. wag.	stos. mol.
SiO ₂	44,66	743	45,19	752	47,38	788	56,70	944	59,18	985	67,74	1127
TiO ₂	0,70	9	1,30	16	1,40	17	0,79	10	0,64	8	0,25	3
Al ₂ O ₃	9,63	94	16,29	160	17,19	169	13,79	135	18,15	178	14,44	142
Fe ₂ O ₃	7,97	50	11,92	75	10,78	67	6,50	41	1,25	8	0,47	3
FeO	3,05	42	2,33	32	2,76	38	3,63	51	2,89	40	1,07	15
MnO	0,18	3	0,18	3	0,21	3	0,29	4	0,04	—	0,03	—
CaO	8,65	154	9,55	170	9,78	174	3,76	67	3,38	60	2,48	44
MgO	18,74	465	7,14	177	4,76	118	6,67	165	3,63	90	1,16	29
P ₂ O ₅	0,21	1	0,28	2	0,25	2	0,23	2	0,14	1	0,06	1
K ₂ O	1,83	19	0,47	5	0,67	7	3,57	38	4,74	50	8,04	85
Na ₂ O	1,89	30	3,38	55	3,96	64	3,40	55	4,36	70	2,80	45
H ₂ O+	0,52	29	0,53	29	0,46	26	0,65	36	0,59	33	0,94	52
H ₂ O—	1,63	90	0,71	39	0,46	26	0,44	24	0,60	33	0,25	14
CO ₂	0,03	1	0,03	1	0,20	5	0,29	7	0,12	3	0,57	13
S	0,01	—	0,84	26	0,01	—	0,07	2	0,11	3	0,08	2
Suma	99,70		100,14		100,27		100,78		99,82		100,38	

1 — lupek hornblendowo-biotytowy, głęb. 961,1 m; 2 — amfibolit hornblendowy, głęb. 980,3 m; 3 — amfibolit hornblendowo-augitowy, głęb. 957,5 m; 4 — gnejs plagioklazowo-kwarcowo-amfibolowo-piroksenowy, głęb. 1063,9 m; 5 — zmięmatyzowany gnejs, głęb. 996,4 m; 6 — mobilizat, głęb. 1001,5 m

proc. wag. = procenty wagowe; stos. mol. = stosunki molekularne

Analizy wykonali: M. Bittmarowa i E. Nawrocka

leży zaliczyć do zjawisk, które na pewnym etapie rozwoju zostały nagle przerwane (relikty piroksenu w hornblendzie). Hornblendy wykształcone są ksenoblastycznie, średnica jej ziarn leży w przedziale $0,4 \div 0,6$ mm, rzadziej 2,0 mm. Odnacza się kątem osi optycznych $2V_a = 68^\circ$, kątem $z/\gamma = 17^\circ$, dwójkomnością $n_\gamma - n_a = 0,015$ oraz pleochroizmem: α — bladeżółtozielony, β — zielony, γ — ciemnooliwkowy. Młodsze przeobrażenia doprowadziły do chlorytazacji piroksenu, które zaznaczyły się miejscami w prawie zupełnym wyparciu augitu przez chloryt. W podrzędnej ilości występuje w skale magnetyt, kwarc i biotyt.

BADANIA CHEMICZNE

W celu ustalenia chemicznego charakteru skał z Łukowa wykonano 6 analiz, które przeliczono na stosunki molekularne (tab. 3) a następnie na normy mineralne według P. Niggiego (1936), zestawione w tab. 4.

Normy mineralne wyliczone według P. Niggiego

Tabela 4

Normy mineralne	1	2	3	4	5	6
<i>Q</i> (kwarc)	23,2	26,5	25,7	33,5	37,3	46,7
<i>Kp</i> (kaliofilit)	5,8	2,4	1,8	12,7	16,6	28,6
<i>Ne</i> (nefelin)	9,2	21,8	19,8	18,4	23,3	15,1
<i>Cal</i> (glinian wapnia)	6,9	16,8	18,0	7,0	9,5	2,0
<i>Cs</i> (krzemian wapnia)	8,0	5,4	5,6	1,0	—	1,3
<i>Cp</i> (fosforan wapnia)	0,3	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3
<i>Fs</i> (ferrosylit)	7,7	11,4	12,2	6,8	1,2	0,4
<i>Fa</i> (fajalit)	3,2	3,5	2,9	4,6	3,3	1,2
<i>Fo</i> (forsteryt)	35,1	10,0	10,0	13,8	7,4	2,5
<i>Sp</i> (spinel)	—	—	—	—	0,2	—
<i>Ru</i> (rutyl)	0,5	1,0	1,0	0,6	0,4	0,2
<i>Cc</i> (kalcyt)	0,1	0,6	0,1	0,8	0,3	1,5

Ponadto na projekcji trójkątnej (fig. 2) przedstawiono parametry $Q (Q + Ru) - L (Kp + Ne + Cal + Cs) - M (Fo + Fa)$ wyliczone w oparciu o normy mineralne P. Niggiego. Przeliczenia sposobem T. Bartha (1948) przedstawiono natomiast w tab. 5. Sprawdzeniem poprawności techniki analitycznej może być zgodność pomiędzy wynikami pomiarów optycznych (stolikowych) plagioklastu i składu normatywnego, wyliczonego na podstawie rozbiórów chemicznych (fig. 3). W dwóch przypadkach osiągnięto zgodność wyników analiz amfibolitu hornblendowo-augitowego i gnejsu zmigmatyzowanego. W dwóch przypadkach wyniki obliczeń składu normatywnego plagioklastu są nieco zaniżone w stosunku do oznaczeń optycznych; w przypadku amfibolitu hornblendowego otrzymano wielkości 45,5% i 42% An, gnejsu — 28% i 25% An. Te stosunkowo niewielkie różnice wywołane mogą być budową pasową skałeni.

Z przeliczeń wykonanych według P. Niggiego wynika wysycenie glinem skał z Łukowa, gdyż $2Ca + K + Na > Al$, a w przypadku analizy nr 5 typowe przesycenie glinem, w której $Al > 2Ca + K + Na$. Z projekcji $Q - L - M$ wynika konsekwentny szereg ściśle z sobą powiązanych zespołów skalnych. Zmienia się on od łupków hornblendowo-bioty-

Tabela 5

Wyniki przeliczeń analiz chemicznych sposobem T. Bartha

Nr analiz	K	Na	Ca	Mg	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al	Ti	Si	P	C	O	(OH)	Σ
1	2,3	3,6	9,3	28,0	3,1	6,0	11,3	0,6	44,7	0,1	0,1	158,3	1,7	109,1
2	0,6	6,5	10,1	10,5	2,1	8,9	19,0	0,9	44,7	0,2	0,1	158,2	1,8	103,6
3	0,8	7,5	10,2	6,9	2,4	7,8	19,8	1,0	46,2	0,2	0,1	159,1	0,9	102,9
4	4,3	6,3	3,8	9,5	3,2	4,7	15,6	0,6	54,3	0,2	0,4	157,9	2,1	102,9
5	5,5	7,8	3,3	5,0	2,2	0,9	20,3	0,4	54,8	0,1	0,2	158,4	1,6	100,5
6	9,2	4,9	2,4	1,5	0,8	0,3	15,5	0,2	61,4	0,1	0,7	157,2	2,8	97,0

towych, poprzez amfibolity i gnejsy do mobilizatu. Łupki hornblendowo-biotytowe, amfibolity i gnejsy są skałami sodowo-magnezowymi. W skałach tych sód przeważa nad potasem, a magnez nad wapniem. Wyjątek stanowi wapienno-sodowy amfibolit hornblendowo-augitowy. W przypadku tym odrębność chemiczna skały może wynikać z różnic genetycznych. W trójkącie Q — L — M parametry analiz ugrupowane są wzdłuż linii piroksenowo-skalieniowej (PF) i poza mobilizatem ugrupowane są w polu centralnym trójkąta PFO. Z tak słabego zróżnicowania wynika natomiast jednolity charakter genetyczny (suprakrystalny) skał, (które różnią się niewielkimi domieszkami wapnia, magnezu i żelaza.

Podobieństwo wśród amfibolitów wynika również z przeliczeń metodą T. Bartha, gdyż skały te zbliżone są pod względem zawartości jonów K, Na, Ca, Fe²⁺, Fe³⁺, Al, Ti, Si, P, C, O, OH. Jedynie ilość jonów Mg jest inna: w amfibolitach hornblendowych — 10,5, natomiast w amfibolitach hornblendowo-augitowych — 6,9. W skałach tych typowa jest duża ilość glinu (19,0 i 19,8). Amfibolit hornblendowo-augitowy w zestawieniu ze skałami magmowymi różni się zawartością glinu, który w skałach typu bazaltu jest stosunkowo niski. Podobnie wysoka zawartość glinu zawiera przeobrażony hydrotermalnie bazalt z Berestowca, gdy inne bazalty mają zwykle 12÷15% Al₂O₃ (S. Małkowski, 1951). Porównanie amfibolitu hornblendowo-augitowego z amfibolitem hornblendowym, w wyniku stwierdzenia zbliżonych zawartości jonów, wskazuje na podobieństwo chemiczne. Z chwilą stwierdzenia jednolitego charakteru chemicznego amfibolitów wysnuwa się problem, czy

wobec niewątpliwego pochodzenia magmowego amfibolitów hornblendowo-augitowych odmiana hornblendowa może być ich tufem, wskutek czego brak jest w niej reliktowych struktur ofitowych, typowych dla skał magmowych. Zagadnienie to zostało również nasświetlone w pracach geochemicznych A. Dziedzic (w przygotowaniu do druku), która wskazała na pokrewieństwo geochemiczne odmian amfibolitów.

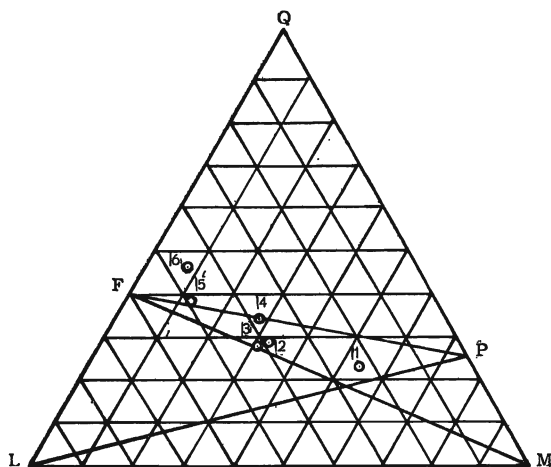


Fig. 2. Projekcja trójkątna Q — L — M, na której przedstawiono parametry analiz chemicznych w kolejności podanej w tabeli 3

Triangle projection Q — L — M, on which parameters of chemical analyses are presented in a succession given in Table 3

Wiele przesłanek wskazuje na osadowe pochodzenie amfibolitów hornblendowych. Gdyby amfibolity hornblendowe były produktami przeobrażenia tufów bazaltowych, wówczas należałoby spodziewać się ich w sąsiedztwie skały macierzystej, gdy tymczasem towarzyszą one gnejsom, łupkom hornblendowym a nie amfibolitom hornblendowo-augitowym. Ponadto amfibolity hornblendowo-augitowe są skałami wapienymi, podczas gdy amfibolity hornblendowe są wapienno-magnezowe i wówczas jako pochodne skał magmowych odpowiadałyby raczej bazanitowi względnie derywatom esseksytowym niż bazaltowi.

Łupki hornblendowo-biotytowe na projekcji Q — L — M zajmują stanowisko odosobnione. Z przeliczeń wykonanych sposobem T. Bartha wynika przypadkowe położenie parametrów pomiędzy gnejsami i amfibolitami. Z wielkości komórki elementarnej ($\Sigma = 109,1$) wnioskować można, że są one ogniwem łączącym gnejsy i amfibolity. Zawartość poszczególnych jonów konsekwentnie odzwierciedla się w szeregu przejściowym od gnejsów, poprzez łupki hornblendowo-biotytowe do amfibolitów. Szeregi takie utworzyć można w oparciu o ilości jonów K (4,3 — 2,3 — 0,6), Ca (3,8 — 9,3 — 10,1), Fe⁺² (3,2 — 3,1 — 2,1), Fe⁺³ (4,7 — 6,0 — 8,9), Mg (9,5 — 10,5 — 28,0). W łupkach stosunkowo mała jest ilość jonów glinu w porównaniu z amfibolitami i gnejsami. Z porównania zawartości jonów wynika bardzo silne powiązanie łupków z sąsiadującymi zespołami skalnymi, pomimo częściowej odrębności charakteru zespołów mi-

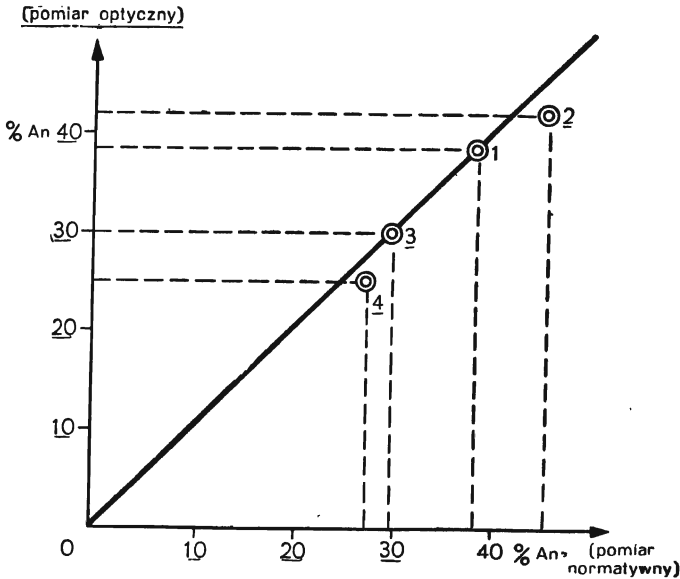


Fig. 3. Stosunek pomiaru optycznego składu skalenia do składu wyliczonego z analizy chemicznej

The ratio of optical measurement of feldspar composition to the composition computed from chemical analysis

1 — z głębokości 957,5 m (anal. nr 3); 2 — z głębokości 980,3 m (anal. nr 2); 3 — z głębokości 996,4 m (anal. nr 5); 4 — z głębokości 1063,9 m (anal. nr 6)

1 — from the depth 957,5 m (anal. nr 3); 2 — from the depth 980,3 m (anal. nr 2); 3 — from the depth 996,4 m (anal. nr 5); 4 — from the depth 1063,9 m (anal. nr 6)

neralnych. Łupki hornblendowo-biotytowe utworzyły się przypuszczalnie w wyniku zmetamorfizowania osadów marglistych, które przekładane były piaskowcami (gnejsy plagioklazowo-kwarcowo-hornblendowo-piroksenowe) oraz wapieniami i iłowcami (amfibolity).

WNIOSKI

Wielokrotnie zmieniający się kąt foliacji i laminacji ($45\div 90^\circ$) skał metamorficznych z Łukowa jest wynikiem ich zbrekcyjowania. Analiza kontaktów zespołów skalnych wskazuje, że co najmniej połowa z nich ma pochodzenie tektoniczne. W stosunkowo nielicznych przypadkach zaobserwowano strefy kontaminacji, zbiotytowania lub też stopniowe przejścia zespołów skalnych, typowe dla kompleksów parametamorficznych. W wyniku silnego zbrekcyjowania skał nie jest możliwa analiza stratyfikacji przewierconego kompleksu.

Zespoły skalne z otworu w Łukowie są na ogół słabo zróżnicowane. Jeśli jako ogniwa krańcowe przyjmie się amfibolity hornblendowo-augitowe i gnejsy plagioklazowo-kwarcowo-hornblendowo-piroksenowe (tabl. II, fig. 4.), to zróżnicowanie skał polega głównie na zmianie stosunków ilościowych pomiędzy minerałami. Badania petrograficzne i chemiczne wskazują na pierwotnie monotony kompleks suprakrystalny.

Przeobrażenia tego kompleksu zachodziły przypuszczalnie w warunkach niższych zakresów facji amfibolitowej. Opierając się na rozważaniach W. S. Fyfe, F. J. Turnera i J. Verhoogena (1958) można je wiązać z przejściem facji zieleńcowej do amfibolitowej (subfacja kwarcowo-staurolitowa).

Historia ewolucji metamorficznej skał z Łukowa związana jest głównie w jednym cyklu metamorficznym. W etapie inicjalnym cyklu geosynklinalnego mogły zachodzić zjawiska wulkaniczne, których pochodnymi były lawy i tufy, przeobrażone następnie w amfibolity. Na ortomorficzną genezę amfibolitów hornblendowo-augitowych wskazują reliktowe struktury ofitowe, typowe dla skał magmowych. Pokrewieństwo tych skał z amfibolitami hornblendowymi wydaje się być niewątpliwe w oparciu o przeprowadzone badania petrograficzne, chemiczne i geochemiczne. Różnicę w strukturach wytłumaczyć można macierzystym zróżnicowaniem skał: struktury ofitowe w lawach i klastyczne w tufach.

Łupki hornblendowo-biotytowe i gnejsy — z jednej strony — wykazują pokrewieństwo mineralne, chemiczne i geochemiczne z amfibolitami, z drugiej strony natomiast — wiele przesłanek petrogenetycznych świadczy o ich powiązaniu paragenetycznym. Sekwencja tego układu może być zmetamorfizowany osad tufitów. Zmiana w zasileniu materiałem piroklastycznym osadów piaskowcowych, marglistych i wapiennych dała w rezultacie znacznie zróżnicowane tufity, które po zmetamorfizowaniu przeszły w różne odmiany gnejsów, łupki hornblendowe i w amfibolity hornblendowo-enstatytowe.

Późniejsze zmiany na drodze granityzacji doprowadziły do wykształcenia gnejsów oczkowych, migmatytów petroblastycznych i lokalnie migmatytów „*lit par lit*“. Powstanie stref mylonitu, wypełnień kwarcowo-chlorytowo-siarczkowo-węglanowych związane jest z okresem zmian retrogresywnych. Zbrekcjonowanie skał jest najmłodsze.

W najbliższym otoczeniu Łukowa skały prekambryjskie nawiercono w Radziniu, Wisznicach, Kapłonosach, Holeszowie i w Mielniku. W pierwszych trzech stwierdzono granitoidy w różnym stopniu zgnejsowane i zmikroklinizowane, w Holeszowie granodioryt, a w Mielniku skały zmetamorfizowane w facji granulitowej. Z obrazu morfologii i zróżnicowania stropu wynika, że nawiercone w Łukowie skały wchodzą w zespół kompleksu metamorficznego, ciągnącego się od Sokółki, poprzez Kruszyniany, Białowieżę, Mielnik do Łukowa (W. Ryka, 1964). Strefa ta na odcinku od Białowieży do Łukowa wykazuje spłylenie facji, a więc zwiększenie miąższości kompleksu skał metamorficznych z północnego wschodu na południowy zachód.

Zakład Mineralogii i Petrografii
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 12 maja 1965 r.

PIŚMIENNICTWO

BARTH T. F. (1948) — Oxygen in rocks; a basis for petrographic calculations. J. Geol., 56, p. 50—60. Chicago.

- DZIEDZIC A. (w przygotowaniu do druku) — Geochemiczne wskaźniki podziału na typy genetyczne skał metamorficznych z Łukowa. Biul. Inst. Geol. Warszawa.
- FYFE W. S., TURNER F. J., VERHOOGEN J. (1958) — Metamorphic reactions and metamorphic facies. Geol. Soc. Amer., Mem. 73. Baltimore.
- MAŁKOWSKI S. (1951) — O przejawach wulkanizmu między Masywem Wołyńsko-Ukraińskim i Wałem Kujawsko-Pomorskim. Acta geol. pol., 3, p. 491—594, nr 4. Warszawa.
- NIGGLI P. (1936) — Über Molekularmormen zur Gesteinsberechnung. Min. petr. Mitt. [B], 16, p. 296—317. Zürich.
- RYKA W. (1964) — O budowie i stratygrafii krystaliniku północno-wschodniej Polski. Kwart. geol., 8, p. 42—57, nr 1. Warszawa.
- МАРФУНИН А. С. (1960) — Вывод диаграммы оптической ориентировки кислых и средних плагиоклазов. Цзв. Акад. Наук СССР, сер. геол., № 5, стр. 88—102. Москва.

Вацлав РЫКА

О ГЕНЕЗИСЕ АМФИБОЛИТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ИЗ ЛУКОВА

Резюме

В Лукове докембрийские породы встречены на глубине 910 м. Керн сложен роговообманко-биотитовыми сланцами, роговообманковыми амфиболитами, роговообманко-енстатитовыми амфиболитами, роговообманко-авгитовыми, амфиболитами, плагиоклазо-кварцево-роговообманко-пироксеновыми гнейсами, плагиоклазо-кварцево-биотитовыми гнейсами, очковыми гнейсами являющимися милонитизированными мигматитами и метаморфическим гранитоидом (мобилизатом).

Из представленной детальной петрографической характеристики следует, что амфиболиты сходны по типу комплекса минералов и их количественному соотношению. Незначительно отличается лишь комплекс роговообманко-авгитового амфиболита, который характеризуется типичной для магматических пород реликтовой интерсертальной структурой. Детальные исследования на универсальном столике показали, что плагиоклаз этого амфиболита представлен двумя генерациями. Древняя генерация характеризуется составом лабрадора и градусами упорядочения 1,0—0,8, молодая же составом олигоклаза-андезина и градусами упорядочения 0,2—0,0. Эти данные ясно свидетельствуют о генетической связи указанного амфиболита с магматическими породами, по всей вероятности, плагиоклазо-авгитовым диабазом с интерсертальной или офитовой структурой. Сходный минеральный состав роговообманковых амфиболитов, при одновременном отсутствии реликтовых структур магматических пород, может свидетельствовать о том, что они являются измененными туфами.

Химические исследования показали, что породы из Лукова образуют однообразный комплекс связанный многочисленными переходами или же формирующий непрерывный ряд от роговообманко-авгитовых амфиболитов, через остальные две разновидности амфиболитов и роговообманко-биотитовые сланцы до плагиоклазо-кварцево-роговообманко-пироксеновых гнейсов. Это однообразие и слабая геохимическая дифференцированность свидетельствуют о супракрустальном происхождении этих пород, что следует также из наблюдений структур гнейсов, роговообманко-биотитовых сланцев или даже амфиболитов. Из вышесказанного видно, что основным элементом в Лукове были туфогенные породы.

Вследствие изменения количества туфогенного материала, перемешивающегося с разными отложениями (песчаники, аргиллиты, мергели, известняки) сформировались в результате метаморфизации в условиях кварцево-ставролитовой субфации описанные амфиболитовые комплексы.

Относительно более поздние изменения привели к мигматизации пород, а также к их брекчированию и мионитизации, что было уже связано с выносом комплекса в зону действия гипергенных факторов.

Wacław RYKA

ORIGIN OF AMPHIBOLITE ASSEMBLAGES FROM ŁUKÓW

Summary

Pre-Cambrian rocks have been pierced at Łuków at a depth of 910 m. Drill core consists of hornblende-biotite schists, hornblende amphibolites, hornblende-enstatite amphibolites, hornblende-augite amphibolites, plagioclase-quartz-hornblende-pyroxene gneisses, plagioclase-quartz-biotite gneisses, augen-gneiss as mylonitized migmatites and metamorphic granitoid (mobilisate).

It results from the detailed petrographical characteristics that the amphibolites, as far as the kind of mineral assemblage and quantitative relations are concerned, are analogous. Here, the assemblage of hornblende-augite amphibolite that is characterized by a relict intersertal texture typical of magmatic rocks, is somewhat different. Detailed study of plagioclase from this amphibolite, made on universal stage, shows that it is represented here by two generations: older generation being of labradore composition and of order grade 1,0—0,8, and younger generation of oligoclase-andesine composition and of order grade 0,2—0,0. These data distinctly show a genetic connection of the amphibolite considered with the magmatic formations, probably with plagioclase-augite diabase revealing intersertal or ophitic texture. An analogous mineral compositions of hornblende amphibolites and simultaneous lack of relict textures of magmatic rocks may point that these are metamorphosed tuffs.

Chemical examinations show that the rocks from Łuków represent a monotonous complex bound by numerous transitions or forming a continuous rank from hornblende-augite amphibolites, through the two remaining varieties of amphibolites and hornblende-biotite schists up to plagioclase-quartz-hornblende-pyroxene gneisses. This monotony and a slight geochemical differentiation point to the supracrustal origin of these rocks, a fact being also proved by observations of gneiss, hornblende-biotite schist or even amphibolite textures. It results from the statement presented above that the tufogene rocks have been the main rock material of the formations occurring at Łuków.

Due to the changes in quantities of tufogene material mixed with the deposits of various types (sandstones, claystones, marls, limestones) the amphibolite assemblages have been formed mainly as a result of metamorphic processes prevailing in a quartz-sauroelite subfacies.

Relatively later changes led to migmatitization of rocks and to brecciation and mylonitization processes connected with the uplifting of the complex into the zone of activity of hypogene factors.

TABLICA I

- Fig. 1. Amfibolit hornblendowo-enstatytowy. Głębokość 1025,5 m; nikiel skrzyżowane, pow. 7 ×
Hornblende-estatite amphibolite. Depth 1025,5 m; crossed nicols, enl. × 7
- Fig. 2. Skaleń o budowie pasowej z amfibolitu hornblendowego. Głębokość 980,3 m; nikiel skrzyżowane, pow. 20 ×
Feldspar of banded structure from hornblende amphibolite. Depth 980,3 m; crossed nicols, enl. × 20

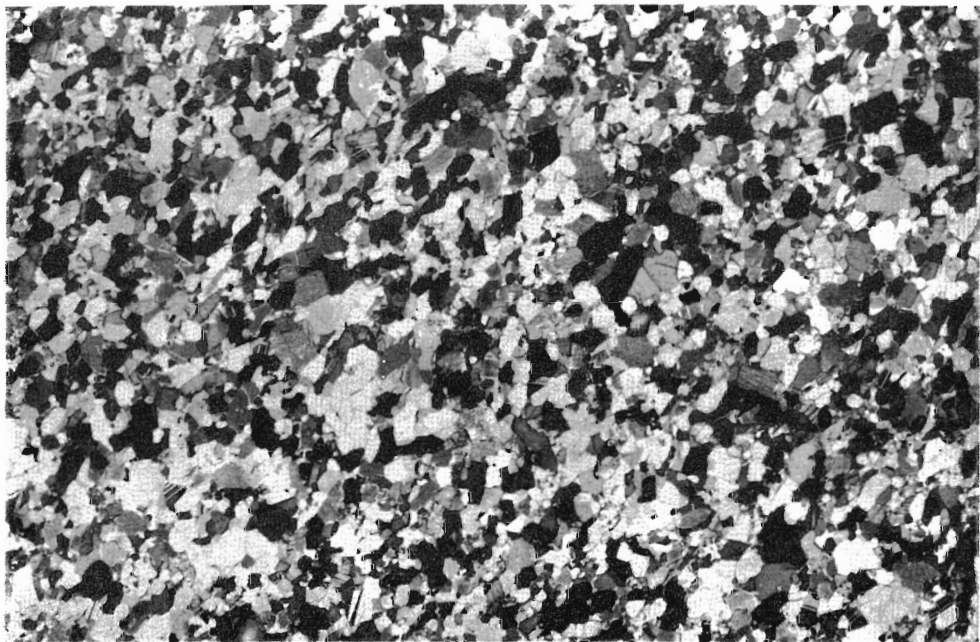


Fig. 1

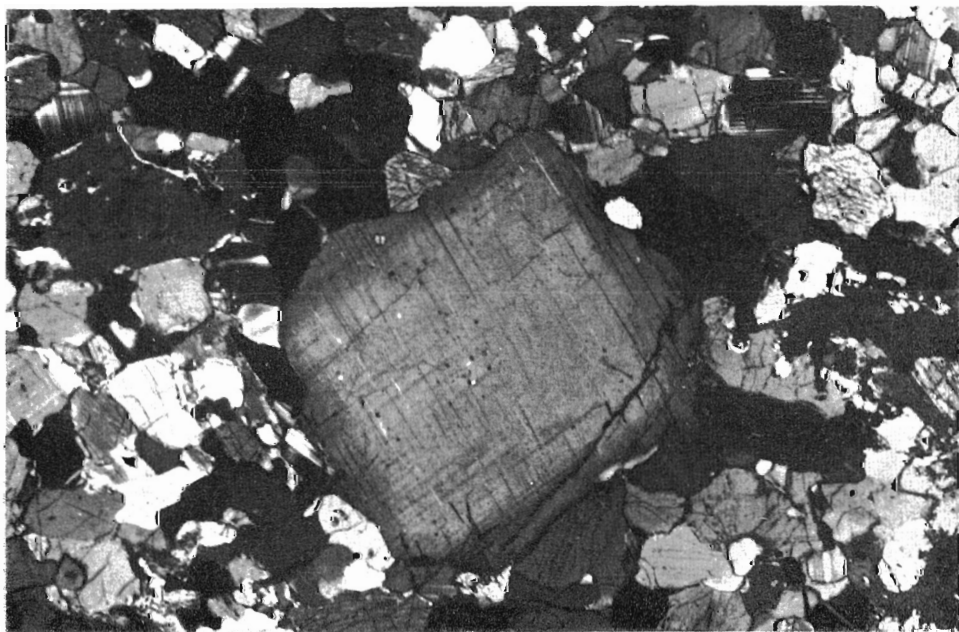


Fig. 2

TABLICA II

- Fig. 3. Amfibolit hornblendowo-augitowy. Głębokość 957,6 m; nikole skrzyżowane, pow. 7 ×
Hornblende-augite amphibolite. Depth 957,6 m crossed nicols, enl. × 7
- Fig. 4. Gnejs plagioklazowo-kwarcowo-hornblendowo-piroksenowy. Głębokość 1041,6 metrów; nikole skrzyżowane, pow. 7 ×
Plagioclase-quartz-hornblende-pyroxene gneiss. Depth 1041,6 m; crossed nicols, enl. × 7

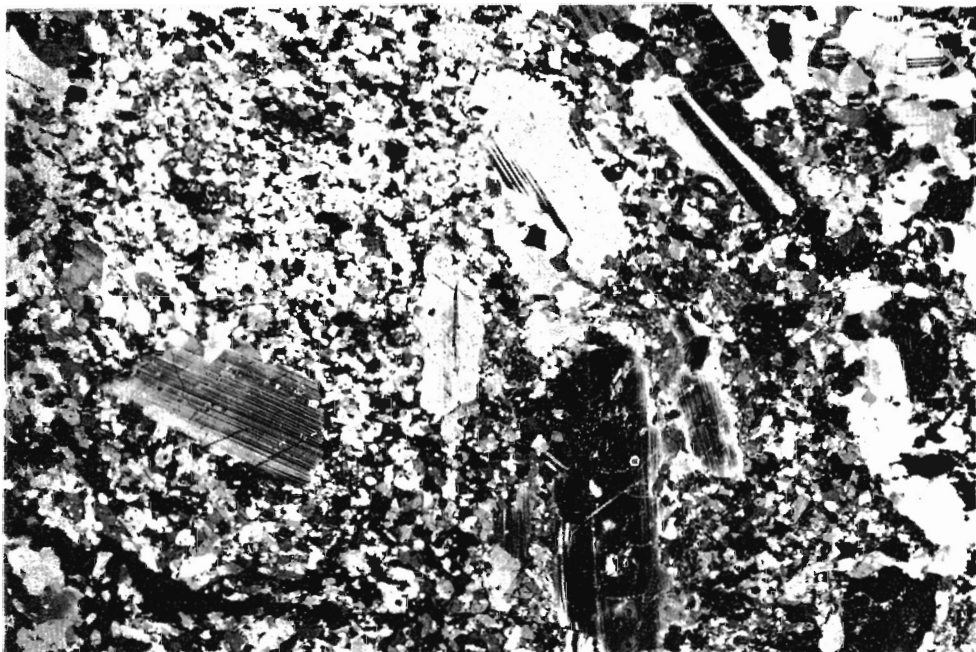


Fig. 3

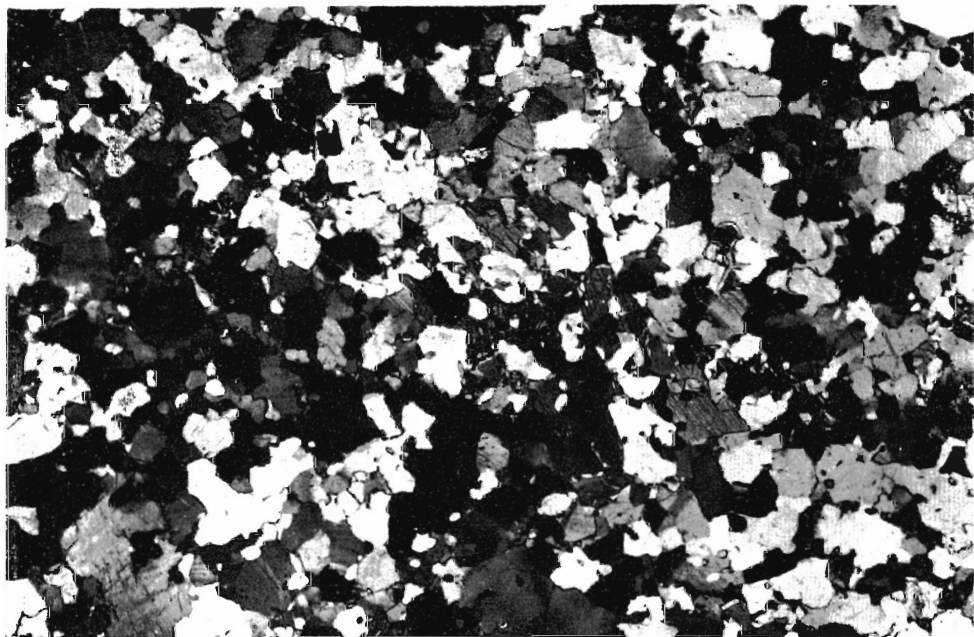


Fig. 4

Wacław RYKA — O gniezie zespołów amfibolitowych z Łukowa