

CHARAKTERYSTYKA SERPENTYNIZACJI SKAŁ ULTRAZASADOWYCH DOLNEGO ŚLĄSKA

UKD 552.4:549.623.7:552.16:552.321.6(438.26)

Z HISTORII

Na obszarze Polski skały ultrazasadowe występują rzadko i dotychczas znane są jedynie z Dolnego Śląska. Ze względu na wysoki stopień serpentynizacji nazywa się je ogólnie serpentynitami. W Sudetach tworzą one niewielkie masywy lub tylko wkładki wśród innych skał, np. we wschodniej okrywie granitu Karkonoszy, w Górach Sowich w Górach Bardzickich, czy Sudetach Wschodnich. Na przedpolu Sudetów mamy natomiast 3 stosunkowo duże masywy skał ultrazasadowych, obok pojedynczych drobnych wystąpień. Masywy te rozmieszczone są na obrzeżeniu wielkiej jednostki geologicznej, jaką jest krasowiogórska. Masywy Grochowej — Braszowic i Szklar występują wzdłuż jej krawędzi południowo-wschodniej, zaś masyw Gogołowa — Jordanowa Śląskiego wzdłuż krawędzi północnej. Obrzeżenie krasowiogórskiej stanowią strefy silnych i głębokich zaburzeń tektonicznych.

Właśnie z takimi strefami powszechnie związane są wystąpienia skał ultrazasadowych i dlatego uważa się je za skały powstałe w wyniku intruzji magm z dużych, a nawet bardzo dużych głębokości (ze strefy perydotytowej). W starszej literaturze skałom ultrazasadowym Dolnego Śląska przypisywano wiek staropaleozoiczny, wiążąc ich intruzję z orogenezą kaledońską. Według nowszych poglądów wiek tych skał byłby starszy — proterozoiczny, jak na to wskazuje J. Oberc (12), dostrzegając ich silny związek z seriami skalnymi fundamentu starokrystalicznego Sudetów. Wynikałoby z tego, że interesujące nas skały uczestniczyły w bardzo długiej i skomplikowanej historii geologicznej, która przypadła w udziale obszarom ich występowania. Odtworzenie przemian, jakim one ulegały jest obecnie rzeczą niezwykle trudną, zwłaszcza że, jak wiadomo, skały ultrazasadowe są wrażliwe na zmiany warunków fizyko-chemicznych, a także dynamicznych, reagując na te ostatnie odmiennie niż inne skały. Najważniejszym, a zarazem najwcześniejszym procesem, któremu ulegają skały ultrazasadowe jest proces serpentynizacji. W niniejszym artykule zostanie krótko omówiony proces serpentynizacji dolnośląskich skał ultrazasadowych z całkowitym pominięciem innych, z reguły późniejszych procesów przeobrażeń.

Badania naukowe nad dolnośląskimi skałami ultrazasadowymi prowadzone są od przeszło 100 lat. Badaczy interesował zarówno problem genetyczny, jak też czynniki, które wywołały silne przeobrażenie tych skał w skały serpentynitowe. J. Roth (1867) łączył genetycznie serpentynity dolnośląskie ze skałami metamorficznymi, uważając je za produkt wietrzenia skał hornblendowych. H. Fischer (1871) jako pierwszy zwraca uwagę na strukturę alveolarną (siatkowo-oczkową) omawianych skał, powstałą w wyniku przeobrażenia oliwinów. E. Dathe (1897) uważa serpentynity wraz z gabrami i amfibolitami za zmienione skały plutoniczne, wchodzące w skład serii łupków krystalicznych. Według poglądów A. Sachsa (1906) omawiane serpentynity wiążą się genetycznie z magmą gabroidalną, która ulegając dyferencjacji rozszczępiła się na człon zasadowy (oliwin — hornblenda) i kwaśny (plagioklaz — kwarc). W późniejszym etapie człon zasadowy miał ulec serpentynizacji.

Odmienne zapatrywał się na pochodzenie dolnośląskich serpentynitów R. Lepsius (1913), który uważał je za diabazy kambryjskie, przekształcone w strefie kontaktowej dużych intruzji granitowych. Ph. Kraft (1915) jako pierwszy stwierdza, że skałami pierwotnymi omawianych serpentynitów są skały głębinowe typu perydotytów lub dunitów. Badania H. Cloosa (1922) potwierdzają eruptywny charakter skał perydotytowych, jako skał macierzystych serpentynitów oraz wskazują na ich związek z wolnymi strefami tektonicznymi Sudetów i ich przedpola.

L. Finckh (1923) podziela pogląd Ph. Krafta i H. Cloosa, gdy idzie o skałę macierzystą serpentynitów, lecz proces serpentynizacji wiąże z fazą pneumatolityczną granitoidów waryscyjskich, które występują w sąsiedztwie. A. Gawęł (2) wskazuje na możliwość wpływu intruzji magm gabrowych, odznaczających się dużą ilością pary wodnej, na serpentynizację skał perydotytowych. Skały gabrowe towarzyszą masywom omawianych skał ultrazasadowych lub występują w niewielkiej od nich odległości.

Nadto skałami ultrazasadowymi Dolnego Śląska zajmowali się S. Maciejewski (8), F. Szumlas (17), M. Skiba-Wyderko (16), G. Niemczynow (10) i A. Kubicz (7), których prace wnoszą nowe materiały dowodowe dla dalszego i szczegółowszego poznania tych skał.

CHARAKTERYSTYKA PETROGRAFICZNA

W małych wystąpieniach skały ultrazasadowe omawianego obszaru są zwykle równomiernie i całkowicie lub prawie całkowicie zserpentyinizowane, co w wysokim stopniu utrudnia wnioskowanie o bliższym charakterze skały pierwotnej. W dużych wystąpieniach mamy natomiast pewne zróżnicowanie petrograficzne tych skał, uwarunkowane przede wszystkim stopniem zaawansowania procesu serpentyinizacji, który przekształca pierwotne skały perydotytowe w serpentytyny właściwe, jak to stwierdzono w masywach Grochowej—Braszowic, Szklar i Gogołowa—Jordanowa Śl.

W załączonej tabeli podano wybrane analizy petrograficzne i chemiczne ważniejszych odmian skał, budujących wymienione masywy. Z zestawienia tego widać, że w każdym z nich mamy te same podstawowe odmiany skał oraz że istnieje stopniowe przejście od perydotytów do serpentytyn właściwych. Ilość odmian pośrednich pomiędzy tymi skrajnymi odmianami jest sprawą umowną, natomiast ilościowo przeważającymi odmianami w tych masywach są serpentytyny właściwe i oliwinowe. Wśród nich zachowały się miejscami perydotyty, perydotyty diallagowe (werlity) lub dunity, jako relikty skały pierwotnej.

W omawianych masywach spotyka się jeszcze specjalne odmiany skał: perydotyty serpentynowo-talkowe, talkowe, czy antygorytowe, które tworzą zwykle niewielkie i nieregularne wkładki. Skały te powstały w nieco odmiennych warunkach niż serpentytyny właściwe, czy oliwinowe, a mianowicie procesowi serpentyinizacji lokalnie towarzyszył lub później nań nałożył się proces stąlkowania, zaś powstawaniu odmian łupkowych musiały nadto towarzyszyć pewne zjawiska tektoniczne. Jak z dotychczasowych badań wynika rozmieszczenie przestrzenne poszczególnych odmian skalnych w omawianych masywach nie wykazuje żadnej regularności. Stopień serpentyinizacji skał ultrazasadowych prawdopodobnie nie zależy od głębokości ich zalegania (6). Jedynie odmiany łupkowe można w niektórych przypadkach przyporządkować do pewnych linii zaburzeń tektonicznych.

Wśród minerałów skałotwórczych omawianych skał ultrazasadowych wyróżnić należy: oliwin, amfibole, pirokseny i minerały nieprzezroczyste — jako minerały pierwotne oraz minerały serpentynowe: talk, chloryty, minerały nieprzezroczyste, węglany i krzemionkę — jako minerały wtórne. Oliwin jest reprezentowany przez forsteryt o zawartości 7—10% fajalitu, jak na to wskazują jego cechy optyczne. Z amfiboli występują głównie: aktynowit i tremolit, przy czym ten ostatni jest szczególnie charakterystyczny dla skał masywu Gogołowa—Jordanowa Śl. W pozostałych masywach spotykany jest częściej aktynowit. Pirokseny reprezentuje głównie diallag, zwłaszcza w skałach masywów Gogołowa—Jordanowa Śl. i Szklar.

Wśród skał pierwszego masywu S. Maciejewski (8) wyróżnia nawet perydotyt diallagowy, obliczając planimetrycznie pierwotną zawartość diallagu na około 18%, co pozwala tę skałę nazwać werlitem (Kobell, 1834). Czasami spotyka się pirokseny rombówce (enstatyt, bronzyt), lecz częściej pseudomorfozy po nich. Pseudomorfozy i małe rozmiary ziarn z reguły bardzo utrudniają dokładną ich identyfikację. Obecność enstatytu w skałach serpentytynowych masywu Szklar stwierdza M. Skiba-Wyderko (16) przyjmując nawet, że skałami pierwotnymi były harcburgity, tj. perydotyty, w których obok oliwinu głównym składnikiem jest piroksen rombówce.

Z minerałów grupy serpentynu występują przede wszystkim antygoryt i chryzotyl, zaś w mniejszych ilościach iddyngsyty i serpofity (głównie w masywie Szklar). Talk występuje w drobnych ilościach we wszystkich prawie odmianach omawianych skał, lecz czasami jego udział może wzrastać do kilkudziesięciu procent (ok. 30%) i wtedy wydziela się odmiany talkowe. Chloryty są reprezentowane przez klinochlor lub penin, które tworzą pojedyncze drobne skupiska, często w sąsiedztwie minerałów nieprzezroczystych, a także wypełniają pseudomorfozy po amfibolach. Minerale nieprzezroczyste występują zasadniczo w ilościach zupełnie podrzędnych.

Za wyjątek należy uznać obszar złoża chromitu w Tapadłach. Głównymi minerałami nieprzezroczystymi są magnetyt (pierwotny i wtórny), chromit i pikotyt. Te ostatnie są szczególnie charakterystyczne dla masywów Grochowej—Braszowic i Gogołowa—Jordanowa Śl. Węglany z reguły są trudne do bliższej identyfikacji mineralogicznej. Tworzą one niewielkie skupiska drobnokrystalicznych ziarn. Prawdopodobnie w większości przypadków chodzi o magnezyt, który w skałach serpentytynowych jest bardzo powszechny. Krzemionka w szlifach świeżych, masywnych skał serpentytynowych, spotykana jest dość często i reprezentuje ją zwykle chalcedon lub automorficzny kwarc pochodzenia najprawdopodobniej hipergenicznego.

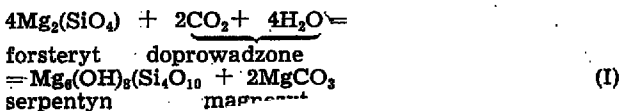
CHARAKTERYSTYKA CHEMICZNA

Wydzielone odmiany skalne w opisywanych masywach skał ultrazasadowych wykazują również pod względem chemicznym dość duże podobieństwo, jak to wynika z załączonej tabeli. Bardzo charakterystyczne są zmiany ilościowe niektórych składników chemicznych przy przejściu perydotytów w serpentytyny właściwe. Kierunek tych zmian jest w poszczególnych masywach taki sam, co mogłoby świadczyć o tym, że przebieg procesu serpentyinizacji był w nich podobny. W czasie tego procesu bardzo znacznie zmniejsza się zawartość MgO, a zwiększa zawartość H₂O⁺. Ta zmiana wpływa przede wszystkim na ciężar właściwy skały, który maleje o ok. 18%.

Inną ważną zmianą jest wzrost zawartości Fe³⁺, wyrażający się we wzroście stosunku Fe³⁺:Fe²⁺, który w perydotytach równa się ok. 3, a w serpentytynach właściwych ok. 6. Zmiana ta mówi nam o tym, że uwolnione, głównie z oliwinów, żelazo zostało utlenione i związane we wtórnym magnetycie, którego obecność potwierdzają badania mikroskopowe. W podanych analizach niezbyt wyraźnie zaznacza się malenie zawartości SiO₂, które też jest charakterystyczne dla procesu serpentyinizacji. Tę prawidłowość prawdopodobnie zatarył późniejszy proces hipergeniczny — drobne wrostki krzemionki spotyka się dość często nawet w stosunkowo świeżych i masywnych serpentytynach. Zawartości chromu i niklu zasadniczo nie ulegają zmianie podczas tego procesu.

CHARAKTER SERPENTYINIZACJI

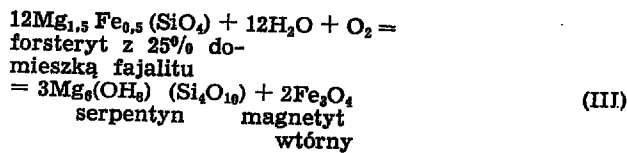
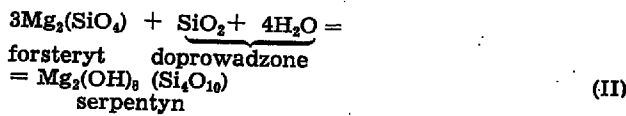
Proces serpentyinizacji skał ultrazasadowych może przebiegać różnie, zależnie od towarzyszących mu warunków fizyko-chemicznych. Schematycznie charakter tego procesu zwykle przedstawia się za pomocą równania reakcji chemicznej. W literaturze mamy szereg takich równań, które konstruowano zależnie od interpretacji przebiegu reakcji i przyjętej hipotezy powstawania serpentytyn. Według H. H. Hessa (4) serpentyinizacja skał ultrazasadowych może przebiegać w myśl jednego z następujących wzorów:



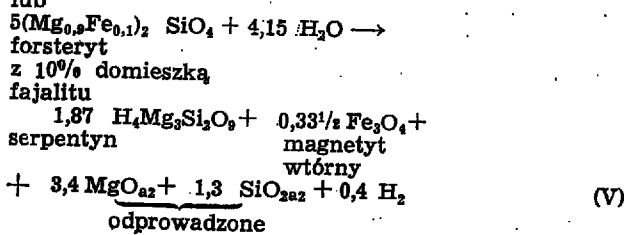
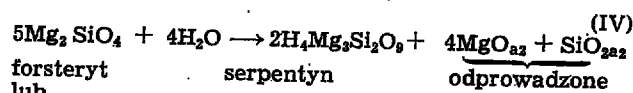
ZESTAWIENIE WYBRANYCH ANALIZ PETROGRAFICZNYCH I CHEMICZNYCH SKAŁ ULTRAZASADOWYCH

Masyw	Grochowej-Braszowic (A. Kubicz, 1966)				Szklar (S. Maciejewski, M. Skiba-Wyderko i in.)				Gogołowa-Jordanowa Śl. (S. Maciejewski, 1963)			
	perydotyt	peridotyt ser- pentinowy	peridotyt ser- pentinowo- itakowy	serpentyt właściwy	dunit	peridotyt	serpentyt oliwinowy	serpentyt właściwy	peridotyt diallagowy	peridotyt tremolitowy	serpentyt oliwinowy	serpentyt właściwy
Analiza petrograficzna												
oliwin	72,7	53,2	34,1	—	91,1	87,2	22,0	—	49,5	30,7	10,3	—
amfibole	6,1	0,4	8,3	8,5	3,2	8,1	2,0	—	—	10,2	—	—
pirokseny	1,1	—	—	—	—	—	1,0	—	2,9	—	—	—
Minerały serpentynowe	15,7	31,0	25,6	77,4	3,9	2,9	74,0	95,3	—	—	—	—
talk	2,4	13,4	28,3	2,0	0,9	0,7	—	3,6	42,1	44,1	85,0	91,2
chloryty	0,5	0,2	1,5	2,5	—	—	—	—	—	8,7	—	—
Minerały nieprzezroczyste	0,5	0,8	1,2	1,0	0,9	—	—	—	—	2,2	—	0,5
węglały	1,0	1,0	1,0	3,7	—	1,1	1,0	1,1	4,6	2,9	4,3	1,5
krzemionka	—	—	—	4,9	—	—	—	—	0,9	1,2	0,4	6,8
Analiza chemiczna:												
SiO ₂	39,50	40,44	38,49	42,78	—	45,14*	42,81*	39,82	41,28	40,08	39,66	39,94
Al ₂ O ₃ + TiO ₂	1,57	1,95	1,45	2,96	—	3,21	2,57	3,43	0,93	1,00	1,24	0,94
Fe ₂ O ₃	6,25	5,81	6,55	10,00	—	10,12	8,69	8,16	6,19	3,80	8,87	6,48
CaO	2,14	1,88	1,88	1,48	—	—	—	—	1,60	3,87	1,46	0,90
MgO	0,21	0,24	0,66	2,37	—	3,18	1,90	7,59	0,19	2,20	0,35	0,41
MgO	42,73	38,64	34,46	24,00	—	28,82	29,83	25,18	40,92	39,54	35,73	36,17
Cr ₂ O ₃	0,46	0,39	0,36	0,47	—	0,42	0,30	0,23	0,31	0,37	0,34	0,32
NiO	0,07	śl.	śl.	0,06	—	0,29	0,79	0,29	0,23	0,20	0,18	0,21
Na ₂ O	0,47	0,35	0,48	0,47	—	1,72	0,47	0,36	0,31	0,65	0,52	0,48
K ₂ O	0,01	0,03	0,12	0,02	—	0,28	0,10	0,10	0,08	0,06	śl.	0,06
H ₂ O ⁺	4,60	6,68	9,37	9,51	—	0,96**	1,76**	0,74**	8,20	7,35	11,06	10,91
H ₂ O ⁻	0,82	1,66	2,25	4,89	—	0,82	1,63	2,00	0,30	0,74	0,25	0,41
CO ₂	1,05	2,20	3,95	1,01	—	0,69	0,56	0,44	—	0,48	—	2,88
MnO	—	—	—	—	—	0,13	0,08	0,13	0,09	0,09	0,05	0,03
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	—	—	śl.	—	śl.	0,01

* Analiza odpowiada odmianie skały, lecz nie jest wykonana z tej samej próbki skalnej, co analiza petrograficzna danej odmiany.
** Liczby te są zaokrąglone, prawdopodobnie błąd w oznaczeniu (przyuszczalnie J.N.).



Przyjmując przebieg serpentynizacji według któregoś z tych wzorów trzeba również przyjąć znaczną zmianę objętości skały — wzrost o ponad 25%. Badania geologiczne omawianych masywów skał ultrazasadowych nie dostarczyły dotychczas żadnych dowodów, by takie zmiany w nich nastąpiły. Należy więc przypuszczać, że w czasie serpentynizacji pewna ilość substancji została odprowadzona i wtedy reakcja tego procesu przebiegałaby zgodnie z równaniem (Turner i Verhoogen, 1960):



Przy przebiegu reakcji według równań IV i V nie występuje istotna zmiana w objętości przeobrażanej skały.

Z krótkiej charakterystyki petrograficznej i chemicznej skał ultrazasadowych Dolnego Śląska, podanej w poprzednich rozdziałach, wynikałoby, że serpentynizacja tych skał przebiegała najprawdopodobniej według równania V. Zgodnie z tym równaniem nadmiar MgO i SiO₂ przechodzi do roztworu i zostaje odprowadzony. Ilość tych substancji nie jest bagatelna, gdyż wynosi ok. 30% wagowych masy skały pierwotnej. Nowo powstałe minerały mieszczą się więc w „starej” objętości skały, a problem „pęcznienia” skał serpentynitowych, który nie ma potwierdzenia w obserwacjach geologicznych, staje się nieaktualny. Poza tym jest to zgodne z poglądem T. P. Thayera (20), który serpentynizację uważa za proces metasomatyczny, zachodzący przy stałej objętości.

Występowanie w omawianych skałach serpentynitowych wtórnego magnetytu świadczy, że serpentynizacja przebiegała przy nadmiarze tlenu, który prawdopodobnie związał też uwolniony, w tej reakcji, wodór. W innych warunkach wodór ten staje się przyczyną powstawania w serpentynitach wtórnych siarczków i arsenków (14). Z eksperymentalnych badań nad minerałami grupy serpentynu, przeprowadzonymi przez W. Johannaesa (1966) wynika, że fluidalna faza, wywołująca serpentynizację musi być uboga w CO₂ (poniżej 5% mol.), gdyż inaczej serpentyn nie byłby trwały i przeobraziłby się, zależnie od temperatury w magnezyt + kwarc (temp. < 350°C) lub w talk + magnezyt (temp. 350–500°C). Stwierdzenie to może nam tłumaczyć lokalne występowanie skał serpentynowo-talkowo-węglanowych.

Wnioski

Nierównomierny stopień poznania poszczególnych wystąpień skał ultrazasadowych Dolnego Śląska nie pozwala jeszcze obecnie na dokładniejsze sprecyzowanie wniosków petrologicznych, ani na konstruktywne ustosunkowanie się do hipotez o genezie serpentynitów. Celem niniejszego artykułu było ponowne zwrócenie uwagi na stary i trudny problem, jakim są skały ultrazasadowe i ich serpentynizacja.

LITERATURA

1. Chmura K. — Charakterystyka serpentynitu grochowskiego. *Prz. geol.* 1960, nr 7.
2. Gawęł A. — Nefryt z Jordanowa na Dolnym Śląsku. *Prz. geol.* 1957, nr 7.
3. Hess H. H. — The problem of serpentization. *Econ. Geol.*, Lancaster, 1933, 28.
4. Hess H. H. — Serpentes, orogeny and epeirogeny. *Geol. Soc. America Spec. Paper*, 1955, 62.
5. Hiessleitner G. — Serpentin-u. Chromerz-Geologie d. Balkanhalbinsel u. eines Teiles von Kleinasien. *Jb. Geol. B.-A. Wien* 1951/52, Sonderbd. 1.
6. Juszkowiak M. — Opracowanie petrograficzne skał z wierceni w Szklarach koło Ząbkowic Śląskich. *Kwart. geol.* 1957, nr 1.
7. Kubicz A. — Zmienność petrograficzna skał serpentynitowych okolicy Grochowej i Braszowic. *Arch. miner.* 1966, t. XXVI, z. 1—2.
8. Maciejewski S. — Uwagi o serpentynitach Gór Kiełczyńskich na Dolnym Śląsku. *Kwart. geol.* 1963, nr 1.
9. Milovanović B., Karamata S. — O diapirizmu serpentina. *Bull. Serv. Géol. et Géoph. Serbie*, 1957, t. XIII.
10. Niemczynow G. — Skały serpentynitowe północnego przedpola Wzgórz Kiełczyńskich na Dolnym Śląsku. *Biul. IG* nr 201, 1966.
11. Niškiewicz J. — Budowa geologiczna masywu Szklar (Dolny Śląsk). *Roczn. PTGeol.* 1967, t. XXXVII, 3.
12. Oberc J. — Podział geologiczny Sudetów. *Prace IG*, 1960, t. XXX, cz. II.
13. Polański A. — Studia nad metamorfozą formacji krystalicznych Gór Sowich. *Arch. miner.* 1956, t. XVIII.
14. Ramdohr P. — A Widespread Mineral Association, Conned with Serpentinization with notes on some new or insufficiently defined minerals. *N. Jb. Miner. Abh.* 107, 3, 1967.
15. Roeber W. P. — Sind die alpinotypen Peridotmassen bielleicht tektonisch verfrachtete Bruchstücke der Peridotinschale? *Geologische Rundschau*. 1957, Bd. 46, 1.
16. Skiba-Wyderko M. — Krzemianowe rudy niklu ze Szklar (Dolny Śląsk). *Rudy i Met. nieżel.* 1964, nr 6.
17. Szumlas F. — Nikiel, kobalt i chrom w serpentynitach okolic Sobótki na Dolnym Śląsku. *Arch. miner.*, 1963, t. XXIV, 1.
18. Teisseyre H., Smulikowski K., Oberc J. — Regionalna geologia Polski, t. III — Sudety, 1957, z. 1.
19. Teisseyre J. — Perydotyt hornblendowy z Janowic Wielkich (Sudety Zachodnie). *Arch. miner.* 1966, t. XXVI, z. 1—2.
20. Thayer T. P. — Serpentinization considered as a constant volume metasomatic process. *Amer. Miner.* 1966, 51.
21. Wierzcholowski B. — Skały ultrafemiczne okolic Bielic w Sudetach Wschodnich. *Arch. miner.*, 1960, t. XXII, z. 2.
22. Winkler H. G. F. — Die Genese der metamorphen Gesteine. Berlin-Heidelberg-New York, 1967.

SUMMARY

Analysing the previous results of petrographic and chemical examinations of ultrabasic rocks from the Lower Silesia area, the present author tries to explain the nature of the serpentization of these rocks, which, most probably, took place according to the equation V, in the presence of oxygen excess (secondary magnetite). Experimental studies made by W. Johannes (1966) allow us to elucidate the local occurrence of the serpentinite-talc-carbonate rocks.

РЕЗЮМЕ

На основании всех имеющихся петрографических и химических характеристик ультраосновных пород Нижней Силезии автор пытается дать характеристику процесса серпентинизации этих пород, которая совершалась, вероятно, согласно уравнению V, с избытком кислорода (вторичный магнетит). Экспериментальные данные В. Йоханнес (1966) позволяют дать объяснение местному проявлению серпентин-тальк-карбонатных пород.