

## O NIEKTÓRYCH MINERALACH Z GRUPY KRZEMIANÓW WARSTWOWYCH Z OKOLIC JORDANOWA NA DOLNYM ŚLĄSKU

UKD 549.736.04:549.623.77+549.623.78:552.4:552.231.6(438.26—13 Jordanów-okolice)

W leukokratycznej strefie przeobrażonej w Jordanowie stwierdzono występowanie krzemianów o pakietach dwuwarstwowych z grupy antygorytu i chryzotyłu oraz trójwarstwowych z grupy talku, pirofyllitu, montmorylonitu i chlorytu. Minerale te tworzą się na ogół w stosunkowo niskich temperaturach, a przede wszystkim w warunkach wietrzeńca. Nie brakuje również jako produktów procesu hydrotermalnego i metasomatycznego, a więc powstałych w geologicznych temperaturach średnich. Podjęcie ich opracowania ma na celu uzupełnienie badań mineralogicznych przeprowadzanych przez autora w okolicach Sobótki (3).

### GRUPA ANTYGORYTU I CHRYZOTYLU

Minerale te wchodziły w skład serpentynitów budujących między innymi Wzgórza Nasławickie, otaczające masyw Ślęży od wschodu. Głównym składnikiem tych skał jest antygoryt. Zidentyfikowano go badaniami mikroskopowymi, rentgenograficznymi (tab. I) i za pomocą termicznej analizy różnicowej (ryc. 1). W obrębie zasadniczej masy antygorytowej tych serpentynitów występują także minerale o pokroju drobnostrzepkowym lub włóknistym i niższej dwójłomności, odpowiadające chryzotyłowi. Potwierdza to krzywa 1 TAR, zamieszczona na ryc. 1, wykonana na próbce serpentynitu z łomu nefrytu w Jordanowie. Uzyskano na niej dwa charakterystyczne efekty: endotermiczny w temperaturze 790° i egzotermiczny w 865°C. Pierwszy charakterystyczny jest dla antygorytu (krzywa TAR 2) a drugi dla lizardytu i chryzotyłu. Wynika to z krzywych 3 i 5 na ryc. 1, podanych według W. I. Iwanowej (4).

W strefach kontaktowych serpentynitu ze skałą granatową i aktynowitową w Jordanowie obserwowano także klinochlor i pojedyncze osobniki przypominające iddyngsyty. Rozwinięte w nich przeobrażenia objawiają się występowaniem dwóch charakterystycznych warstwek: seledynowozielonkowej (o miąższości ok. 1 cm), często impregnowanej różnobarwną substancją hialitową oraz warstewki cynamonowobrunatnej. Pierwsza z wymienionych występuje z dala od skały serpentynitowej, kontaktując najczęściej ze skałą aktynowitową. Obserwowana przy użyciu mikroskopu wykazuje budowę drobnołuseczkową, przypominającą minerale dłaście z grupy montmorylonitu, o dwójłomności  $n_y - n_x = 0,017$ . Wykonana z niej krzywa TAR (ryc. 2, krzywa 1) objawia dwa głębokie efekty endotermiczne w temperaturze 160° i 670°C oraz słaby w temperaturze

880°C i silny efekt egzotermiczny w temp. 830°C. Swym przebiegiem najbardziej zbliżona jest do kolskitu, mineralu po raz pierwszy opisanego na półwyspie Kola przez N. J. Jefremowa (5).

W wyniku szczegółowych badań rentgenograficznych przeprowadzonych na tym mineralu i na sungulicie przez N. D. Sobolewa (6) i innych, ustalono że kolskit i sungulit są synonimami i należą do grupy serpentynu, zawierając często domieszkę wermikulitu i węglanów. Według P. M. Tatarinowa i W. R. Artemowa (9) z mineralu tego do temp. 200° wydziela się duża ilość wody (od 4 do 5% wag.). W związku z tym pierwszy endotermiczny efekt na krzywej TAR (ryc. 2, krzywa 1) jest bardzo silny. Maksimum drugiego endotermicznego efektu ma miejsce w temperaturze 670 — 680°, a więc w niższej temperaturze niż u wszystkich pozostałych serpentynitów.

Egzotermiczne efekty występują w wyższej temperaturze — silniejszy poniżej 790° i słabszy przy 830 — 840°. Ogólna zawartość wody w tym mineralu według wspomnianych autorów wynosi ok. 16,5%. Badania za pomocą TAR (ryc. 2, krzywa 1 i 2) wskazują że próbka o cechach kolskitu z Jordanowa różni się od pozostałych serpentynitów z Jordanowa. Różnica ta zaakcentowana została także wynikami badań rentgenograficznych, zamieszczonych w tabeli II. Odległości międzypłaszczyznowe badanej próbki z kolskitem wskazują, że stanowi ona mieszaninę serpentynu (lizardytu) i montmorylonitu. Najcharakterystyczniejsze odległości międzypłaszczyznowe podkreślające obecność pierwszego są: 7,35 Å, 3,676 Å, 2,53 Å, 1,536 Å, a drugiego 16,55 Å i 8,61 Å. Do celów porównawczych w tab. II zamieszczono również dane rentgenograficzne dla lizardytu, kolskitu i chryzotyłu.

Badaną próbkę zawierającą kolskit, pomimo niejednorodnego charakteru mineralnego, poddano także analizie chemicznej (tab. III). Wykazała ona wysoką zawartość  $Al_2O_3$  i  $H_2O^+$ . Nieznaczny udział stanowi w niej natomiast MgO. Stosunek  $Al_2O_3 : MgO$  wynosi 1 : 2. Wysoka zawartość  $Al_2O_3$  i  $H_2O^+$  wiąże się zapewne z obecnością w niej glinowego montmorylonitu.

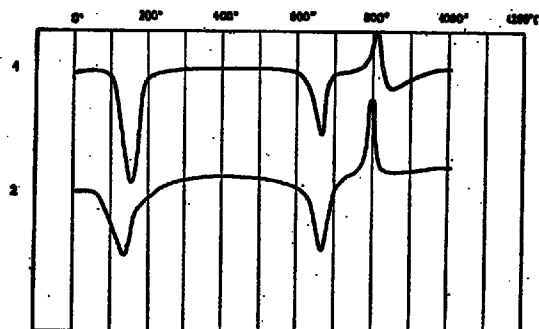
### GRUPA TALKU I PYROFYLITU

Minerale talkopochodne występują w Jordanowie w towarzystwie tremolitu i skały zołzytowej oraz często obok większych nagromadzeń klinochloru i aktynowitu. W miejscach, gdzie one występują do-

**Tabela I**  
**ODSTĘPY MIĘDZYPLASZCZYZNOWE MINERAŁÓW**  
**SERPENTYNITU Z JORDANOWA**

d (Å)	I	Faza *
7,30	10	A
4,82	1	A
4,22	10	G
3,82	8	A
3,378	1	G
2,983	1	G
2,525	10	A
2,461	1	G
2,409	1	G
2,219	1	A
2,163	3	A
2,102	1	G
1,821	1	A
1,776	1	A
1,745	1	A
1,715	1	G
1,614	1	G
1,560	3	A, G
1,537	1	A
1,483	2	G
1,312	2	A
1,277	2	A

\* A — antygoryt.  
G — getyt.



**Ryc. 2. Krzywe TAR minerałów kolskitu.**

1 — kolskit, Jordanów, 2 — kolskit wg W. I. Iwanowej (4).

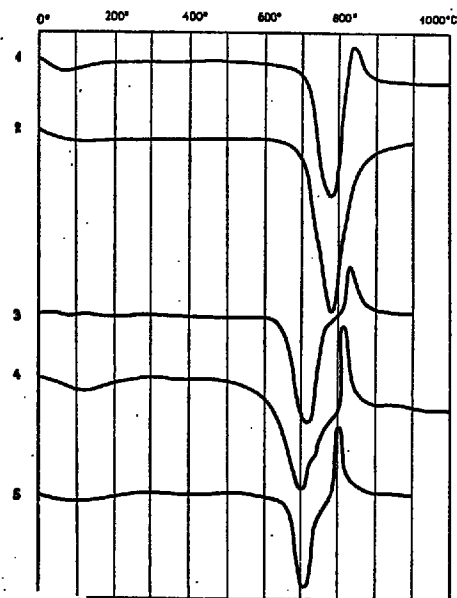
**Fig. 2. TAR curves of kolskite minerals.**

1 — kolskite, Jordanów, 2 — kolskite according to W. I. Ivanova (4).

**Tabela III**

**SKŁAD CHEMICZNY PRÓBKI ZAWIERAJĄCEJ KOLSKIT**  
**Z JORDANOWA**

Składnik	% wag.
SiO <sub>2</sub>	39,18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,13
TiO <sub>2</sub>	0,40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,28
FeO	0,18
MgO	30,08
CaO	2,85
Na <sub>2</sub> O	0,08
K <sub>2</sub> O	0,03
MnO	0,07
+H <sub>2</sub> O	16,53
<b>Razem</b>	<b>100,81%</b>

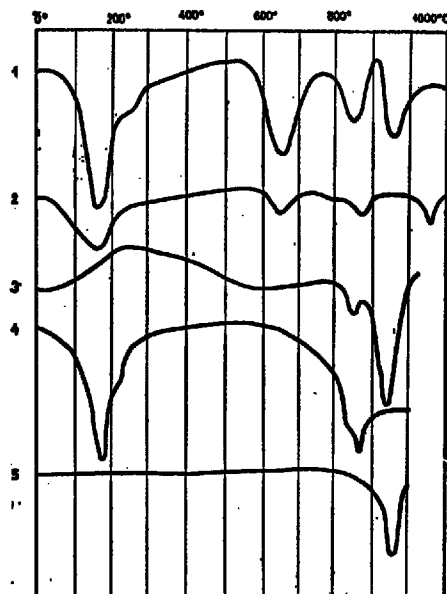


**Ryc. 1. Krzywe TAR minerałów grupy serpentynu.**

1 — antygoryt z nieznaczną domieszką lizardytu (Jordanów),  
2 — antygoryt wg W. I. Iwanowej (4), 3 — lizardyt wg  
W. I. Iwanowej (4), 4 — chryzotyl — azbest (Nasławice),  
5 — chryzotyl wg W. I. Iwanowej (4).

**Fig. 1. TAR curves of minerals of serpentinite group.**

1 — antigorite with a slight admixture of lizardite (Jordanów),  
2 — antigorite according to W. I. Ivanova (4),  
3 — lizardite according to W. I. Ivanova (4), 4 — chrysotile — asbestos (Nasławice), 5 — chrysotile according to W. I. Ivanova (4).



**Ryc. 3. Krzywe TAR minerałów talkopodobnych z Jordanowa.**

1 — skała saponitowo-chlorytowo-aktynolitowa, 2 — skała talkowo-chlorytowo-amfibolowa, 3 — talk, wg W. I. Iwanowej (4), 5 — talk, wg W. I. Iwanowej (4).

**Fig. 3. TAR curves of talc-like minerals from Jordanów.**

1 — saponite-chlorite-actinolite rock, 2 — talc-chlorite-amphibole, 3 — talc, according to W. I. Ivanova (4), 5 — talc according to W. I. Ivanova.

Tabela II

## ODSTĘPY MIĘDZYPLASZCZYZNOWE KOLSKITU I LIZARDYTU

Kolskit, Jordanów		Kolskit, Leśna Waraka (wg P. M. Tatarinowa et al. (9))		Lizardyt, ZSRR wg P. M. Tatarinowa et al. (9)		Chryzotyl, ZSRR wg P. M. Tatarinowa et al. (9)	
d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I
16,550	2*						
8,610	10*						
7,350	10	7,34	10	7,35	10	7,350	10
6,864	1						
4,616	3	4,61	8	4,61	7	4,570	7
4,275	1						
3,676	9	3,65	10	3,65	10	3,660	10
3,372	3	2,66	4	2,65	2	2,660	3
2,530	2					2,595	5
2,456	2	2,497	10	2,498	10	2,549	5
		2,999	1	2,296	1	2,458	10
2,164	1	2,148	6	2,148	8	2,283	1
2,107	1					2,216	2
1,847	1	1,830	2	1,828	1	2,098	6
		1,794	4	1,795	7	1,830	5
		1,738	3	1,740	3	1,748	6
		1,698	1	1,699	2		
1,576	1						
1,536	4	1,535	10	1,535	9	1,536	9
1,514	1	1,504	7	1,504	6		
		1,461	2	1,460	2	1,465	3
		1,417	4	1,417	3		
1,345	2	1,333	3	1,330	2		
		1,309	6	1,308	5	1,318	6
		1,282	2	1,280	3	1,280	2
		1,253	1	1,252	2		
1,217	2	1,219	2	1,217	1	1,220	4
		1,169	3	1,168	3		
		1,074	2	1,074	2		
		1,059	3	1,058	2		
1,026	3						
		0,996	5	0,995	5		

\* linie charakterystyczne dla montmorylonitu

strzeżę się stopniowe przejścia od aktynolitu do klinochloru. Tak np., bardzo często blisko skały aktynolitowej dostrzega się białe skupienia mineralne o wykształceniu drobnołuseczkowatym. Z badań rentgenograficznych tych minerałów wynika, że odpowiadają one saponitowi z dużą domieszką aktynolitu i klinochloru. Tworzenie się minerałów talkopodobnych w Jordanowie odbywać się mogło w następującym porządku:

aktynolit → talk → saponit → klinochlor

O występowaniu talku w Jordanowie i w Nasławicach wspomina już H. Traube (10). Podaje on, że minerał ten występuje w serpentynie i tworzy najczęściej kuliste skupienia o budowie radialnej i o wielkości ok. 3 cm. Minerał ten był również przedmiotem szczegółowych badań A. Gawła (1), który zbadał zarówno talk, jak też i jasnozieloną skałę talkową. Wykonał na nich zarówno badania chemiczne (tab. IV), jak też i termiczną analizę różnicową. Na krzywej TAR talku z Jordanowa (ryc. 3, krzywa 3, podanej przez A. Gawła — 1), odczytać można wychylenie endotermiczne w 850 i 940°C. Efekty te zgodne są z opublikowanymi danymi W. I. Iwanowej (4), (ryc. 3, krzywa 5). Osobliwością jest natomiast wygięcie egzotermiczne na tej krzywej w zakresie 50–400°C, które według A. Gawła (1) powstało wskutek utlenienia żelaza.

Podczas badań wykonanych przez autora niniejszej pracy uzyskano na jednym z termogramów (ryc. 3, krzywa 1) dwa efekty endotermiczne: głębszy w 160°C i płytszy w 855–860°C. Efekty te zgodne są z danymi W. I. Iwanowej (4) dla saponitu (krzywa 4, ryc. 3). Pozostałe efekty na tej samej krzywej mają również charakter endotermiczny. Zaznaczają się one w 660°C (dehydroksylacja klinochloru) oraz w 935° (odwodnienie talku), zgodnie z danymi A. Gawła (1). Endotermiczny efekt w 850° charakterystyczny jest dla saponitu. Zaznacza się on również na krzywej TAR talku podanej przez A. Gawła (1). Na krzywej 2, ryc. 3 wykonanej z innej próbki tej samej skały uzyskano endotermiczny efekt w 1065°. Jest on charakterystyczny dla aktynolitu.

Wymienione na wstępie niniejszej pracy produkty przeobrażenia serpentynitu, występujące w kamieniołomie nefrytu w Jordanowie, tworzące cynamonowobrunatne skupienia, są zlokalizowane najczęściej na płaszczynach spękań lub ślizgów tektonicznych serpentynitów. Warunki ich występowania wskazują, że tworzyły się one w strefach podwyższonego ciśnienia i wzbogaconych w wodę. Wyizolowane ze skały, poddane zostały badaniom rentgenograficznym (tab. V). Ich wyniki wskazują na obecność parasepiolitu. Do celów porównawczych załączono także wykaz odległości międzypłaszczyznowych parasepiolitu, podanych przez W. J. Michlejewą (7).

Tabela IV

WYNIKI ANALIZY CHEMICZNEJ TALKU  
I SKAŁY TALKOWEJ WG A. GAWŁA (1)

Skała talkowa z Jordanowa		Talk z Jordanowa
składnik	% wag.	% wag.
SiO <sub>2</sub>	59,05	60,68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,50	0,40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,80	2,04
FeO	4,02	4,12
MnO	ślad	ślad
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,38	—
MgO	27,48	27,40
CaO	1,42	1,76
Na <sub>2</sub> O	0,46	0,21
K <sub>2</sub> O	0,12	0,09
+H <sub>2</sub> O	3,36	3,14
-H <sub>2</sub> O	0,32	0,48
Razem	99,91	100,32

Tabela V

ODSTĘPY MIĘDZYPLASZCZYZNOWE d(Å) MINERAŁÓW  
PARASEPIOLITU

Parasepiolit, Jordanów		Parasepiolit, Arizona (wg W. J. Michiejewa (7))	
d(Å)	I	d(Å)	I
12,41	2	12,30	9
7,22	1	7,52	3
6,71	1	6,75	3
5,00	1	5,02	3
4,50	1	4,51	3
4,29	8	4,29	9
4,09	10	3,97	7
3,85	1	3,75	6
3,52	1	3,53	3
3,32	4	3,35	6
3,16	2	3,18	6
3,04	3	3,04	3
2,80	1	2,82	3
2,67	1	2,67	3
		2,61	6
2,502	6	2,55	9
2,421	4	2,44	6
2,351	1	2,38	3
2,210	3	2,25	6
2,179	1	2,18	3
		2,11	3
2,058	1 r	2,05	3
		1,95	3
		1,86	3
		1,72	3
1,628	1 r	1,65	3

W Jordanowie natrafiono także na większą koncentrację saponitu — Mg<sub>3</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>2</sub> n H<sub>2</sub>O, który występuje w charakterze białej proszkowatej (tusczkowatej) substancji wspólnie z grossularem i wezuwianem. Obok niego występuje także parasepiolit wykształcony w formie włókien. W towarzystwie tego minerału stwierdzono także występowanie chryzotyłu. W strefach natomiast gdzie zanika chryzotyl zwiększa się przewaga saponitu nad parasepiolitem.

Tabela VI

ODSTĘPY MIĘDZYPLASZCZYZNOWE d(Å) SAPONITU  
I PARASEPIOLITU

Saponit i parasepiolit Jordanów			Saponit, Półwysep Kola ZSRR (wg W. J. Michiejewa, 7)	
d(Å)	I	F	d(Å)	I
12,790	7	Sa, P*	14,90	10
7,290	2	Sa, P	7,10	3
4,970	2	Sa	4,98	3
			4,57	5
4,575	5	Sa		
			3,75	2
4,092	10	P	3,034	7
3,031	5	Sa	2,909	2
2,603	3	Sa	2,693	7
2,541	2	Sa	2,539	3
2,248	4	P	2,285	1
2,168	1	Sa, P	2,166	1
1,891	1	Sa, P	1,899	2
1,730	1	Sa	1,732	4
			1,680	5
1,526	5	Sa	1,528	10
			1,497	1
			1,454	3
			1,390	1
1,312	2	Sa	1,315	6
			1,270	3
			1,086	1
1,050	1	Sa	1,052	3

\* Sa — saponit, P — parasepiolit

Obserwacje skał w tych miejscach wskazują, że w badanych strefach przeobrażeń obecne są przerosty struktur minerałów dwuwarstwowych (chryzotyłu) z trójwarstwowymi (saponitem) z zachowanymi formami struktur przejściowych. Za istnieniem przerostów w tych minerałach przemawiają także badania rentgenograficzne (tab. VI).

#### MINERAŁY GRUPY CHLORYTU

Minerały te występują w Jordanowie w dwóch charakterystycznych paragenezach: wspólnie z aktynołitem, zojzytem i grupą minerałów talkopodobnych oraz w osłonie skupień granatowo-wezuwianowych, tkwiących w obrębie serpentynitów. Pierwszą z nich natrafiono w pobliżu kontaktu serpentynitu ze skałą zojzytową. Tworzy ona blaszki, często zdeformowane i beładnie ułożone, odznaczające się słabą dwójłomnością i niskimi współczynnikami załamania światła,  $n_g = 1,575$ . Kąt wygaszania światła w przekrojach prostopadłych do (001) = 5°. Bardzo słaby pleochroizm,  $\gamma$  — bezbarwny,  $\beta$  — białozielony,  $2V_\gamma$  — = 15°. Mineral ten określono jako klinochlor. Był on przedmiotem szczegółowych badań W. Hefflika (2).

W towarzystwie skały granatowo-wezuwianowej występują bezbarwne blaszki chlorytu, odznaczające się słabym pleochroizmem w odcieniach barwy niebieskozielonej. Średni współczynnik załamania światła  $n_g$  wynosi w nim 1,585, dwójłomność 0,006. W mineralach tym stwierdzono 3,67% wag. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Z braku szczegółowych badań chemicznych tego minerału nie ustalono jednakże w jakiej koordynacji pierwiastek ten w nim występuje (oktaedrycznej, czy tetraedrycznej). Zagadnienie to będzie przedmiotem dalszych badań. Wyniki badań rentgenograficznych tego minerału porównano z odległościami międzypłaszczyznowymi chlorytów chromowych, uzyskanymi

Tabela VII

ODSTĘPY MIĘDZYPLASZCZYZNOWE CHLORYTÓW  
CHROMOWYCH

Chloryt, Jordanów		Chloryt, Wood's Mine, Panama, wg D. M. Laphama (6)	
d(Å)	I	d(Å)	I
14,150	10	14,170	42,8
		7,880	1,9
7,190	10	7,120	95,7
4,785	5	4,762	98,8
4,616	3	4,595	2,6
3,948	1	3,951	1,9
3,576	10	3,573	89,9
2,845	4	2,858	25,3
2,582	1	2,583	3,2
2,543	2	2,539	5,3
2,451	2	2,442	5,0
2,393	1	2,382	3,2
2,270	1	2,262	2,1
2,029	2	2,043	6,3
2,001	1	2,009	6,6
1,890	1	1,888	2,7
		1,830	2,5
		1,782	0,8
1,742	1	1,738	0,8
		1,724	0,8
		1,666	1,6
1,569	1	1,572	5,8
1,537	6	1,536	3,5
1,507	2	1,504	1,3
1,430	1	1,430	2,8
1,400	1	1,400	5,1

przez D. M. Laphama (6). Przedstawione wartości badanego minerału (tab. VII) są bardzo bliskie danym porównawczym.

Wykazana w wyniku przeprowadzonych dotychczas badań mineralogicznych w kamieniołomie nefrytu w Jordanowie duża różnorodność krzemianów warstwowych jest jeszcze jednym dowodem, że w rejonie tym miało miejsce wiele skomplikowanych procesów skałotwórczych.

## LITERATURA

1. Gawel A. — Nefryt z Jordanowa na Dolnym Śląsku. Prz. geol. 1957, nr 7.
2. Heflik W. — Clinocllore from Jordanów near Sobótka (Lower Silesia). Bull. de l'Acad. Pol. des Sci. s. géol. et géogr. 1964, vol. XII. No 4.
3. Heflik W. — Studium mineralogiczno-petrograficzne leukokratycznej strefy przeobrażonej z Jordanowa (Dolny Śląsk). Prace miner. PAN 1967.

4. Iwanowa W. I. — Termogramy minerałów. Zapłs. Wsies. Mineralog. Obszcz. 1961, wyp. I.
5. Jefremow N. J. — K sistemie minerałów serpentynowej grupy. Dokl. AN SSSR, 1939, t. 22, nr 7.
6. Lapham D. M. — Structural and chemical variation in chromium chlorite. The Am. Mineral. 1958, vol. 43, p. 921.
7. Michiejew W. J. — Rentgenometriczeskij opriedielitel' minerałów. Moskwa, 1957.
8. Sobolew N. D. — O sugulicie (kolskicie) z Kolskiego półwyspowa. Dokl. AN SSSR, 1947, t. 58, nr 5.
9. Tatarinow P. M., Artiemow W. R. — Miestorozhdenija chrizotyl-asbesta SSSR. Moskwa, 1967.
10. Traube H. — Die Minerale Schlesiens. Breslau, 1888.

## SUMMARY

Applying complex mineralogical research comprising microscope observations, thermal-differential analysis, and X-ray and chemical analyses the author made a detailed identification of the interesting set of minerals of the laminated silicates found to occur in the vicinity of Jordanów, Lower Silesia. Among these minerals are: group of antigorite and chrysotile, talc and pyrophyllite and chlorite. As a result of these investigations the presence of chromium chlorite, kolskite (sungulite), saponite and parasepiolite has been ascertained. It has also been demonstrated that some of these minerals may appear in the form of mutual structural intergrowths. The presence of the minerals mentioned above is thought to prove the influence of numerous complicated rock-building processes on the serpentinite found to occur in the vicinity of Jordanów.

## РЕЗЮМЕ

Автор провел комплексные минералогические исследования интересной группы минералов группы слоистых силикатов, представленных в районе местности Иорданув в Нижней Силезии. Исследования охватывали микроскопические наблюдения, дифференциальный термический анализ, рентгенографический и химический анализы. Эти минералы представлены группой антигорита и хризотила, талька, пирофиллита и хлорита. Путем перечисленных исследований в комплексе этих минералов определены хромовый хлорит, кольскит (сунгулит), сапонит и парасеполилит. Определено, что некоторые из этих минералов могут образовывать взаимные структурные замещения. Присутствие этих минералов является еще одним доказательством на то, что серпентиниты района Иорданув подвергались сложным породообразующим процессам.