

Chryzotilový azbest z telies serpentinitov pri Jasove a Brezničke

JÁN DERCO*, ŠTEFAN RICHTER**

* Geologický prieskum, n. p., stredisko ATNS, Jesenského 8/b, 040 01 Košice

** Rudný projekt, PIO, n. p., Festivalové nám. 1, 040 01 Košice

(5 obr. a 7 tab. v texte)

Doručené 24. 2. 1983

Хризотилевый азбест серпентинитовых тел в районе Ясова и Брезнички

Хризотилевый азбест, который находится в лизардитово-хризотилевом серпентините в районе Ясова представляет поперечно-волоконистый тип с длиной волокон 1,8 до 4,5 мм. Состоит из хризотила (70 %), антигорита (10 %), корунда (9 %), кальцита (5 %) и окислов железа (? %). Волокна покрыты аморфно опаловидным материалом, что способствует его хрупкость и полосчатость. Годен для производства изоляционных материалов и серпентинового порошка.

Хризотилевый азбест, который находится в антигоритово-метаултрамафитовых телах в районе Брезничка, представлен продольными волокнами длиной 30—40 мм. Состоит из хризотила + антигорита (38—65 %), доломита (25 %), магнезита (25 %), корунда (1—1,5 %) и окислов железа (? %). Хризотил подвержен сильной деструкции кристаллической решетки. Было определено наличие аморфной опаловидной и карбонатовой примеси в хризотилоантигорите. Годен для использования в строительстве в несложных условиях.

Chrysotile asbestos from serpentinite bodies near Jasov and Breznička (SE Slovakia)

Chrysotile asbestos occurring in the body of lizardite-chrysotile serpentinite body near Jasov represents cross-fibrous type with 1.8 to 4.5 mm fibre length. It consists of chrysotile (80 %), antigorite (10 %), corundum (9 %), calcite (5 %) and iron oxides (?). Fibres are coated by amorphous, opal-like, mass causing their brittleness and fragility. The raw is suitable for the production of insulants and serpentine powder.

Chrysotile asbestos from antigorite metaultrabasic country rock from Breznička represents longitudinal-fibrous type with 30 to 40 mm fibre length. It is composed of chrysotile and antigorite (38—65 %), dolomite (25 %), magnesite (25 %), corundum (1—1.5 %) and iron oxides. Chrysotile reveals strong destruction of crystal lattice due to opal and carbonate present in the chrysotile-antigorite mass. The raw is suitable for use in building industry for unassuming purposes.

Problematicou ultramafických telies Západných Karpát sa zaoberali viacerí autori (Kamenický, 1951, 1957; Cambel, 1952; Kantor, 1956; Němec, 1958; Hovorka, 1965, 1967). Serpentinové minerály charakterizovali iba mikroskopicky. Opísali najmä vláknité a lupenité serpentíny, veľkolupeňité modifikácie antigoritu, resp. až amorfné serpentíny. Metódou DTA sa detailne skúmal antigorit z Dobšinej (Kouřimský — Satava, 1954).

V Západných Karpatoch vystupujú ultramafické telesá v niekoľkých geologických jednotkách. Odlišná geologická stavba a pozícia sa odzrkadľujú v rozličnom stupni serpentinizácie a metamorfnej rekryštalizácie ultramafických hornín. Túto problematiku a otázky minerálneho zloženia ultramafických hornín mezozoika gemerika a ultramafických hornín v predmezozoických metamorfovaných komplexoch detailne spracoval D. Hovorka (1978, 1980, 1983).

V roku 1979—1980 sa na pracovisku aplikovanej technológie nerastných surovín vykonal výskum zameraný na fyzikálno-chemické vlastnosti chryzotilového azbestu zo serpentinitového telesa pri Jasove a Brezničke. Výsledky poslúžili na posúdenie možností jeho využitia, na spracovanie návrhov na technológiu úpravy a sú zhrnuté v tomto príspevku.

Lokalizácia vzoriek a ich charakteristika

Na výskum sa použila jedna technologická vzorka z oblasti Jasova a dve vzorky z oblasti Brezničky.

Vzorka z Jasova, označená ako JAS-1, je priečne vláknitým azbestovým agregátom v zelenosivom až čiernom lizarditovo-chryzotilovom serpentinite mezozoika gemerika. Bola odobratá zásekom v štolni č. 3 z úseku 4—6 m, Banský potok, juhozápadná stena, 5 m na SZ od polygónu č. 1.

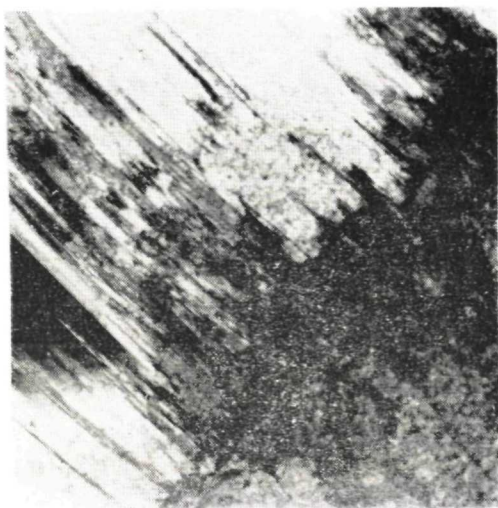
Vzorky označené ako KA-1 a KA-3 sú pozdĺžne vláknitým azbestovým agregátom v antigorickom metaultramafite predmezozoického metamorfovaného komplexu. Vzorka KA-1 bola odobratá zásekom z chodby

č. 3, z úseku 160—162 m. Vzorka KA-3 pochádza z chodby č. 3, úseku 112—114 m. Aj ona sa odobrala zásekom. Predstavujú oblasť Brezničku.

Makroskopický a mikroskopický opis vzoriek

Vzorku JAS-1 tvorí priečne vláknitý azbestový agregát bledozelenej farby s hodvábnym leskom. Dĺžka vlákien sa pohybuje od 1,8 do 4,5 mm, ojedinele je aj väčšia. Na výplni žiliek sa popri chryzotilovom azbeste zúčastňuje aj kalcit a pomer ich vzájomného zastúpenia je okolo 8:1. Vlákna azbestu sú deformované ohybmi a prieseckmi. Priesečky vyplňa kalcit a oxidy železa.

Štúdiom výbrusov sme zistili, že sa na zložení zúčastňuje chryzotil, antigorit, kalcit a limonit. Chryzotil a antigorit sú v kalcite (obr. 1). Miestami sa vyskytujú úlomky kryštaloidného serpentinitu vtláčené do priesekov azbestových agregátov.



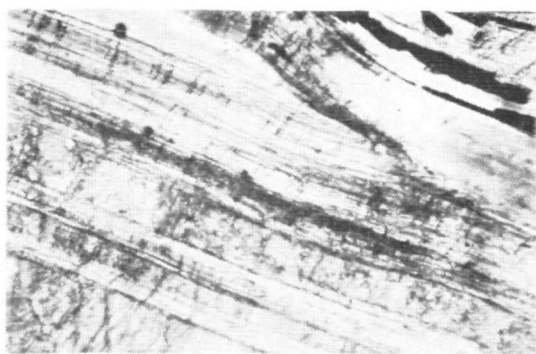
Obr. 1. Chryzotil a antigorit v kalcitovej hmote. Skríž. nik., zväčš. 65×, vzorka JAS-1, lok. Jasov.

Fig. 1. Chrysotile and antigorite in calcite mass. Crossed nicols, magn. $\times 65$, sample JAS-1, Jasov

Vzorku KA-1 tvoria pozdĺžne vláknité azbestové agregáty bledozelenej farby popraserastané karbonátmi. Styk azbestového agregátu s okolitou horninou je nerovný a ostrý. Dĺžka vlákien chryzotilového azbestu sa pohybuje okolo 40 mm. Rozborom výbrusov sme zistili, že azbestové agregáty tvoria chryzotil, antigorit a dolomit, ktorý ich zatláča (obr. 2). Azbestové agregáty lokálne znečisťuje magnetit. Ojedinele sa vyskytujú útržky azbestového agregátu v dolomite majúce laminárne usmernenie.

Vzorku KA-3 tvorí pozdĺžne vláknitý azbestový agregát bledozelenej farby v karbonátovej hmote. Styk azbestového agregátu s okolitou horninou je nerovný a pripomína brekciovitú textúru. Dĺžka vlákien sa pohybuje v rozmedzí 30–40 mm.

Rozborom výbrusu sme zistili, že azbestový agregát tvorí chryzotil, antigorit, dolomit, magnezit a korund. Serpentinové minerály sú v dolomite, ktorý ich zatláča, čím sa vytvárajú pseudomorfózy dolomitu po chryzotile. Magnezit tvorí žilky v dolomite, korund ojedinelé roztrúsené zrnká. Miestami sú pozorovateľné útržky serpentínovej horniny.



Obr. 2. Chryzotil a antigorit v dolomitovej hmote. Skriž. nik., zväčš. 136 $\times$, vzorka KA-1, lok. Breznica
Fig. 2. Chrysotile and antigorite in dolomite mass. Crossed nicols, magn. $\times 136$, sample KA-1, Breznica

Identifikácia a charakteristika minerálov

Chryzotil

Je hlavným minerálom skúmaných vzoriek. Vo výbruse je bezfarebný, má pozitívny charakter zóny a priame zhášanie. Jeho prítomnosť vo vzorkách potvrdila rtg difrakčná analýza (tab. 1, 2, 3).

Reflexy $d = 0,254$ a $0,244$ nm difrakčného záznamu základných a upravených vzoriek podľa V. I. Michejeva (1957) poukazujú na chryzotil. V zmysle G. Browna (1965) uvedené reflexy určujú polytyp chryzotilu s uhlom $\beta = 93^{\circ}20'$ — klino-chryzotil.

Chemické vlastnosti azbestových agregátov sa skúmali rozpúšťaním vzoriek v HCl (25 %nej) a lúhovaním v KOH (25 %). Pri štúdiu chemických vlastností azbestového agregátu z lokality Jasov sa zistilo, že rozpúšťaním v HCl počas 24 hodín nastáva strata na hmotnosti (28,6 %). Možno to vysvetliť rozrušením brucitovej vrstvy chryzotilu a prechodom MgO do roztoku. Prepočtom hmotnostnej straty na chryzotil sme zistili, že zodpovedá 67 % uvedeného minerálu.

Rtg difrakčná analýza potvrdila deformáciu štruktúrnej mriežky (tab. 1, 4). Po lúhovaní vzorky azbestového agregátu v KOH sa štruktúrna mriežka nenarušila. Rtg difrakčná analýza poukázala na zvýraznenie základných reflexov chryzotilu. Toto zistenie možno vysvetliť rozpustením amorfnej opálovej hmoty, ktorá prírodne obaľovala chryzotil (tab. 4). Pri štúdiu chemických vlastností vzoriek azbestového agregátu z Brezníčky sme zistili, že po ich lúhovaní v HCl počas 24 hodín nastala 50 % strata na hmotnosti. Rtg difrakčnou analýzou nerozpustných zvyškov sa zistilo, že sa v chryzotile zmenila a porušila orientácia v štruktúre. Prejavilo sa to znížením intenzity základných reflexov a reflex $d = 0,72$ nm nadobudol difúzny charakter

Rtg difrakčná analýza vzorky JAS-1 (lok. Jasov)
X-ray diffraction data of the JAS-1 sample (Jasov locality)

Tab. 1

P. č.	Namerané hodnoty (v nm)						Tabuľkové hodnoty (v nm)							
	základná vzorka		vzorka lúho- vaná v KOH (25 %-ný)		vzorka roz- púšťaná v HCl (25 %-ná)		vzorka rozp. v 1 N HCl (1 hod. — 95 °C)		Chryzotil (+ antigorit)		kalcit		korund	
	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
1.	0,731	10	0,731	10	0,719	6	0,725	1	0,735	10	—		—	
2.	0,443	1	0,443	1	—		—		0,461	6	—		—	
3.	0,364	6	0,364	6	0,361	3	0,364	1	0,366	10	—		—	
4.	0,346	1	—		0,346	2	0,345	1	—		—		0,348	60
5.	0,303	2	0,302	3	—		—		—		0,303	100	—	
6.	0,231	1	—		—		—		0,285	2	—		—	
7.	0,254	1	0,255	1	0,252	2	0,253	2	0,254	1	—		0,255	85
8.	0,244	1	0,246	1	—		—		0,245	7	—		—	
9.	0,208	2	0,208	2	0,208	3	0,208	3	0,209	4	—		0,208	100
10.	—		0,191	1	—		—		0,197	1	—		—	
11.	0,173	1	0,173	1	0,173	1	0,173	1	0,174	4	—		0,174	45
12.	0,160	1	0,160	1	0,160	2	0,160	2	—		—		0,160	85
13.	0,153	2	0,153	2	—		—		0,153	7	—		—	

Rtg difrakčná analýza vzorky KA-1 (lok. Breznička)
X-ray diffraction data of the KA-1 sample (Breznička locality)

Tab. 2

P. č.	Tabuľkové hodnoty (v nm)						Namerané hodnoty (v nm)							
	základná vzorka		vzorka lúho- vaná v KOH (25%-ný)		vzorka roz- púšťaná v HCl (25 %-ná)		vzorka rozp. v 1 N HCl (1 hod. — 95 °C)		Chryzotil (+ antigorit)		dolomit		korund	
	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
1.	0,719	7	0,725	5	0,719	4	0,697	2	0,736	10	—		—	
2.	0,439	1	0,450	1	0,450	1	—		0,458	8	—		—	
3.	0,360	5	0,361	3	0,363	3	0,354	2	0,366	8	—		—	
4.	—		—		0,347	2	—		—		—		0,348	60
5.	—		0,302*	1	—		—		—		—		—	
6.	0,287	10	0,288	7	—		—		—		0,288	100	—	
7.	0,252	2	0,252	2	0,253	2	—		0,254	6	0,254	8	0,255	85
8.	0,247	1	0,245	1	0,244	1	0,249	1	0,250	6	—		—	
9.	0,216	3	0,218	2	—		—		—		0,219	30	—	
10.	0,208	1	0,208	1	0,208	2	0,207	1	0,209	4	—		0,208	100
11.	0,173	2	—		0,173	1	—		—		—		0,174	45
12.	—		0,160	1	0,160	2	—		—		—		0,160	85
13.	0,154	2	0,153	1	0,153	1	—		0,153	8	—		—	

J. Derco, Š. Richter: Chryzotilový azbest z telies serpentinitov

Rtg difrakčná analýza vzorky KA-3 (lok. Breznička)
X-ray diffraction data of the KA-3 sample (Breznička locality)

Tab. 3

P. č.	Namerané hodnoty (v nm)								Tabuľkové hodnoty (v nm)							
	základná vzorka	vzorka lúho- vaná v KOH (25 ⁰ / ₀ -ný)		vzorka roz- púšťaná v HCl (25 ⁰ / ₀ -ná)		vzorka rozp. v 1 N HCl (1 hod. — 95 °C)		Chryzotil (+ antigorit)	dolomit		magnezit		korund			
	d	1	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
1.	0,712	5	0,712d	5	0,725	5	0,712	3	0,736	10	—	—	—	—	—	—
2.	0,452	1	—	—	0,457	1	—	—	0,456	6	—	—	—	—	—	—
3.	0,364	4	0,363	2	0,363	4	0,359	2	0,366	10	—	—	—	—	—	—
4.	—	—	0,302*	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.	0,288	10	0,288	7	—	—	—	—	—	—	0,288	10	—	—	—	—
6.	0,274	7	0,273	3	0,273	1	—	—	—	—	—	0,274	10	—	—	—
7.	0,265	1	0,265	1	0,258	1	—	—	0,266	2	0,268	2	—	—	—	—
8.	0,251	1	0,252	2	0,251	2	0,250	1	0,254	6	0,254	1	—	—	0,255	85
9.	0,246	1	—	—	0,245	2	—	—	0,245	8	—	—	—	—	—	—
10.	0,219	4	0,218	2	—	—	—	—	—	—	0,219	3	—	—	—	—
11.	0,208	4	0,208	1	0,208	1	—	—	0,209	6	—	—	—	—	0,208	100
12.	0,180	4	0,180	2	—	—	—	—	—	—	0,180	2	—	—	—	—
13.	0,178	4	0,178	2	—	—	—	—	—	—	0,178	3	—	—	—	—
14.	—	—	0,173	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,174	45
15.	0,169	3	0,169	1	—	—	—	—	—	—	—	0,170	3	—	—	—
16.	0,153	2	0,153	1	0,153	1	—	—	0,153	8	—	—	—	—	—	—

0,302 = kalcit

Pomerové koeficienty K^* základných reflexov chryzotilu po chemickej úprave
porovnané so základnou vzorkou
Ratio coefficients K^* of basic reflections of chrysotile after chemical treatment
in comparison with the original sample

Tab. 4

Označenie vzorky	Druh vzorky	Pomerový koeficient K^*		
		reflex (002)	reflex (004)	K^{**}
JAS-1	základná vzorka	11,3	9,0	20,3
	lúhovaná v KOH (25 ‰)	15,8	12,0	27,8
	rozpúšťaná v HCl (25 ‰)	6,4	4,1	10,5
KA-1	základná vzorka	14,7	11,0	25,7
	lúhovaná v KOH (25 ‰)	2,4	7,4	9,8
	rozpúšťaná v HCl (25 ‰)	4,6	4,0	8,6
KA-3	základná vzorka	14,7	11,0	25,7
	lúhovaná v KOH (25 ‰)	1,8	6,4	8,2
	rozpúšťaná v HCl (25 ‰)	3,4	8,7	12,1

$$K^* = \frac{\text{výška reflexu}}{\text{šírka reflexu}} \quad K^{**} = \text{súčet reflexov}$$

(tab. 2, 3). Po lúhovaní vzoriek v KOH sa iba zvyrazňujú reflexy karbonátových minerálov (tab. 2, 3, 4). Pri chryzotile sa mení orientácia a narúša mriežka. Deformáciu mriežky chryzotilu pravdepodobne spôsobuje prítomnosť amorfnej fázy v medzivrstvovom priestore, ktorá sa pôsobením KOH rozpúšťa.

Termické vlastnosti vzoriek azbestových agregátov sa sledovali pomocou DTA-VTA a kalcináciou od 150° do 950°C v intervaloch po 100 °C. Produkty sa sledovali pomocou rtg difrakčnej a chemickej analýzy.

Chryzotil zo serpentinitového telesa na lokalite Jasov sa na DTA krivke vyznačuje endotermou s vrcholom pri 690 °C, zodpovedajúcou strate medzivrstvej vody, a exotermou s vrcholom pri 805 °C, zodpovedajúcou kryštalizáciou forsteritu. Pri kalcinácii tejto vzorky do 950 °C sa pri teplote 650 °C kryštalová mriežka chryzotilu rozpadla, čo sa prejavilo aj na výsledkoch

chemickej analýzy (tab. 5). Obdobnými termickými vlastnosťami sa vyznačuje chryzotilový azbest z lokality Breznička.

Po kalcinácii vzoriek zo sledovaných lokalít sa zistila opätovná adsorpcia hydroscopickej a tzv. zeolitovej vody až do teploty 750–770 °C (tab. 5). Pri tejto teplote nastáva úplný rozpad mriežky serpentínových minerálov a začína sa kryštalizácia forsteritu. Toto zistenie pravdepodobne vysvetľuje a určuje hranicu readsorpcie vody.

Elektrónovým mikroskopickým výskumom sme na oboch lokalitách zistili vláknitú stavbu chryzotilu (obr. 3). Hrúbka monovláknna azbestu Jasov je okolo 60 nm a z Kalinova okolo 120 nm.

Chemické zloženie základných vzoriek azbestového agregátu je v tab. 6. Vo vzorke JAS-1 sa komponenty MgO, SiO₂ a H₂O⁺ viažu na serpentínové minerály. Al₂O₃ sa viaže na korund a CaO na kalcit. Vo vzorkách KA-1 a KA-3 sa CaO a časť

*Ciastkové chemické zloženie po jednotlivých stupňoch kalcinácie agregátu
chryzotilového azbestu re-adsorpcie H₂O a vypočítané zastúpenie
serpentinových minerálov*

*Partial chemical composition of chrysotile asbestos aggregate after single stages
of calcination, water readsorption and the calculated proportions of serpentine
minerals*

Tab. 5

Označenie vzorky		Čiastkové chem. zloženie (hmotn. %)					Zastúpenie serpentinových minerálov (v hmot. %)
		SiO ₂	MgO	H ₂ O 150 °C	H ₂ O 350 °C	strata žih.	
JAS-1	zákl. vzorka	35,05	33,05	1,24	1,50	12,57	80
	kalc. 150 °C	34,56	33,09	0,70	2,01	12,48	80
	250 °C	35,17	32,72	0,64	1,81	12,80	80
	350 °C	36,38	32,44	1,08	0,88	12,94	80
	450 °C	35,22	32,84	0,32	1,34	12,49	80
	550 °C	35,52	32,52	0,40	1,18	12,36	80
	650 °C	38,86	37,08	1,34	1,19	3,66	14
	750 °C	39,59	36,83	0,48	1,08	2,45	4
	850 °C	40,92	37,66	0,20	0,32	1,18	0
	950 °C	40,72	37,62	0,10	0,24	0,24	0
zmes vzoriek KA-1 + KA-3 (1 : 1)	zákl. vzorka	21,06	37,12	0,88	3,45	25,66	49
	kalc. 150 °C	21,09	35,56	0,93	2,10	26,14	49
	350 °C	21,08	35,65	0,75	3,17	24,80	49
	450 °C	20,88	37,45	1,00	2,54	26,23	49
	550 °C	21,59	37,73	2,62	2,95	23,23	49
	650 °C	23,40	39,53	3,97	3,12	15,92	16
	750 °C	24,81	44,58	3,78	3,43	10,45	0
	950 °C	28,35	48,48	1,30	1,29	4,23	0

Poznámka: Odchýlky chemického zloženia vzoriek žíhaných do 550 °C po readsorpcii vody od zloženia základnej vzorky vychodia z toho, že išlo o samostatné kvarty vzorky pre každú jednotlivú teplotu žihania

MgO viaže na karbonáty. SiO₂ a časť MgO sa viažu na serpentinové minerály. Al₂O₃ sa viaže na korund a Fe₂O₃ na magnetit. Prvky v stopových koncentráciách zistené spektrálnou analýzou (Ni, Co a Cr) sa podľa elektrónovej mikroanalýzy viažu na mikrotrhliny azbestového agregátu. Z takto aplikovaného chemického rozboru v kombinácii z DTA-VTA sa stanovilo semikvantitatívne zastúpenie minerálov vo vzorkách azbestových agregátov (tab. 7).

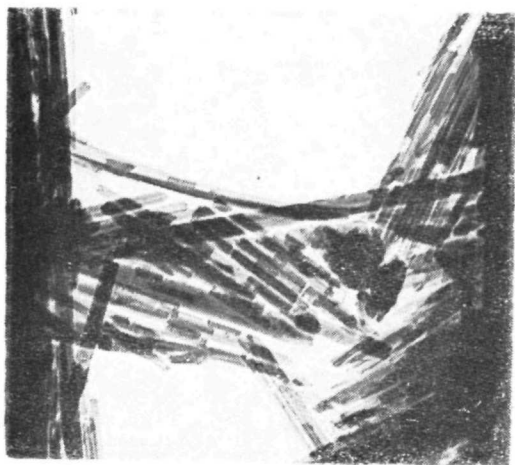
Ako vyplýva z tabuľky, vzorka JAS-1 obsahuje okolo 80 %, vzorka KA-1 okolo

64—65 % a vzorka KA-3 okolo 38—39 % serpentinových minerálov.

Antigorit

Zistili sme ho vo vzorkách azbestu pochádzajúceho z obidvoch lokalít metódou B. S. Nagya — G. T. Fausta (1956) podľa rozdielnej rozpustnosti serpentinových minerálov v HCl. Vo vzorke JAS-1 sa jeho prítomnosť potvrdila aj DTA-VTA analýzou na základe endotermy s vrcholom pri 760 °C spojenej s hmotnostným úbytkom.

Vo vzorkách KA-1 a KA-3 sa rtg difrakčnou analýzou nerozpustných podielov zisťoval na základe reflexu pri $d = 0,249$, resp. $0,250$ nm, charakteristického pre šupinatý minerál — antigorit (Brown, 1965).



Obr. 3. Elektronogram chryzotilu. Suspenzia v uhlíkovej blane, zväčš. 110 200 $\times$, vzorka JAS-1, lok. Jasov
Fig. 3. Electrogram of chrysotile. Suspension in carbon membrane, magn. $\times 110200$ sample JAS-1, Jasov

Rozpúšťaním metódou opísanou B. S. Nagyom — G. T. Faustom (1956) sme na základe hmotnostného úbytku zistili, že vzorka JAS-1 obsahuje 8—10 % a vzorka KA-1 a KA-3 10—15 % antigoritu. Vo vzorke JAS-1 takéto zastúpenie potvrdila aj DTA-VTA analýza. Vzorky KA-1 a KA-3 obsahujú karbonáty, preto sa obsah antigoritu pomocou DTA-VTA nedá stanoviť (obr. 4).

Karbonátové minerály

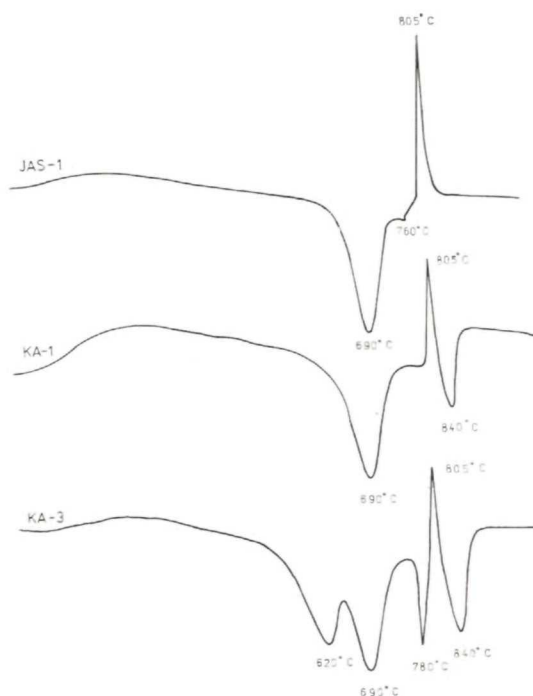
Vo vzorke JAS-1 sme zistili kalcit. Na styku s okolitou horninou vystupuje v jemnozrnnnej forme a na styku s azbestovým agregátom ako mikrozrnnný. Jednoznačne ho potvrdila rtg difrakčná analýza na základe reflexu $d = 0,303$ nm a na základe selektívneho rozpúšťania v zriedenej HCl. Jeho zastúpenie vypočítané z chemickej analýzy je 5 % hmotn.

Vo vzorke KA-1 je dolomit, vytvárajúci dlažbovú štruktúru a vo vzorke KA-3 magnezit pripomínajúci monokryštalický

Chemické zloženie vzoriek JAS-1, KA-1 a KA-3
Chemical composition of samples JAS-1, KA-1 and KA-3

Tab. 6

Zložka	Chemické zloženie (v hmotn. %)		
	37,10	KA-1	KA-3
SiO ₂	9,47	25,30	15,56
Al ₂ O ₃	2,52	1,51	0,93
Fe ₂ O ₃	—	5,56	2,75
FeO	0,05	0,35	0,14
MnO	33,11	0,13	0,27
MgO	3,20	33,07	34,25
CaO	0,01	7,80	8,00
Na ₂ O	0,04	0,01	stopy
K ₂ O	JAS-1	0,05	stopy
pod 0,01 %	—	Cr, Cu, Co V, Bi, Zn, Pb, Ga, Ti, Zr	Cu, Co, V Bi, Sb, B, Ba, P, Sn, Ge



charakter. Distribúciu kalcitu sa nám nepodarilo bližšie lokalizovať. Karbonátové minerály sa jednoznačne dokázali pomocou rtg difrakčnej analýzy na základe reflexu $d = 0,288$ nm pri dolomite, $d = 0,274$ nm pri magnezite a $d = 0,303$ nm pri kalcite. Toto zistenie sa potvrdilo aj selektívnym rozpúšťaním v zriedenej HCl. Zastúpenie dolomitu v KA-1 je 25 a v KA-3 26–27 %. Obsah magnezitu v tejto vzorke vypočítaný z chemickej analýzy je 23–25 %. Kalcit tu vystupuje len ako akcesorický minerál.

Obr. 4. DTA krivky separovaných azbestových agregátov skúmaných vzoriek (JAS-1, KA-1, KA-3)
Fig. 4. DTA curves of cleaned asbestos aggregates of investigated samples (JAS-1, KA-1, KA-3)

Semikvantitatívne zastúpenie minerálov vo vzorkách azbestu JAS-1, KA-1 a KA-3 a ich základné fyzikálno-mechanické vlastnosti
Semiquantitative proportions of minerals in asbestos samples and their basic physico-chemical properties

Tab. 7

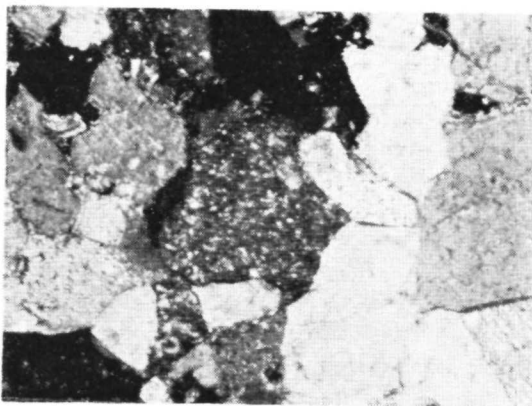
Minerál	Vypočítané zastúpenie minerálov (v hmot. %)					
	JAS-1		KA-1		KA-3	
	z chemickej analýzy	DTA-VTA	z chemickej analýzy	DTA-VTA	z chemickej analýzy	z hod. nôt DTA-VTA
chryzotil	79	70	64	65	38	39
antigorit	—	10	—	—	—	—
dolomit	—	—	25	25	26	27
magnezit	—	—	—	—	25	23
kalcit	5	6	1	1	1	1
korund	9	—	1	—	1	—
oxidý Fe	2	—	5	—	2	—
pevnosť v ťahu (MPa . 10 ³)	4,350		0,037—	0,106	0,01—	0,166
Youngov modul pružnosti (MPa . 10 ³)	15,352		36,520—	614,13	145,22—	1 302,5

Korund

Vo vzorke JAS-1 sme ho identifikovali opticky vo výbruse, ako aj rtg difrakčnou analýzou, vo vzorkách z lokality Kalinovo (KA-1, KA-3) iba rtg difrakčnou analýzou. Na jeho prítomnosť poukazuje reflex $d = 0,348; 0,208; 0,173; 0,160$ nm.

Vo výbruse vzorky JAS-1 vytvára alotriomorfne zrnká roztrúsené v karbonáte (obr. 5). Výpočtom z hodnôt Al_2O_3 chemickej analýzy je jeho obsah cca 9 %.

Vo vzorkách KA-1 a KA-3 je na základe chemickej analýzy jeho obsah iba cca 1–1,5 %.



Obr. 5. Alotriomorfne zrná korundu v kalcite. Skriž. nik., zväčš. 76 $\times$, vzorka JAS-1, lok. Jasov

Fig. 5. Allotriomorphous corundum grains in calcite. Crossed nicols, magn. $\times 76$, sample JAS-1, Jasov

Oxidy a hydratované oxidy Fe

Ako vedľajšie až akcesorické minerály sa na oboch lokalitách opticky stanovil magnetit a limonit. Magnetit vystupuje ako opakový minerál v trhlinách azbestového agregátu. Limonit tvorí povlak na azbestových agregátoch. Podľa hodnôt

chemickej analýzy ich obsah vo vzorke JAS-1 odhadujeme na cca 2,5 %, vo vzorkách KA-1 2,7 % a KA-3 na cca 5,5 %.

Hodnotenie výsledkov

Z mineralogických rozborov a fyzikálno-chemických vlastností azbestových agregátov vyplynulo, že sa chryzotilové azbesty zo sledovaných lokalít navzájom odlišujú a sú prakticky samostatnými technologickými typmi.

Chryzotilový azbest z lokality Jasov je priečne vláknitým druhom azbestu. Dĺžka vlákna sa pohybuje v rozmedzí 1,8–4,5 mm. Rozpúšťa sa v zriedenej HCl. Nerozpúšťa sa v KOH. Vlákna sčasti obaľuje amorfná opálovitá hmota. Termicky je stály do teploty 550 °C. Na základe pevnosti v ťahu a Youngovho modulu pružnosti patrí medzi krehké azbesty. Azbestový agregát je situovaný v kalcite.

Chryzotilový azbest z lokality Brezníčka je pozdĺžne vláknitým druhom azbestu. Dĺžka vlákna sa pohybuje v rozmedzí 30–40 mm. Ľahko sa rozpúšťa v zriedenej HCl. Lúhovaním v KOH sa štruktúra chryzotilu porušuje a chryzotil sa čiastočne rozpúšťa. Termicky je stály do teploty 550 °C. Kalcinované azbestové agregáty adsorbujú hydrokopolické a tzv. zeolitové vodu až do teploty 750 °C. V značnej miere sa vyskytujú pseudomorfózy dolomitu po chryzotile. Na základe pevnosti v ťahu a Youngovho modulu pružnosti patrí medzi veľmi krehké azbesty. Azbestový agregát je situovaný v dolomite, príp. magnezite.

Podľa zistených technologických a chemických údajov, ako je dĺžka vlákna, pevnosť v ťahu, chemická odolnosť, termická stabilita a technologický typ, možno konštatovať, že chryzotilový azbest z lokality Jasov vyhovuje iba na výrobu izolačných materiálov triedy V a VI v stavebníctve, ako aj na výrobu serpentínovej múčky

triedy 650 a 750. Chryzotilový azbest z lokality Breznička sa dá využiť v stavebníctve iba na málo náročné účely.

Recenzoval D. Hovorka

LITERATÚRA

- Brown, G. 1965: Rentgenometričeskije metody izučeniya i struktura glinistych mineralov. Moskva, Izd. MIR, s. 111—163.
- Cambel, B. 1951: Ultrabázická hornina od Sedlíc a hadce najbližšieho okolia. Geol. zbor. Slov. akad. vied, 2, s. 91—105.
- Hovorka, D. 1965: Ultrabasische Gesteine der Westkarpaten in der Slowakei. Geol. zbor. Slov. akad. vied, 16, S. 129—143.
- Hovorka, D. 1967: Genetic types and stratigraphy of ultrabasic rocks in the West Carpathians. Carp.-Balcan Geol. Assoc., VIIIth Congr., Repts — Petrography and Metallogenesis. Beograd, pp. 85—89.
- Hovorka, D. 1978: Geochemistry of the West Carpathian alpinotype ultramafic rocks. Nauka o Zemi, sér. Geol., 12. 148 p.
- Hovorka, D. — Dubíková, K. — Gerthofferová, H. — Šamajová, E. — Turan, J. 1980: Serpentine-group minerals of the Western Carpathians ultramafics. I. Bodies of the Gemeride Mesozoic. Mineralia slov., 12, pp. 481—505.
- Hovorka, D. — Dubíková, K. — Gerthofferová, H. — Šamajová, E. — Turan, J. 1983: Serpentine-group minerals of the West Carpathian ultramafics. II. Bodies in Pre-Mesozoic metamorphosed complexes. Mineralia slov., 15, pp. 23—47.
- Kamenický, J. 1951: O hadci pri Dankovej. Geol. zbor. Slov. akad. vied, 2, s. 5—20.
- Kamenický, J. 1957: Serpentininity, diabázy a glaukofanické horniny triasu Spišsko-gemerského rudohoria. Geol. práce, Zoš. (Bratislava), 45, s. 3—71.
- Kantor, J. 1956: Serpentininity južnej časti Spišsko-gemerského rudohoria. Geol. práce, Spr. (Bratislava), 6, s. 3—34.
- Kouřimský, J. — Šatava, V. 1954: A contribution to the question of the determination of minerals of serpentine group. Sbor. Nár. muz. v Praze, ř. B, 4, pp. 1—19.
- Michejev, V. I. 1957: Rentgenometričeskij opredelitel' mineralov. Moskva, 870 s.
- Nagy, B. — Faust, G. T. 1956: Serpentine: natural mixtures of chrysotile and antigorite. Amer. Mineralogist, 41, pp. 817—838.
- Němec, F. 1958: Příspěvek ke slovenským hadcum. Sbor. Vys. šk. pedag. v Olomouci, přír. vědy, 5.

Chrysotile asbestos from serpentinite bodies near Jasov and Breznička (SE Slovakia)

JÁN DERCO — ŠTEFAN RICHTER

The sample of chrysotile asbestos from the Jasov locality, designed as JAS-1, represents cross-fibrous asbestos aggregate occurring in a lizardite-chrysotile serpentinite body within Mesozoic complexes of the Gemeric unit. Samples KA-1 and KA-3 represent longitudinal-fibrous asbestos aggregate sampled in antigorite metaultrabasic body of a pre-Mesozoic metamorphosed unit near Breznička.

Macroscopic and microscopic description of samples

The JAS-1 sample consists of pale-green asbestos aggregate with silky lustre. Fibres are disturbed by flexures and fissures.

Chrysotile and antigorite are enclosed by calcite.

The KA-1 and KA-3 samples are composed of pale-green asbestos aggregate. The contact with the mother rock is uneven and the aggregate reminds a breccia-like appearance. Replacement of chrysotile by dolomite has been ascertained in thin section the latter creating pseudomorphoses after chrysotile.

Identification and characteristics of minerals

Chrysotile

Chrysotile represents the main mineral of investigated samples. It was proved in X-ray

diffraction records (tab. 1, 2 and 3). Reflections with $d = 0.254$ and 0.244 nm point to clinochrysotile polytype (Brown 1965).

Dissolution of asbestos aggregate from Jasov in hydrochloric acid resulted in its decomposition and in the deformation of its lattice what has been proved also by X-ray diffraction data (tabs. 1 and 4). Leaching in potash lye did not cause disturbances in the structural lattice. To the contrary, subsequent X-ray diffraction analysis yield more pronounced basic reflections of chrysotile and gave evidence on the dissolution of opal from chrysotile aggregate (tab. 4).

Dissolution of asbestos aggregate in the sample from Breznička in hydrochloric acid resulted in the disturbance of its crystal lattice. The process is proved by the change of intensities of basic reflections when the $d = 0.72$ nm reflex acquired diffusive character (tabs. 2, 3) explainable by the leaching of carbonates occurring in interlayer spaces of the chrysotile lattice. The lye-dipping of chrysotile leads also to the destruction of its lattice and resulted in the diffusivity and lower intensity of the $d = 0.72$ nm basic index together with the disturbancy of the $d = 0.36$ nm one. This feature points, with the highest probability, to the amorphous character of the carbonate mass in the lattice spaces of chrysotile.

Thermic properties of asbestos aggregates have been investigated using DTA and GTA analyses as well as by calcination in the $150\text{--}950^\circ\text{C}$ temperature range within 100°C intervals. Products have been controlled by X-ray diffraction data and chemical analyses. Chrysotile from both localities reveals the same properties. It is characterized by endothermic peak at 690°C and by exothermic one at 805°C the latter corresponding to forsterite crystallization. A repeated absorption of hygroscopic and zeolite water content to chrysotile has been stated up to the $750\text{--}770^\circ\text{C}$ temperature range (tab. 5). In this interval, the crystal lattice of chrysotile and even antigorite break down completely and the crystallization of forsterite sets in.

Calculations based on chemical analyses in combination with results of DTA and GTA allowed a semiquantitative assessment of mineral composition (tab. 7). Accordingly, the JAS-1 sample contains 80 % of chrysotile and antigorite, whereas 64–65 % of chrysotile is contained in the KA-1 sample and about 38–39 % in the KA-3 one.

Antigorite

Antigorite was found in samples from both localities using the Nagy — Faust's (1956) method based on different solubility in hydrochloric acid. According to the weight loss, the content of antigorite is 8–10 % in the JAS-1 sample and about 10–15 % in the KA-1 and KA-3 samples.

Carbonate minerals

Carbonates have been identified using optical data, X-ray diffraction and DTA/GTA. The amount of calcite is 5 % in the JAS-1 sample. Dolomite is present in amounts of 25 % in the KA-1 sample, whereas the KA-3 sample contains 26–27 % of dolomite and 25 % of magnesite.

Corundum

The identification of this mineral was made by X-ray diffraction from samples of both localities. The corundum content in sample from Jasov is 8–9 % in that from Breznička only 1–1.5 %.

Evaluation of results

Mineralogical analyses allowed to classify each sample as a distinct technological type.

The chrysotile asbestos from Jasov represents cross-fibrous type. Single fibres in the aggregate are coated by amorphous opal that results in its lower strength and allows to classify this type as brittle asbestos.

The chrysotile asbestos of the Breznička locality represents longitudinal-fibrous asbestos type and reveals considerable destruction of the crystal lattice owing to the replacement by carbonates and due to the presence of amorphous opal in the interlayer spaces of its crystal lattice. Both admixtures result in considerable decrease of its tensile strength and allow to classify it as very brittle asbestos.

The results obtained point to the possibility of use the asbestos from Jasov locality for the production of insulants, class V and VI, in construction industry as well as for the production of serpentine powder, class 650 and 750. The raw from Breznička is suitable only for use in building industry for unassuming purposes.

Preložil I. Varga