

Lawsonit z horninových obliakov kriedových zlepencov bradlového pásma

MÁRIA ŠIMOVÁ*, EVA SAMAJOVÁ**

* Katedra petrografie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského, Gottwaldovo nám. 19, 886 02 Bratislava

** Geologický ústav Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského, Zadunajská 15, 811 00 Bratislava

(7 obr. a 2 tab. v texte)

Doručené 8. 12. 1981

Лавсонит в гальке меловых конгломератов утёсового пояса

Лавсонит был установлен в гальке конгломератов алб-сеноманского и туронского возраста утёсового пояса на месторождении Поважска Быстрица, Поважски град, Подважье, Орлове и Носице.

По генезису лавсонит связан с метаморфными средними и основными вулканическими породами а также и с метаморфно вулканосадочными породами. Подтверждается метаморфоза до алпского возраста на серии, из которых образовался галечный материал конгломератов. Первое месторождение лавсонита на территории ЧССР документируется результатами оптического, РТГ анализов и микроанализом.

Lawsonite from rock pebbles in the Cretaceous conglomerate of the Pieniny Klippen Belt

Lawsonite has been found to occur in rock pebbles composing Albian-Cenomanian and Turonian conglomerate of the Klappe unit in the Pieniny Klippen Belt (Považská Bystrica, Považský hrad, Podvažie, Orlové and Nosice localities). Lawsonite occurs in basic to intermediate metavolcanite and proves high-pressure metamorphism of Pre-Albian age of sequences yielding the pebble material for Middle Cretaceous conglomerate of the Klappe unit. The first occurrence of lawsonite for Czechoslovakia is documented by optical, X-ray and quantitative microanalytical data.

V ostatných rokoch sa pri výskume zlepencov bradlového pásma v albsko-cenomanských a turónskych zlepencoch klap-skej jednotky našlo množstvo obliakov do-

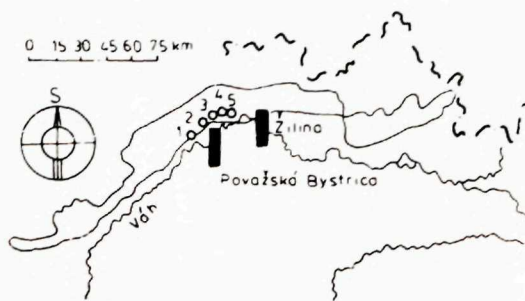
teraz neznámych hornín (Marschalko — Mišík — Sýkora — Šimová, 1980). V niektorých z takýchto hornín sme zistili lawsonit.

Pretože lawsonit z hľadiska petrogenetického a petrotektonického vývoja hornín patrí do skupiny osobitne informatívnych minerálov a pretože sa o otázke jeho zastúpenia alebo chýbania ako jedného z kritických minerálov vysokotlakovej — nízko-teplotnej metamorfozy v horninách Západných Karpát často v posledných rokoch na odborných geologických fórach diskutuje, ako aj preto, že nenápadný vývoj lawsonitu by sa pri bežnej analýze hornín Západných Karpát mohol aj prehliadnuť, chceme v tejto práci osobitne upozorniť na výskyt lawsonitu v obliakoch strednokriedových zlepenčov klapskej zóny bradlového pásma. Uvádame aj jeho zloženie a niektoré fyzikálne vlastnosti, podľa ktorých sme ho aj pri jeho drobnozrnnom až mikroskopickom vývoji identifikovali optickými metódami, rtg metódou a metódou kvalitatívnej mikroanalýzy, a to napriek tomu, že výskum celého komplexu obliakov magmatických hornín zlepenčov bradlového pásma ešte nie je ukončený.

Paragenetické vzťahy minerálnych asociácií v nájdených horninách s lawsonitom sú mimoriadne zložité. Vyžadujú zdĺhavejšie identifikačné, preverovacie aj porovnávacie skúšky viacerých metamorfogénnych aj sedimentogénnych minerálov, ktoré s lawsonitom vystupujú. O niektorých podstatných i sprievodných prejavoch genézy a vývoja lawsonitických hornín sa budeme môcť vyjadriť až po ukončení týchto analýz.

Miesta nálezu hornín s lawsonitom a charakteristika lokalít

Horniny s lawsonitom sa našli (l. c.) ako obliaky v albsko-cenomanských aj turónskych zlepencoch v klapskej jednotke bradlového pásma na týchto lokalitách: 1 — Považská Bystrica, 2 — Považský hrad, 3 — Podvážie, 4 — Orlové, 5 — Nosice (obr. 1). Ide dovedna o 36 vzoriek z 500 skúmaných vzoriek pokladaných za baziká. Zlepence lokalít možno



Obr. 1. Miesto nálezu obliakov hornín s lawsonitom v zlepencoch — v schéme bradlového pásma. 1 — Považská Bystrica, 2 — Považský hrad, 3 — Podvážie, 4 — Orlové, 5 — Nosice

Fig. 1. Occurrence site of lawsonite-bearing pebbles in conglomerate of the Pieniny Klippen Belt. Localities: 1 — Považská Bystrica, 2 — Považský hrad, 3 — Podvážie, 4 — Orlové, 5 — Nosice

podľa R. Marschalka stratigraficko-tektonicky charakterizovať takto:

1. Považská Bystrica — zväznica, zárez cesty 750 m na V od vrchu Stavná (601 m) nad Považskou Bystricou. Klapská jednotka, alb — cenoman.

2a. Považský hrad — zárez lesnej cesty asi 750 m na ZZS od zrúcanín hradu. Klapská jednotka, cenoman.

2b. Považský hrad — lom, opustený kameňolom 900 m na S od kostola v Považskom Podhradí. Klapská jednotka, cenoman — turón.

3a. Podvážie I — malý opustený lom na poľnej ceste medzi Šebešťanovou a Podvážim. Klapská jednotka, alb — cenoman.

3b. Podvážie II — malý opustený lom na severnom okraji obce pod kótou 361 m. Klapská jednotka, cenoman — turón.

4. Orlové — lesná cesta, zárez na pravej strane potoka 1 km na SSV od kaštieľa v Orlovom. Klapská jednotka, alb.

5. Nosice — priehradný múr, skalné odkryvy nad železnicou. Klapská jednotka, alb.

Na týchto lokalitách popri sedimentárnych horninách vystupujú v zlepenci aj obliaky iných, najmä bazických a acidných, viac aj menej alterovaných vulkanických hornín, ako aj viacerých typov a variet granitoidných hornín.

Prevažná väčšina sedimentárnych, magmatických a metamorfovaných hornín v zlepencoch lokalít sa pokladá (Andrusov, 1939, Mišík — Sýkora, 1981) za exotickú.

Také sú aj horniny s lawsonitom. Za ich zdrojovú oblasť spomenutí autori považujú exotickú oblasť predpokladanej pienidnej kordiléry.

Charakteristika lawsonitických hornín

Horniny s lawsonitom v obliakoch sú nenápadné. Niektoré obliaky dosahujú veľkosť päste, iné sú oveľa menšie, ploché, tabuľkovité aj diskovité. Sú sivé až tmavosivé a s hladkým matným povrchom. Na lomných ploškách obliakov sú horniny drobnozrnité až celistvé, v niektorých obliakoch sú výrazne nerovnorodé.

V terénnych podmienkach ich na základe štruktúrnych a textúrnych znakov, farby a čiastočne aj minerálneho zloženia nemožno bližšie identifikovať ako metavulkanity, niektoré ako metamorfované vulkanosedimentárne (vulkanit s pelitom, vulkanit s tufitom, vulkanit s uhličitami) horniny. Takéto rozlíšenie je možné len po dôkladnej prehliadke vzoriek s porovnávaním a skúšaním veľkého množstva obliakov navzájom.

Na rezných ploškách obliakov viacerých vzoriek tejto skupiny (vzorky rezané na analýzu petroštruktúr v odrazenom svetle a na vyhotovenie výbrusov) sú nápadne biele pravidelne lištovité (maximálne 2×0,5 mm veľké) a izometrické zrníčka. V niektorých vzorkách sú takéto zrníčka usporiadané paralelne až subparalelne, v iných akoby ofiticky. V ojedinelých vzorkách majú vzhľad porfyrických výrastlíc živcov a sú čiastočne fluidálne usporiadané. V niektorých vzorkách sú to len škvrny a bodky bielej farby. Biele zrníčka pripomínajú živcovú časť horniny. Až mikroskopickou analýzou sa dá zistiť, že zodpovedajú lawsonitu a že prevažná časť vzoriek s týmito zrníčkami je bezživcová, príp. že ide o špeciálnu zámenu živca magmatického, intratelurického vývoja kryštálkami lawsonitu.

Iba v niektorých zo skúmaných vzoriek sa dajú okom alebo lupou rozlíšiť aj zrníčka femických minerálov. Stípkovité a tabuľkovité kryštáliky zatláča drobnozrnitejšia až afanitická sivočierna až sivá masa.

V niektorých vzorkách sú nápadné zrníčka rudnej povahy — pyritu aj chalcopyritu. V ojedinelých vzorkách bol identifikovaný granát s prevahou almandinovej zložky (Šimová — Šamajová, 1981).

Aj v prípade tmavých minerálov sme až mikroskopickou analýzou zistili, že v časti zrníčok (v niektorých vzorkách) reliktné magmatické pyroxény čiastočne alebo úplne zatláča chlorit, pyroxén a amfibol.

Niektoré vzorky sú nápadne paralelným usporiadaním, akoby vrstvitosťou a v niektorých sa zistilo striedanie pyroklastických a klastických častí. Ide o metamorfované intermediárne vulkanotufity a metamorfované bazické vulkanopelity.

Nijaké vzorky tejto skupiny nemajú výrazné znaky stavby metamorfovaných hornín. Zrnitosť hornín nepresahuje 2 mm. Väčšie zrníčka sú ojedinelé alebo sú výrazne zatláčené, resp. zodpovedajú zhluku viacerých kryštálikov.

Detailnou mikroskopickou analýzou štruktúr hornín sa zistilo, že:

1. niektoré primárne rovnomeré horniny (v rozsahu 1 vzorky) strednozrnité až hrubozrnité; zrníčka veľké až 15×3 mm hypobysálneho aj efuzívneho vývoja majú v dôsledku viacnásobnej rekryštalizácie primárne štruktúry, niekde čiastočne, na inom mieste (v rozsahu 1 výbrusu, čo je ploška 2×2 cm) úplne porušené so zachovanými obrysami primárnych magmatických zrníčok pyroxénu, olivínu, živca, a že súčasné zloženie týchto hornín zodpovedá zložitému viacetapovitému vývoju — niekoľkým vzájomne sa prekrývajúcim paragenézam.

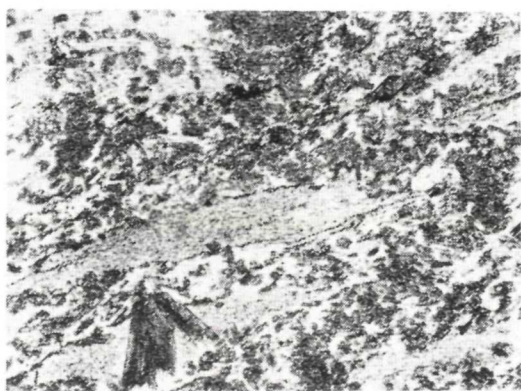
2. Niektoré primárne nerovnomeré horniny (vulkanit + sediment) majú petro-

štruktúrne znaky rekryštalizovaných bá-
zických vulkanitov a pelitov (resp. uhliči-
tanov) aj rekryštalizovaných intermediár-
nych vulkanitov a pelitov (prip. tufitov).

V každej z týchto vzoriek s lawsonitom
vystupuje modrý amfibol (Na amfibol),
kremeň, chlorit, albit, epidotovo-zoisitové
minerály, uhličitan, v niektorých aj svetlá
slúda a stilpnomelán (ako najmladšia aso-
ciácia), v niektorých grafitický pigment.

Podiel reliktov primárnych štruktúr a
minerálov a podiel metamorfogénnych
asociácií je variabilný.

Všetky horniny tejto skupiny s ohľadom
na osobitne sledovaný a v nich zastúpený
lawsonit označujeme ako „lawsonitické
horniny“. Ide v podstate o metamorfované
bázické aj intermediárne jednoduché alebo
zložené horniny so sedimentmi s 5–57 %
podielom lawsonitu a 20–85 % modrého
amfibolu (glaukofánu) v nich, o lawsoni-
ticko-glaukofanické, resp. glaukofanicko-
lawsonitické horniny.



Obr. 2. Metavulkanopelitická hornina s lawsonitom a Na amfibolom. V uhlopriečke obrázka sú viditeľné reliktu po kremite pelite. Subparalelne s nimi sú uložené zrníčka lawsonitu. N—P, zväčš. 30×, Nosice

Fig. 2. Metamorphosed volcanopelitic rock with lawsonite and sodic amphibole. Visible relics after siliceous pelite are arranged along the diagonal of the picture. Lawsonite grains are placed subparallelly to the relics. N—P, magn. $\times 30$, Nosice locality

Podľa doterajšieho prieskumu chemické
zloženie hornín s lawsonitom (Šimová,
1981) zodpovedá vo väčšine prípadov zlo-
ženiu bazaltov toleilitového charakteru
s normatívnym kremeňom do 10 %, v nie-
ktorých prípadoch zloženiu alkalických
bazaltov s normatívnym nefelínom do
15 %. Vo vzorkách vulkanicko-sedimento-
génnych (bázických) hornín je bazaltový
charakter zastretý vysokým podielom nor-
matívneho kremeňa (až 40 %). Chemické
zloženie vulkanicko-sedimentogénnych in-
termediárnych hornín charakterizuje vy-
soký podiel normatívneho korundu a kre-
meňa. V sedimentogénnych kremítych hor-
ninách dosahuje normatívny kremeň 70 %.
Všetky vzorky charakterizuje pomerne
vysoký podiel $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ a podiel $+ \text{H}_2\text{O}$
dosahuje 1,20–8,37 %.

Charakteristika lawsonitu

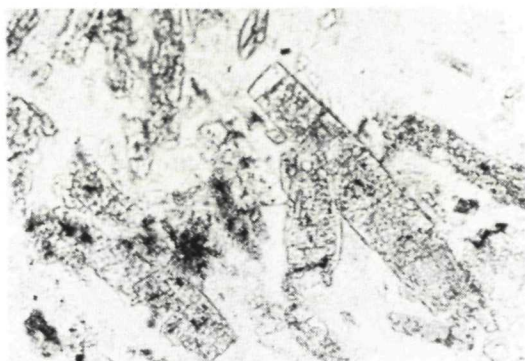
Mikroskopický výskum

Lawsonit vo výbrusoch skúmaných vzoriek
(bázické vulkanity, intermediárne vulkanity,
vulkanopelity) je nápadný zhodným vývinom
(habitusom), ako aj viacerými optickými kon-
stantami. Optické konstanty skúmaného aj po-
rovnávaného lawsonitu uvádzame v tab. 1.
Lawsonit sme prevažne pozorovali v pravi-
delných pravouhlých rovnobežníkových rezo-
ch veľkých max. $2 \times 0,5$ mm (lišty sa podobajú
lištám živca), ojedinele v pravidelných 4-uhol-
níkoch až 6-uholníkoch alebo v nepravidel-
ných a neúplne vyvinutých kryštálikoch
(obr. 2–6). Je čirý, len niekedy so zakalený-
mi plôškami. Ide najpravdepodobnejšie o ne-
úplne prekryštalizované živcové reliktu. Rezy
lawsonitu sú vo väčšine prípadov ohraničené
ostrými rovnými hranami. Okraje plôšok sú
zriedkavejšie akoby deravé, dorastajúce ap.
Reliéf je nápadný, pozitívny, nepomerne vyš-
ší ako reliéf chloritu. Lišty majú vyšší reliéf
ako modré amfiboly a chlority, s ktorými
lawsonit vystupuje, 4-uholníkové až 6-uhol-
níkové plôšky majú evidentne nižší reliéf ako
lištové rezy. Zháša rovnobežne, na plôškach
4-uholníkových až 6-uholníkových rezo-
ch súmerne. Na lištových rezo-
ch je nápadná okro-
voružová interferenčná farba I. radu New-
tonovej škály bez akýchkoľvek anomálií.
Ojedinele sú zastúpené aj dvojčatné zrasty
viditeľné na lištových rezo-
ch.

Optické hodnoty sme merali z lawsonitu metabázik (tab. I—1a) Podvažie I, Považský hrad — zárez lesnej cesty a z metamorfovaných vulkanopelitov (tab. I—1c) Nosice — priehradný múr.

Optická orientácia lawsonitu nie je podľa viacerých mineralogických kompendií jednotná. Tak napríklad C. Hintze (1938) komentuje orientáciu (tab. 1) prototypu lawsonitu z polostrova Tiburn v Kalifornii, ktorý iden-

tifikovali F. L. Ramsone — Ch. Palache a ktorí skúmaný minerál súčasne pomenovali podľa profesora A. C. Lawsona ako: $N\gamma = c$ a R. o. o. = (010). Podobnú orientáciu udáva aj A. N. Winchel (1951). W. E. Tröger (1956) a W. A. Deer — R. A. Howie — J. Zussman (1965) udávajú orientáciu $\alpha = z$ a R. o. o. = (100). Z rozdielnej orientácie potom vychádza aj rozdielne údaje o niektorých fyzikálnych vlastnostiach a optických konštantách



Obr. 3. Lištovité zrníčka lawsonitu v metavulkanopelitickej hornine — detail obr. 2. N—P, zväčš. 65×

Fig. 3. Lathy lawsonite in metavolcanopelitic rock. Detail of the fig. 2, N—P, magn. $\times 65$



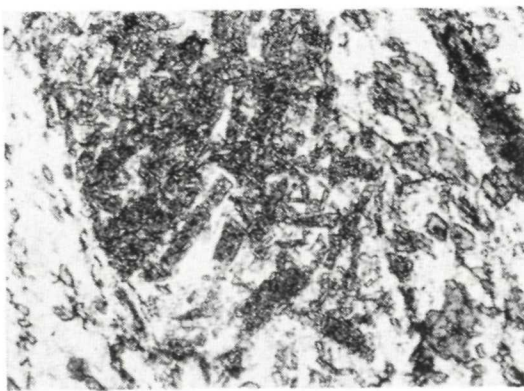
Obr. 5. Zrníčka lawsonitu v metavulkanopelitickej hornine. Vzorka ako obr. 2 — iný záber. N—P, zväčš. 42×

Fig. 5. Lawsonite grains in metavolcanopelitic rock. Sample as in fig. 2, parallel nicols, magn. $\times 42$



Obr. 4. Zrníčka lawsonitu i Na amfibolu v metabázickej hornine. N—P, zväčš. 65×, Orlové

Fig. 4. Lawsonite and sodic amphibole grains in metabasic rock. N—P, magn. $\times 65$, Orlové locality



Obr. 6. Zrníčka lawsonitu na ploške pôvodnej výrastlice živca v metaintermediárnej hornine. N—P, zväčš. 35×, Podvažie

Fig. 6. Lawsonite grains along the surface of a former felspar phenocryst in intermediate metavolcanic rock. N—P, magn. $\times 35$, Podvažie locality

(o štiepateľnosti a jej prejavovaní sa, o charaktere dĺžky a o optickom charaktere, veľkosti uhla $2V$ ap.).

Podľa našich zistení by maximálne zastúpené lištové rezy s charakterom zóny θ odpovedali plochám (001) a 4-uholníkové plôšky (s nižšími interferenčnými farbami a s východmi optických osí) plochám (010). R. o. o. = (100) a $\alpha = z$.

Medzi osobitne nápadné znaky lawsonitu vo výbruse patrí (v našom prípade) vysoký reliéf pravidelných lištových zŕn, rovnobežné zhášanie a okrovoruzové interferenčné farby bez anomálií.

Optickú identitu skúmaného minerálu s lawsonitom potvrdzujú aj výsledky rtg fázovej analýzy.

Rtg výskum

Na rtg fázovú analýzu sme použili dia-magnetickú frakciu z metamorfovaných vulkanopelitov vz. MVP-1 — lokalita Nosice, priehradný múr.

Pretože sa optickými metódami potvrdila zhoda podstatných optických znakov lawsonitu (tab. 1—1a, 1b, 1c) z hornín s odlišnou predlawsonitovou genézou a zložením, pokla-

Optické konštanty lawsonitu Optical constants of Lawsonite

Tab. 1

	1a	1b	1c	2	3	4	5	6
N_α	1,663	1,660	1,661		$1,665 \pm 0,002$	1,6650	1,665	1,665
N_β					$1,675 \pm 0,002$	1,6690	1,674—1,675	1,674
N_γ	1,682	1,681	1,680	1,670—2	$1,686 \pm 0,002$	1,6840	1,684—1,686	1,684
$2V$	$+83 \pm 2^\circ$	$+78 \pm 2^\circ$	$+82 \pm 2^\circ$	$+82-84^\circ$	$-78-87^\circ$	$-84^\circ 6'$	$+76-87^\circ$	$+84$
CH. Z	θ	θ	θ	θ				θ
α	bezfarebný	bezfarebný	bezfarebný	neuvádza	bezfarebný	bezfarebný	modrosivý	bezfarebný
β	bezfarebný	bezfarebný	bezfarebný	neuvádza	bezfarebný	bezfarebný	žltozelený	bezfarebný
γ	bezfarebný	bezfarebný	bezfarebný	neuvádza	bezfarebný	bezfarebný	bezfarebný	bezfarebný
Δ	0,019	0,021	0,019	0,019		0,019 (Na) 0,027 (biele)		0,019
opt. orient	$N_\alpha = z$ $N_\gamma = y$ $N_\beta = x$	$N_\alpha = z$ $N_\gamma = y$ $N_\beta = x$	$N_\alpha = z$ $N_\gamma = y$ $N_\beta = x$	neuvádza	$N_\beta = y$	$N_\gamma = z$	$N_\gamma = y$ $N_\alpha = z$	$N_\beta = x$ $N_\gamma = y$ $N_\alpha = z$
R. o. o.	(100)	(100)	(100)			(010)	(100)	(100)

1a — lawsonit z metabázik — obliaky albsko-cenomanských zlepcov bradlového pásma, 1b — lawsonit z metamorfovaných intermediárnych hornín albsko-cenomanských zlepcov bradlového pásma, 1c — lawsonit z metapelitov — obliaky albsko-cenomanských zlepcov bradlového pásma, 2 — lawsonit z lawsoniticko-glaukofanických bridlic Pendžinskej oblasti (Dobrecov, 1974), 3 — lawsonit z lawsoniticko-glaukofanických bridlic — zóna Sanbagava (Seki, 1958), 4 — lawsonit — prototyp — z gastalditových bridlic — polostrov Tiburn — Kalifornia (Hintze, 1938), 5 — lawsonit — (Deer — Howie — Zussman, 1965), 6 — lawsonit — (Tröger, 1956)

Rtg analýza lawsonitu
X-ray analysis of Lawsonite

Tab. 2

Čís. Lí- nia	1	2	3	Pozn.
d (nm)	I	d (nm)	I	d (nm)
1	1,425	20		chl
2	0,708	50		chl
3	0,659	40	0,650	40
4	0,489	20	0,486	40
5			0,459	20
6	0,425	50	0,417	25 Q
7	0,404	10		
8	0,378	20		
9	0,366	30	0,364	40
10	0,353	100		chl
11	0,335	100		Q
12	0,327	30	0,325	25
13	0,319	10		
14	0,306	10		
15	0,293	30	0,292	40
16	0,272	60	0,292	80
17	0,267	30	0,267	55
18	0,264	70	0,262	100
19			0,262	25
20	0,246	80	0,243	60
21	0,240	10	0,239	
22	0,228	40	0,228	30
23	0,225	10	0,2247	
24			0,2182	20
25	0,213	70	0,213	75
26	0,1985	20	0,1962	20
27	0,1823	60	0,1818	30
28			0,1780	15 Q
29	0,1756	260,1751	18	0,1751
30			0,1747	30
31			0,1745	25
32			0,1720	20
33	0,1677	20	0,1685	20
34	0,1644	20		0,1643
35				0,1637
36	0,1620	20	0,1623	30
37	0,1553	30		0,1551
38	0,1544	30	0,1547	40
39				0,1545
40	0,1384	20		0,145

1 — lawsonit — vz. MVP-1, Nosice, CuK α žiarenie, $\gamma = 0,154178$ nm, Ni filter, 325 V, 10 mA, clony 20'2' — posun ramena 1° mm, 1000 imp/s, čas. konšt. T-1, posun registr. papiera 600 mm/hod., 2 — lawsonit — lawsonitické horniny Pendžinskej oblasti (Dobrecov, 1974), Cu antikatóda, 10 MA, 37 kV (URS-50IM), 3 — lawsonit — pelitické bridice a metabázické horniny, komplex Sanbagava, stredné Japonsko (Seki, 1958), CuK α žiarenie

dáme lawsonit z metamorfovaných vulkanopelitov i lawsonit z metamorfovaných bazických aj intermediárnych vulkanitov zistených v obliakoch za dostatočne reprezentatívny.

Vzorkou MVP-1 je sivý diskovitý 3×3×1 cm veľký obliak. Na lomných ploškach má hornina výraznú usmernenú, akoby vrstvičkovitú stavbu. Štruktúra horniny je nerovnorodá — lepidogranonematoblastická s reliktnými sedimentogénneho aj vulkanogénneho vývoja. Vo výbruse sú čiastočne diferencované relikty sedimentogénneho pôvodu ako minišošovky (obr. 2). V hornine je zastúpený lawsonit (53 %), Na amfibol (17 %), kremeň (17 %), chlorit (6 %), albit (1 %), svetlá slúda (2 %), grafitický pigment a rudné minerály (1 %). Zrniečka lawsonitu sú výrazne paralelne orientované. Prevládajú lištové rezy. Lawsonit a Na amfibol vytvárajú porfyroblasty.

Z podrveneí a preosiatej vzorky (pod 0,05 mm) sme oddelili ťažkú frakciu (nad 2,9 gcm³) plavením v bromoforme. Vyplaveninu sme po vysušení delili na izodynamikom elektromagnetickom separátore fy Cook pri 0,9 A. Nijaká operácia sa neopakovala (pre minimálne množstvo vzoriek), a tak sa do diamagnetickej frakcie mohli dostať ľahké aj magnetické fázy, ktoré sa na rtg snímkach aj prejavili.

Výsledky rtg analýzy a podmienky uvádzame v tab. 2.

Na overenie a porovnanie získaných údajov sme zvolili údaje lawsonitu z oblastí dnes známych ako typických, s prejavmi vysokotlakovej lawsoniticko-glaukofanickej metamorfózy. Zhoda je veľmi dobrá a počet zhodných línií dostačujúci. Línie zodpovedajúce chloritu a kremeňu sú v kolónke poznámok vyznačené ako chl a Q.

Kvalitatívna analýza mikrosondou

Kvalitatívnu analýzu lawsonitu sme robili na pokovovanom 0,03 mm tenkom reze z metamorfovaných vulkanopelitov vzorky MVP/1c Nosice, priehradný múr a z metamorfovaných bazických hornín MB/1a, Podvažie I — poľná cesta na elektrónovom mikroanalýzátore JXA-5A fy Jeol (analytik D. Jančula, 1981).

Kombinovanou bodovou a líniovou analýzou viacerých plôšok lawsonitu zachytených v reze horninou sme získali distribúcie jednotlivých prvkov na povrchu (obr. 7). Analýza potvrdila podstatnú distribúciu Si, Ca, Al, stopovú distribúciu Fe, vylúčila zastúpenie Ba, Mg, Mn, Ti, Na, K a mnohých ďalších prvkov, ktorých stopové zastúpenie sme predpokladali podľa minerálneho a chemického zloženia horniny a na základe údajov o chemickom zložení lawsonitu v prácach viacerých citovaných autorov. Nezistenie niektorých prvkov, napr. Na a K, možno čiastočne vysvetliť aj necitlivosťou použitej aparatúry

na tieto prvky. Z rovnakých príčin nebolo možno zaevidovať prítomnosť H_2O , ktorý fázo-
vá analýza dokázala. Celkový obsah H_2O v me-
tamorfovaných vulkanopelitoch zistenú che-
mickou analýzou (Šimová, 1981) je 2,42 %, vo
vzorke metamorfovaných intermediárnych
vulkanopelitov, 4,24 %.

Distribúcia Ca výrazne kopíruje morfoló-
giu lawsonitu v prostredí nekalciových mi-
nerálov (obr. 7e). Negatívny reliéfový efekt
vyvoláva Mg, Ti, Mn a iné prvky, ktoré sú
maximálne distribuované v mineráloch suse-
diaciach s lawsonitom, ale v lawsonite nie sú
vôbec.

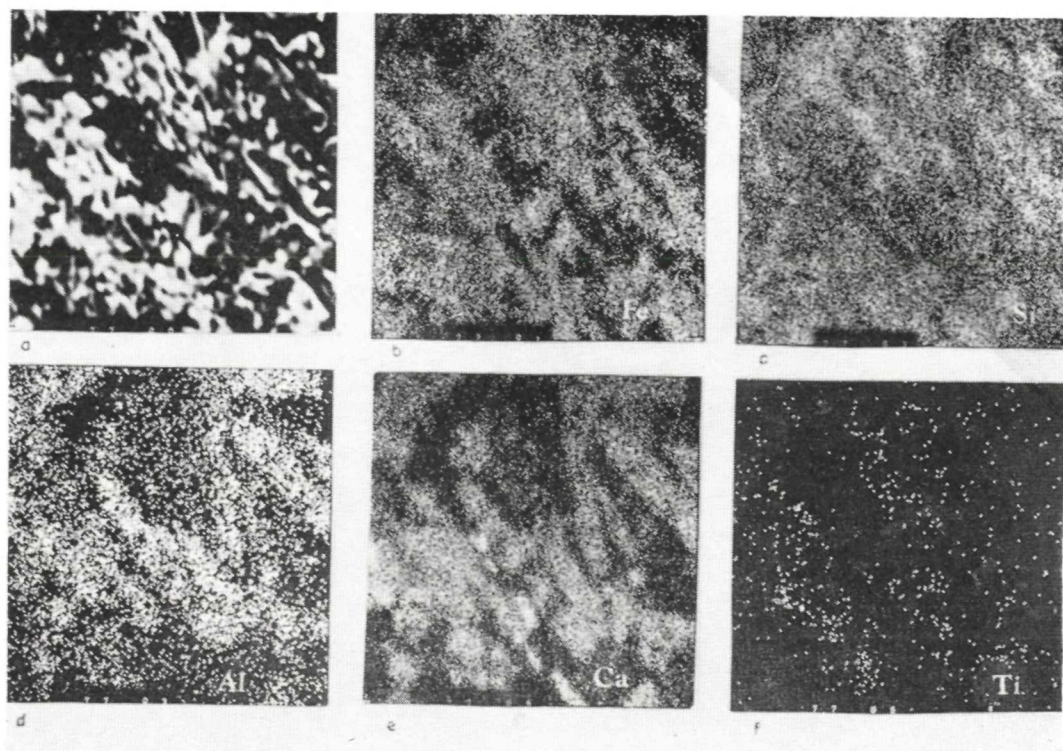
Interpretácia genézy lawsonitu

Z citovaných a z mnohých ďalších mi-
neralogických prác je známe, že lawsonit
má skoro stále zloženie — $CaAl_2(OH)_2$

$[Si_2O_7] \cdot H_2O$. Prejavuje sa ako vodnatý
ekvivalent anortitu s obsahom až 12,45 %
 H_2O . Od anortitu sa odlišuje štruktúrnou
usporiadanosťou a vyššou koordináciou Al
(6 oproti 4). Vysokú koordináciu Al v law-
sonite vysvetľujú niektorí autori (napr.
Wickman, 1943, Thompson, 1955, a i.) ako
prejav účinku vysokého tlaku.

Pretože lawsonit je Ca minerál, silikát
s obsahom H_2O , jeho vznik a stabilitu
podľa viacerých autorov (Crawford — Fyfe,
1965, Seki, 1958, Sobolev, 1974, a i.) pod-
mieňuje predovšetkým P_{H_2O} a P_{CO_2} .

V prírodných podmienkach vystupuje
lawsonit (Coleman — Lee, 1963, Myiashiro,
1975, Seki, 1958, Fyfe et al., 1962, Dobre-



Obr. 7. Snímky kompozície a distribúcie zastúpených prvkov -- a — kompozícia, zväčš. 300 $\times$, b — distribúcia Fe, c — distribúcia Si, d — distribúcia Al, e — distri-
búcia Ti, f — distribúcia Ca

Fig. 7. Qualitative electron microprobe analysis of lawsonite, a — composition, magn.
 $\times 300$, b — distribution Fe, c — distribution Si, d — distribution Al, e — distribu-
tion Ti, f — distribution Ca

cov, 1974, a i.) v zónach vysokotlakovej metamorfózy v metamorfovaných bazických a pelitických horninách. Podľa spomenutých autorov je lawsonit indexovým minerálom hornín metamorfovaných vo fácií glaukofanických bridlíc. Správa sa ako substituent anortitovej molekuly. Vystupuje spolu s Na amfibolom, Na pyroxénom a kremeňom. Zatiaľ čo Na amfiboly vznikajú v prechodných zónach k prehnitovo-pumpellyitovej fácií, vo fácií zelených bridlíc a v epidotovo-amfibolitovej fácií (ktoré Myashiro, l. c., zaraďuje ako subfácie do fácie glaukofanických bridlíc), lawsonit je stabilný len vo vysokotlakovej časti tejto fácie. Celá fácia zahŕňa teplotné rozpätie 200–550 °C. Vznik lawsonitu sa obmedzuje na teplotu nižšiu ako 400 °C (Ernst, 1970).

V iných ako vysokotlakových a nízko-teplotných podmienkach sa vývoj lawsonitu doteraz nezaznamenal. Naopak, viaceré pozorovania potvrdzujú, že prírodný lawsonit pri zvýšenom termoprúde stráca stabilitu a je pseudomorfovaný. Jeho rozpad prebieha za postupnej straty vody. Ale nikdy ako produkt rozkladu nevzniká anortit. Spodná hranica stability lawsonitu sa určuje (podľa l. c.) prítomnosťou laumontitu a iných Ca zeolitov.

Experimentálne výskumy (Fyfe et al., l. c.) potvrdzujú údaje o jeho vystupovaní v prírodných podmienkach. Podľa nich lawsonit ako vodnatý silikát Ca vzniká len pri vysokom P_{H_2O} a je nestály pri nižšom tlaku ako 300 MPa. Ako uvádzajú spomenutí autori, pri nízkej teplote má podstatnú úlohu pri vzniku a vývoji lawsonitu vysoký P_{H_2O} .

Lawsonit sa doteraz v Západných Karpatoch ani na celom území ČSSR nenašiel. Jeho nález ako horninotvorného minerálu práve v obliakových horninách alpsko-cenomanských a turónskych zlepcov klapskej jednotky bradlového pásma, údaje o ňom a sprievodné minerály (najmä

alkalický ambifol, ale aj iné doteraz len čiastočne poznané) a úzko limitované podmienky genézy lawsonitu sú podkladom pre náš záver, že zdrojová oblasť (môžu to byť doteraz nepoznané série v bradlách alebo hypotetická pieninská kordiléra) zlepcov klapského pásma bola vystavená osobitnej vysokotlakovej nízko-temperatúrovej metamorfóze.

Zo zloženia hornín s obsahom lawsonitu vychádza, že sa na stavbe takto postihnutej oblasti zúčastnili aj vulkanické bazické a vulkanické intermediárne i sedimentárne pelitické a uhličitanové horniny a že práve tieto vulkanicko-sedimentárne polohy boli exponované vysokým tlakom.

Podľa zastúpenia lawsonitu v asociácii s alkalickým amfibolom, albitom, chloritom a i., v horninách rozličného pôvodu aj zloženia, ako aj na základe zhodných vlastností lawsonitu v nich možno usudzovať, že sa zistené lawsonitické horniny vyvíjali v izometamorfnej zóne sensu C. E. Tilley (1925), ktorú dokumentuje minerálna paragenéza. Lawsonit je doteraz jedným z prvých potvrdených kryštalonomických ukazovateľov podmienok metamorfózy v tejto zóne.

Zistenie lawsonitu dáva súčasne podnet skúmať viaceré problémy, ako je napr. paragenéza lawsonitu, jeho výskyt v segmentoch alpsko-karpatsko-balkánskej aj dinaridnej sústavy, vek jeho vzniku, charakter vulkanizmu a jeho geologicko-štruktúrna priradenosť a mnohé iné otázky, o ktorých skúmaný materiál zlepcov poskytuje isté informácie. Ale to už presahuje rámec našej práce, a preto sa im venujeme osobitne.

Záver

V metamorfovaných bazických aj intermediárnych vulkanických horninách a metamorfovaných vulkanicko-sedimentár-

nych horninách obliakov albských, cenomanských aj turónskych zlepcov klapskej jednotky bradlového pásma sme identifikovali lawsonit. Ide o prvý nález lawsonitu na území ČSSR. Jeho identitu potvrdzujú optické konštanty, hodnoty medzirovinových vzdialeností d aj distribúcia prvkov v jeho zložení.

Nález lawsonitu potvrdzuje vysokotlakovú nízkoteplotnú metamorfózu hornín v predalbskom veku v oblasti, z ktorej pochádza obliakový materiál strednokriedových zlepcov klapskej jednotky bradlového pásma.

Zistenie lawsonitu môže podstatne usmerniť diskusie o geologicko-tektonickom vývoji v Západných Karpatoch.

Recenzovala Š. Dávidová

LITERATÚRA

- Andrusov, D. 1938: Geologický výskum vnútorného bradlového pásma v Západných Karpatoch. *Rozpr. Stát. geol. úst. Čs. republ.*, 9, s. 1—135.
- Coleman, R. G. 1971: Petrologic and geophysical nature of serpentinites. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 82, pp. 897—918.
- Coleman, R. G. — Lee, D. E. 1963: Glaukophane-bearing metamorphic rocks types of the Cazadero-area, California. *J. Petrol.*, 4, 2, pp. 260—301.
- Crawford, W. A. — Fyfe, W. S. 1965: Lawsonite equilibria. *Amer. J. Sci.*, 263, pp. 262—270.
- Deer, W. A. — Howie, R. A. — Zussman, J. 1965: Rock-forming minerals. Orto- and ring silicates. Vol. 1. *London 1962. Moskva, Izd. inostr. liter.*, 370 s.
- Dobrecov, N. L. 1974: Glaukofanslancevije i eklogitglaukofanslancevije komplexy SSSR. *Trudy Inst. Geol. Geofiz. (Novosibirsk)*, 57, 427 s.
- Ernst, U. G. 1970: Amphiboles. *Berlin, Heidelberg, New York, Spring-Verlag*, 125 p.
- Fyfe, W. — Turner, F. J. — Verhoo-gen, J. 1962: Metamorphic reactions and metamorphic facies. *Moskva, Izd. Inostr. Liter.*, 414 s.
- Hintze, C. 1938: Handbuch der Mineralogie. *Ergänzungsband — Neue Mineralien. Berlin — Leipzig*, S. 283—286.
- Marschalko, R. — Mišík, M. — Sýkora, M. — Šimová, M. 1980: Správa o komplexnom výskume bradlového pásma za roky 1975—80. *Rukopisné časti autorov.*
- Mišík, M. — Sýkora, M. 1981: Pieninský exotický chrbát rekonštruovaný z valúnov karbonátových hornín kriedových zlepcov bradlového pásma a manínskej jednotky. *Záp. Karpaty, sér. Geol.*, s. 7—11.
- Myiashiro, A. 1975: Metamorphism of Mañic Rocks. In H. H. Hess — A. Polderwaart, V. 2, *New York — London — Sydney*, pp. 799—834.
- Seki, Y. 1958: Glaukophanitic regional metamorphism in the Kanto Mountains, Central Japan. *Jap. J. Geol. Geogr.*, 29, pp. 233—258.
- Sobolev, V. C. 1974: Facii regionalnogo metamorfizma vysokich davlenij. *Moskva, Izd. Nedra*, 328 s.
- Šimová, M. 1981: Glaukofanické horniny valúnov kriedových zlepcov pieninskej zóny bradlového pásma — indikátory vysokotlakovej metamorfózy. In: *Metamorfne procesy v Západných Karpatoch. Bratislava, GÚDŠ (v tlači)*.
- Šimová, M. — Šamajová, E. 1981: Typomorpher Granat in eklogitoidem Gestein in exotischen Geröllen aus Zenoman-Konglomeraten der Westteil der Klippenzone — seine petrogenetische und petrotektonische Bedeutung. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., sér. Geol.* 37 (v tlači).
- Thompson, J. B. 1955: The thermodynamic basis for the mineral facies concept. *Amer. J. Sci.* Nr. 2, 253, pp. 65—103.
- Tröger, W. E. 1956: Optische Bestimmung der Gesteinsbildenden Minerale. 2. Aufl. *Stuttgart*, 147 S.
- Tilley, C. E. 1925: A preliminary study of metamorphic zones in the southern Highlands of Scotland. *Geol. Soc. London., Q.*, 81, pp. 100—112.
- Wickman, F. E. 1943: Some aspects of the geochemistry of igneous rocks and of differentiation by crystallization. *Geol. Förh. (Stockholm)*, 65, pp. 375—396.
- Wickman, F. E. 1947: The crystal structure of lawsonite. *Ark. Kemi Mineral. Geol.*, 25A, Nr. 2.
- Winchell, A. N. 1953: Elements of optical mineralogy. *Moskva, Izd. Inostr. Lit.*, 561 s.

Lawsonite from rock pebbles in the Cretaceous conglomerate of the Pieniny Klippen Belt

MÁRIA ŠÍMOVÁ — EVA ŠAMAJOVÁ

Lawsonite has been identified in pebbles of Middle Cretaceous (Albian to Cenomanian and Turonian age, respectively) conglomerate of the Klappe unit in the Pieniny Klippen Belt at localities Považská Bystrica, Považský hrad, Podvažie, Orlové and Nosice. It is the first occurrence of lawsonite for Czechoslovakia.

The rocks containing lawsonite have no equivalents in rock sequences composing the Pieniny Klippen Belt proper similarly to several further igneous and metamorphic rock species found only in the pebble material at mentioned localities. The source area for such "exotics" is supposed in the Pieniny Cordillera (Andrusov, 1939, Mišík — Sýkora, 1981).

The rocks containing lawsonite are by nothing remarkable among the pebbles. Detailed microscopic investigations revealed that these lawsonite and glaucophane containing rocks have granonematoblastic texture in which the lawsonite content is 5–57 % whereas sodic amphibole is contained in amounts fluctuating between 20 and 85 %. The rock contains only phantoms of the original sedimentary and volcanogenic texture.

The size of lawsonite is under 2×0.5 mm.

It is conspicuous by shape, parallel extinction and ochre-pink interference colours without anomalies and associating always (in all samples investigated) with sodic amphibole. The identity with lawsonite was proved by optical data (tab. 1), by the results of X-ray phase analysis (tab. 2) and by qualitative electron probe microanalysis (fig. 7).

Lawsonite as critical mineral of the glaucophane facies originates under restricted conditions of high water and carbon dioxide pressure and of low to intermediate temperature (Miyashiro, 1975, Seki, 1958 and others).

It is known from observations in the field that lawsonite loses its stability under elevated temperature. According to data obtained by the authors on lawsonite in the investigated samples, on textural and structural relations and on the mineral composition of the respective rocks together with literature data on lawsonite genesis, it is assumed that rock sequences in the source area for Middle Cretaceous conglomerates of the Klappe unit underwent high-pressure metamorphism.

Preložil I. Varga

ZO ŽIVOTA SPOLOČNOSTI

Fórum mladých

Z iniciatívy košickej pobočky Slovenskej geologickej spoločnosti usporiadala košická pobočka 3. mája a bratislavská 6. mája 1982 seminár pod názvom Fórum mladých.

Na seminároch boli referáty mineralogického, tektonického, drobnostruktúrneho, petrologického a geochemického zamerania.

Pre všestranný úspech seminárov sa budú podobné akcie organizovať aj v budúcnosti.

Abstrakty prednesených referátov uverejňujeme.

Katarína Jakabská: Význam štúdia zirkónu pre genézu magmatických hornín (Košice 3. 5. 1982)

Akcesorické minerály rozličných typov hornín sú v súčasnosti predmetom intenzívneho bádania. Napriek tomu, že sú takéto minerály v horninách zastúpené iba nepatrne, poskytujú množstvo dôležitých informácií, ktoré vo veľkej miere pomáhajú objasňovať otázky späté s genézou typov hornín a s procesmi vývoja celej zemskej kôry. Výskum zirkónu ako jedného z akcesorických minerálov má pri štúdiu genézy hornín stále väčší význam.