

## K otázkam genézy lussatitu

(12 obr. v texte)

MAGDA MARKOVÁ\*

### К вопросу генезиса луссатита

В статье описаны: луссатит, опал-СТ двух генетических типов; Первый отвечает Рад-Решовой теории об диагенетической последовательности перемены опал А — опал СТ — кварц. Второй отвечает И. Ланселоттовой выделяющейся теории, где решающее влияние на генезис луссатита имеет среда, в нашем случае — озерная подвергшаяся воздействию гидротерм.

### Contribution to the lussatite genesis

Lussatite (opal CT) of two genetic type has been described. The first type fits the v. Rad — Rösch's theory of diagenetic transformation opal A — opal CT — quartz. The second type may be explained by elimination theory of the lussatite genesis as suggested by Y. Lancelott. According to this second theory, generation of the lussatite was definitely governed by environment represented in examined case a hydrothermally affected lacustrine one.

Lussatit, forma cristobalitu nízkej kryštalinity, má tvar drobných guľôčok priemeru 2—3  $\mu\text{m}$ , ktoré sú zložené z jemne tabuľkovitých kryštálov hrúbky 300—500 Å. Bol opísaný v trefohorných sedimentoch na dne oceánov skúmaných v rámci projektu vrtného výskumu dna hlbokých morí a v ostatnom čase aj v morských sedimentárnych horninách ležiacich na kontinentoch.

Sú dve najznámejšie teórie vzniku lussatitu. Teória diagenetickej premeny procesom starnutia; opál A — CT (lussatit) — kremeň, ktorej prívržencami sú G. R. Heath — R. Moberly Jr. (1971), S. W. Wise — F. M. Weaver (1974), U. v. Rad — H. Rösch (1974). Transformácia opálu A organogénneho alebo vulkanogénneho pôvodu na lussatit trvá približne 20—70 mil. rokov, a to v závislosti od hĺbky pochovania a teploty. Transformácia lussatitu na kremeň trvá 70—90 mil. rokov. Najmladšie kremenné silicity sú vrchnokriedového veku.

Podľa Y. Lancelottovej (1973) vylučovacej teórie vzniku silicitov prostredie, prítomnosť ílu, priepustnosť a prítomnosť vymeniteľných katiónov určuje, aká forma  $\text{SiO}_2$  vznikne. Zlá priepustnosť a prítomnosť cudzích katiónov v ílovitých sedimentoch vedie k vylučovaniu neusporiadaného cristobalitu — lussatitu, zatiaľ čo dobrá cirkulácia roztokov a chýbanie vymeniteľ-

\* RNDr. Magda Marková, CSc., Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 809 40 Bratislava.

ných katiónov v karbonátoch umožňujú priame vylučovanie kremeňa. Napriek niektorým preukázateľným výnimkám z tohto pravidla, ako je výskyt lussatitu v čistých bezilových karbonátových nanoplanktonických oozách (S. W. Wise Jr. — K. R. Kelts, 1972), má Lancelottova teória viacerých prívržencov. D. G. Čelidzeová napr. pri výskume kaukazských silicítov dospela k náhľadu, že prítomnosť alkálií alebo alkalických zemín v roztoku podmieňuje vznik cristobalitu a tridymitu (v ktorých M. I. Buerger v r. 1954 zistil popri  $\text{SiO}_2$  alkálie i alkalické zeminy) a bráni kryštalizácii kremeňa, ktorého štruktúra je natoľko pevná, že do nej nemôžu vstúpiť cudzie ióny, čím sa vysvetľuje vysoká chemická čistota kremeňa.

Otázkou štruktúrnej stavby lussatitu sa zaoberali mnohí autori a ich výsledky zhrnuli U. v. Rad — H. Rösch (1974). Charakterizujú lussatit ako nízkoteplotný cristobalit nepravidelnej štruktúry cristobalitových a tridymitových vrstiev, čo sa na rtg. zázname prejavuje prítomnosťou reflexov 4.05 a 2.49 Å a prídavným reflexom v oblasti 4.25—4.30 Å. D. Bardossi et al. (1965) na základe rtg. analýz dokázali, že na stavbe opál — cristobalitu (podľa O. Braitscha 1957) sa zúčastňujú štruktúrne elementy oboch minerálov, pričom ABC. ABC postupnosť  $\text{SiO}_4$  tetraedrov cristobalitu je zastúpená AB, AB postupnosťou tridymitu. Periodicita je neusporiadaná a cristobalit a tridymit nie sú samostatnými minerálnymi fázami, ale štruktúrnymi elementmi jedného minerálu.

V poslednom roku sme mali možnosť študovať dva geneticky odlišné typy lussatitu. V prvom prípade išlo o výskyt lussatitu v sideritových konkréciách (foto 1—2) morských sedimentov spodného miocénu, ktoré ležia medzi stratigraficky preukázaným eggenburgom a karpatom (E. Brestenská 1975) a vyplňajú Bánovskú kotlinu, ktorá sa od vrchného miocénu stala súčasťou vynoreného orogénneho oblúka, vnútornou kotlinou centrálnych Západných Karpát. Podrobný opis tohto výskytu je v článku M. Markovej (1977).

Obr. 1. Snímka riadkovacieho elektrónového mikroskopu 9223/75. Siderit a lussatit na povrchu pukliny v sideritovej konkrécii. Vrt DB-18/68 m. Všetky snímky M. Švec — K. Šebor, zväčš. 3000×.

Obr. 2. Snímka riadkovacieho elektrónového mikroskopu 9498/75. Lomová plocha polyminerálnej konkrécie (dolomit, siderit, kaolinit, palygorskite, lussatit). Vrt DB-18/68 m zväčš. 3000×.

Obr. 3. Snímka riadkovacieho elektrónového mikroskopu 4350/76. Lomová plocha amorfneho opálu A z recentného sintra na Islande.

Obr. 4. Snímka riadkovacieho elektrónového mikroskopu 4311/76. Amorfná štruktúra opálu A z tzv. limnokvarcitu zo Žiarskej kotliny, lokalita Nad potôčkom. Zväčš. 2000×.

Fig. 1. SEM microphotograph, sample 9223/75. Siderite and lussatite on the fracture surface of a siderite concretion. Drillhole DB-18, 68 m. Operators M. Švec — K. Šebor, magn. 3000×.

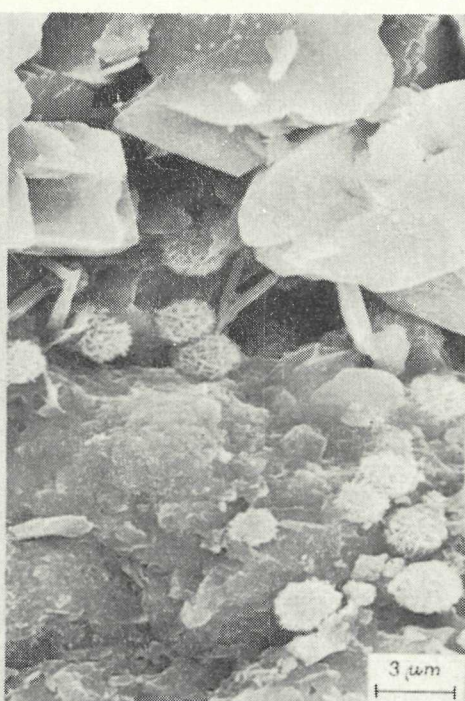
Fig. 2. SEM microphotograph, sample 9498/75. Refraction plane of a polymineral concretion (dolomite, siderite, kaolinite, palygorskite, lussatite). Drill-hole DB-18, 68 m. Operators M. Švec — K. Šebor, magn. 3000×.

Fig. 3. SEM microphotograph, sample 4350/76. Refraction plane of amorphous opal A from a recent sinter, Iceland. Operators M. Švec — K. Šebor, magn. 1000×.

Fig. 4. SEM microphotograph, sample 4311/76. Amorphous structure of opal A from the so-called limnokvarcitu of the Žiarska kotlina depression, Nad potôčkom locality. Operators M. Švec — K. Šebor, magn. 2000×.



1



2



3



4

Rtg analýzy sideritových konkrécií zaznamenali popri karbonátoch, kremeň, sľudách a ílových mineráloch aj slabý reflex cristobalitu, ktorý sa zvýraznil po rozpúšťaní karbonátovej zložky v horúcej HCl. Tvar, veľkosť a asociácie minerálov v sideritových konkréciách, kremeň, sľuda, íl (kaolinit, illit, palygorskite ?), siderit, dolomit, kalcit, lussatit, malé percentové zastúpenie lussatitu, absolútny vek (okolo 22 mil. rokov a hĺbka pochovania väčšia ako 1000 m) zodpovedá tzv. prechodnému štádiu vo v. Rad—Röschovej diagenetickej postupnosti premeny opálu na lussatit až kremeň. Zdrojom kremíka pri tvorbe lussatitu mohli byť organické schránky rádiolárie a rozsievok, hojné najmä v podložných sedimentoch, ako aj vulkanické produkty v podobe vulkanického skla, živcov, vulkanogénneho kremeňa, zriedkavého biotitu, ktoré sa objavujú v celom profile tohto súvrstvia mocného 280 m.

S iným genetickým typom lussatitu sme sa stretli v horninách, ktorých vznik je spätý s postvulkanickou hydrotermálnou činnosťou. Na niekoľkých lokalitách stredoslovenských neovulkanitov sme sledovali tzv. hydrokvarcity a limnokvarcity. Na porovnanie sme analyzovali aj vzorku recentného sintra z Islandu.

Opál A bol bezpečne zistený ako monominerálna zložka iba v sintri z Islandu. Rtg záznam tejto vzorky je bezštruktúrny, homogénny. V riadkovacom elektrónovom mikroskope sa vzorka javí ako amorfná gélovitá masa (foto 3). Aj opál bol zistený opticky a na riadkovacom mikroskope vo vzorkách limnokvarcítov zo Žiarskej kotliny (foto 4) a z lokality Dekýš (vzorku nám poskytol J. Forgáč z vrtu F-2).

Lussatit sme našli vo svetlom type limnokvarcitu zo Žiarskej kotliny a v limnokvarcite z Dekýša. Limnokvarcitom v Žiarskej kotline sa pripisuje vrchno-sarmatský až panónsky vek (M. Ciesarik — E. Planderová 1965). Rtg záznam limnokvarcitu zo Žiarskej kotliny má výrazné reflexy cristobalitu ( $s d = 4.04 \text{ \AA}$ ). V riadkovacom elektrónovom mikroskope vidieť lussatit nezvyčajne veľkých rozmerov (30—50  $\mu\text{m}$ ), a to na silicifikovaných organických zvyškoch (foto 5, 6). Lussatit z Dekýša má tvar a veľkosť 2—3  $\mu\text{m}$ , typickú aj pre

Obr. 5. Snímka riadkovacieho elektrónového mikroskopu 4317/76. Prekremený úlomok rastliny s vnútornou vrstvou opálu a vonkajšiou vrstvou lussatitu. Svetlý limnokvarcit zo Žiarskej kotliny. Zväčš. 600 $\times$ .

Obr. 6. Snímka riadkovacieho elektrónového mikroskopu 4312/76. Lussatit o veľkosti 30—50  $\mu\text{m}$  zo svetlého limnokvarcitu zo Žiarskej kotliny. Zväčš. 300 $\times$ .

Obr. 7. Snímka riadkovacieho elektrónového mikroskopu 4306/76. Opál s lussatitom obvyčajných rozmerov (2—3  $\mu\text{m}$ ) v limnokvarcite s alunitom z lokality Dekýš. Zväčš. 2000 $\times$ .

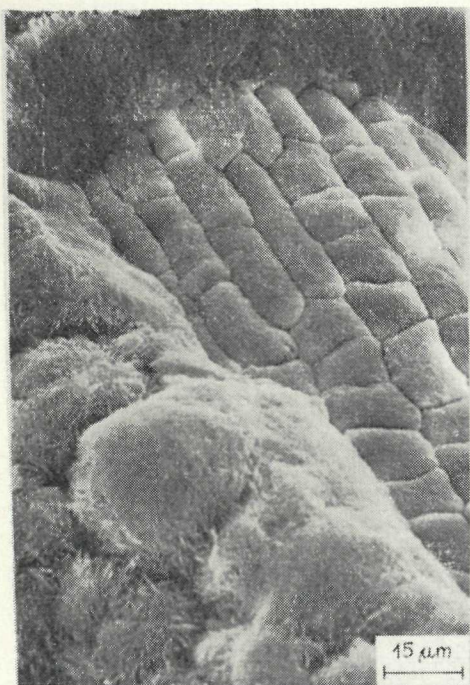
Obr. 8. Snímka riadkovacieho elektrónového mikroskopu 4308/76. Lussatit v dutinách limnokvarcitu z lokality Dekýš. Vrt FV-2. Zväčš. 3000 $\times$ .

Fig. 5. SEM microphotograph, sample 4317/76. Quartzified plant fragment with an opal inner layer and a lussatite outer layer. Light-coloured limnoquartzite of the Žiarska kotlina depression. Operators M. Švec — Šebor, magnif. 600 $\times$ .

Fig. 6. SEM microphotograph, sample 4312/76. Lussatite 30—50  $\mu\text{m}$  in size from light-coloured limnoquartzite of the Žiarska kotlina depression. Operators M. Švec — K. Šebor, magn. 300 $\times$ .

Fig. 7. SEM microphotograph, sample 4306/76. Opal with lussatite of common size (2—3  $\mu\text{m}$ ) in an alunite bearing limnoquartzite from the Dekýš locality. Operators M. Švec — K. Šebor, magn. 2000 $\times$ .

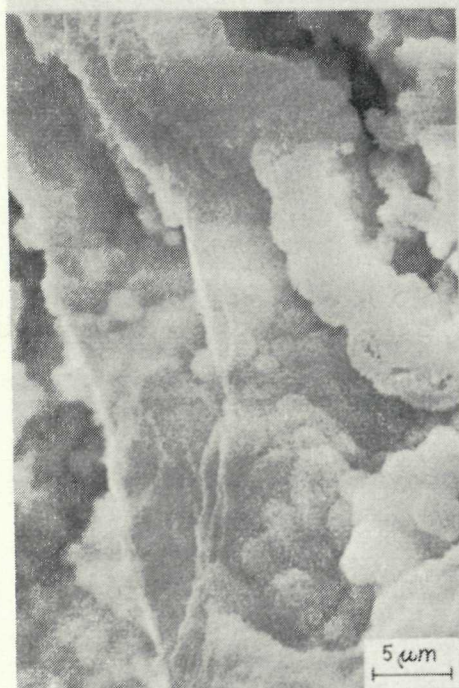
Fig. 8. SEM microphotograph, sample 4308/76. Lussatite in interstices of limnoquartzite from the Dekýš locality, drillhole FV-2. Operators M. Švec — K. Šebor, magn. 3000 $\times$ .



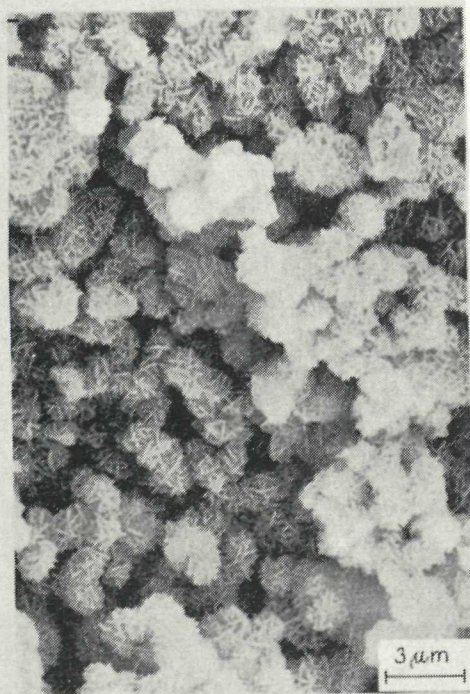
5



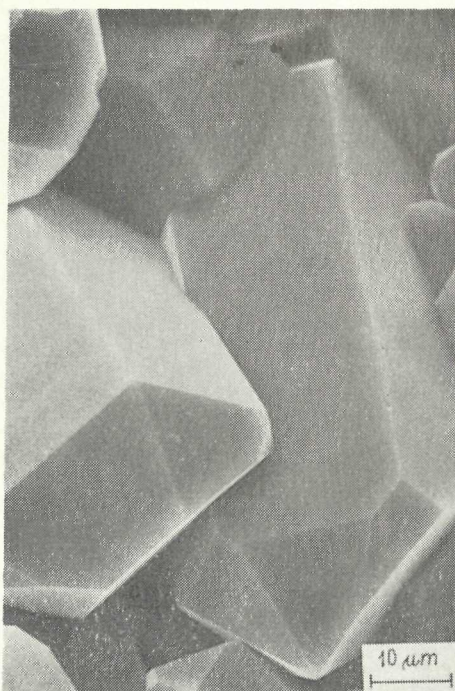
6



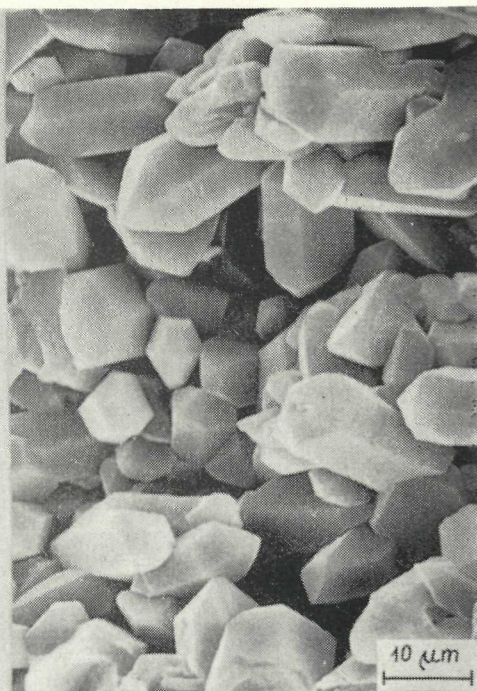
7



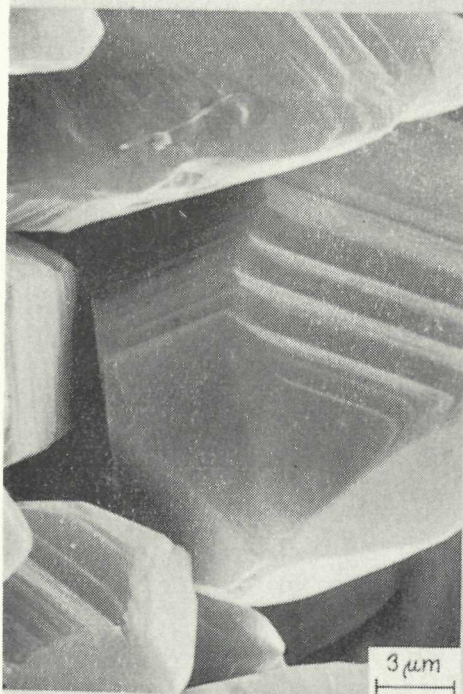
8



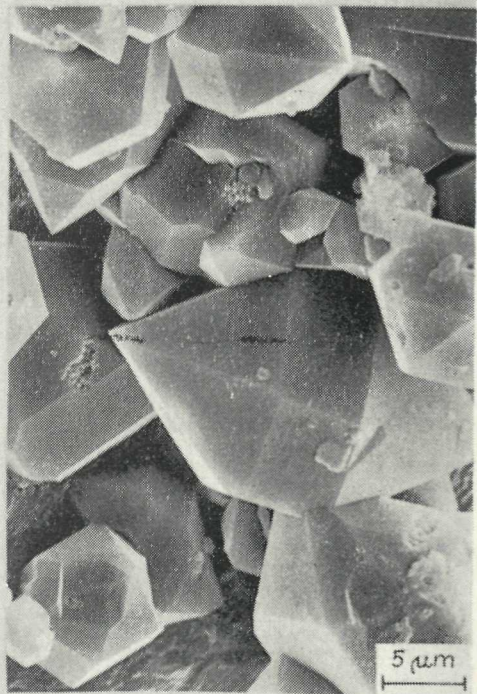
9



10



11



12

lussatit vzniknutý procesom starnutia. Vyskytuje sa v dutinách opálu i alunitu, čo potvrdili rtg záznam (foto 7, 8).

Kremeň sa našiel vo všetkých skúmaných vzorkách tzv. hydrokvarcitov v stredoslovenských neovulkanitoch, ako aj v dutinách opálu v tmavom type limnokvarcitu zo Žiarskej kotliny, kde rtg analýza zaznamenala iba kremeň štruktúrou blízky tzv. maršalitu, t. j. mikrokryštalickej forme nízkotermálneho kremeňa. Rozmer kryštálov tu kolíše od 5 do 600  $\mu\text{m}$  (foto 9). Tmavý limnokvarcit je charakteristický vysokým obsahom rastlinných zvyškov v podobe lignitizovaných rastlinných pletív i pyritizovaných rozsielok. Obdobné dokonale kryštalické formy kremeňa sú vo všetkých skúmaných vzorkách hydrokvarcitov, a to rozmerov od niekoľkých až po stovky mikróv, číre alebo s uzavreninami, homogénne (foto 10) alebo s prírastkovými plochami (foto 11), kryštalizujúce v alfa- (foto 10, 11) alebo betamodifikácii (foto 12).

## Záver

Príspevok chce dokumentovať dvojakú genézu lussatitu. V prvom prípade ide o diagenetickú postupnosť premeny biogénneho alebo vulkanogénneho opálu na lussatit tzv. procesom starnutia, pričom prostredie, vek, asociácia minerálov, ako aj hrúbka nadložných sedimentov je v súlade s U. v. Rad—H. Röscheovou teóriou dozrievania.

V druhom prípade stretávame lussatit v mladých limnických, hydrotermálne ovplyvnených sedimentoch v asociácii s opálom chemogénneho i organogénneho pôvodu. Vznik lussatitu zrejme nie je výsledkom procesu starnutia, vrchnomiocénny vek nie je dostatočne dlhý na diagenetickú premenu amorfneho  $\text{SiO}_2$  na lussatit. Predpokladáme, že pri tvorbe lussatitu sa uplatňovali procesy zodpovedajúce Lancelottovej vylučovacej teórii. Lussatit tejto genézy sa niekedy odlišuje od lussatitu vzniknutého diagenetickými procesmi väčším priemerom guľôčok (30—50  $\mu\text{m}$  oproti 2—3  $\mu\text{m}$ ). Zdá sa, že v našom prípade je

Obr. 9. Snímka riadkovacieho elektrónového mikroskopu 4329/76. Dokonalé kryštalové formy kremeňa v dutinách tmavého limnokvarcitu zo Žiarskej kotliny. Zväčš. 1000 $\times$ .

Obr. 10. Snímka riadkovacieho elektrónového mikroskopu 2854/76. Homogénne kryštály kremeňa na povrchu pukliny v hydrokvarcite z lokality Šobov. Zväčš. 1000 $\times$ .

Obr. 11. Snímka riadkovacieho elektrónového mikroskopu 2592/76. Kremenné kryštály s rovinami rastu v hydrokvarcite z lokality Podpolom. Vzorka ZS-20. Zväčš. 3000 $\times$ .

Obr. 12. Snímka riadkovacieho elektrónového mikroskopu 5065. Pseudomorfózy  $\alpha$ -kremeňa po  $\beta$ -kremeni. Lokalita Kalinka. Vzorka SH-5. Zväčš. 2000 $\times$ .

Fig. 9. SEM microphotograph, sample 4329/76. Perfect crystal forms of quartz in interstices of a dark limnoquartzite from the Žiarska kotlina depression. Operators M. Švec — K. Šebor, magn. 1000 $\times$ .

Fig. 10. SEM microphotograph, sample 2854/76. Homogeneous crystals of quartz on the fracture surface of hydroquartzite from the Šobov locality. Operators M. Švec — K. Šebor, magn. 1000 $\times$ .

Fig. 11. SEM microphotograph, sample 2592/76. Quartz grains with distinct growth fabric in hydroquartzite from the Podpolom locality. Sample No. ZS-20. Operators M. Švec — K. Šebor, magn. 3000 $\times$ .

Fig. 12. SEM microphotograph, sample 5065. —  $\alpha$ -quartz pseudomorphoses after  $\beta$ -quartz, Kalinka locality. Sample No. SH-5. Operators M. Švec — K. Šebor, magn. 2000 $\times$ .

veľkosť guľôčok lussatitu ovplyvnená tým, že sa lussatit vylučuje v bunkách rastlinných pletív a vyplňa celý ich priestor. Jazerné prostredie tvorby limonitov s pestrým zastúpením chemických zložiek umožňuje kryštalizáciu lussatitu. Sintre vylučované z hydrotermálnych roztokov v subaerickom alebo podpovrchovom prostredí mali pravdepodobne väčšiu chemickú čistotu, či už primárne alebo sukcesívnou kryštalizáciou jednotlivých zložiek, a tak pri rekryštalizácii opálu vznikajú dokonalé kryštalické formy kremeňa. Hoci sme v hydrokvarcitoch doteraz lussatit nenašli, neznamená to, prirodzene, že tam nemôže byť. Hypotézu treba overiť ďalším výskumom.

Doručené 10. 12. 1976  
Odporučil V. Radzo

#### LITERATÚRA

- Bardossi, D. — Konda, J. — Raj-Sik, S. — Tolna, V. 1965: Kristobalit v bat-kelovejských radiolaritach gory Bakoň. *Problemy geochimii*, Moskva, Izd. Nauka, s. 521—539.
- Brestenská, E. 1975: Správa o mikrobiostratigrafickom hodnotení sedimentov vrtu DB-15 Horňany. Manuscript — Geofond Bratislava.
- Buerger, M. J. 1954: The stuffed derivatives of the silica structures. *Amer. Mineralogist* 39.
- Ciesarik, M. — Planderová, E. 1965: Geologická pozícia limonitov na ťažisku Stará Kremnička. *Geol. práce*, Spr. 35 (Bratislava), s. 87—98.
- Celidze, D. G. 1976: K mineralogii kremnezema v silicitech Zakavkazja. *Litol. i polezn. iskop.*, 1. Moskva, Izd. Nauka, s. 160—163.
- Forgáč, J. 1972: Genéza alunitu a premenených hornín od Dekýša (Štiavnické pohorie). *Geol. práce*, Spr. 58 (Bratislava), s. 189—199.
- Heath, G. R. — Moberly, R. Jr. 1971: Cherts from the Western Pacific, Leg 7, Deep Sea Drilling Project. In: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Vol. 7., U. S. Government Printing Office, Washington, pp. 991—1007.
- Lancelot, Y. 1973: Chert and silica diagenesis in sediments from the Central Pacific. In: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Vol. XVII., U. S. Government Printing Office, Washington, pp. 377—506.
- Marková, M. 1977: Lussatit — opál CT v sideritových konkréciách spodného miocénu. Západné Karpaty, sér. Min., petr., geoch., 3, s. 197—210.
- von Rad, U. — Röscher, H. 1972: Mineralogy and origin of clay minerals, silica and authigenic silicates in Leg 14 sediments. In: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Vol. XIV., U. S. Government Printing Office, Washington, pp. 727—751.
- von Rad, U. — Röscher, H. 1974: Petrography and diagenesis of deep sea cherts from the central Atlantic. *Spec. Publs int. Ass. Sediment.* I, Oxford, p. 327—347.
- Wise, S. W. — Weaver, F. M. 1974: Chertification of oceanic sediments. In: *Pelagic Sediments on Land and under the Sea. Spec. Publs int. Ass. Sediment.* I, Oxford, pp. 301—326.

### Contribution to the lussatite genesis

MAGDA MARKOVÁ

Two well-known theories exist on the lussatite genesis. The theory of diagenetic transformation in the process of ageing (transformation: opal A — opal CT (lussatite) — chert) is maintained by G. R. Heath — R. Moberly (1971), S. W. Wise — F. M. Weaver (1974) and U. v. Rad — H. Röscher (1974). The transformation of an opal of organic or volcanic origin is supposed to last approximately 20—90 million years, depending on the burying depth

and on temperature. The transformation of lussatite to quartz had to last 70 to 90 million years as the youngest cherts are of Upper Cretaceous age.

The second theory is Lancelott's (1973) elimination theory on the silicite genesis. According to that the final form of the silica is determined by environment, presence of clay, porosity and by the presence of exchangeable cations. According to this theory, poor permeability and extraneous cations in clay-rich layers lead to precipitation of a disordered cristobalite (lussatite) while good circulation and lack of exchangeable cations in carbonates favour direct precipitation of quartz. Irrespective of some provable exceptions from this rule, as for instance the occurrence of lussatite in pure clayless carbonate nannoplanktonic ooses, Lancelott's theory has been accepted by many authors. For example, D. G. Czelidze investigating Caucasian silicites concluded that the presence of alkalia or alkaline earths undermines generation of cristobalite and tridymite and so hinders the direct crystallization of quartz. M. I. Buerger (1954) really found besides  $\text{SiO}_2$  in tridymite alkalia and alkaline earths as well. The quartz structure is so firm that extraneous ions do not enter it, while structures of cristobalite tridymite permit this entrance. This difference evidently causes high chemical purity of quartz.

The author studied two genetically different types of lussatite in the last years. In the first case lussatite has been found in siderite concretions of Lower Miocene marine sediments (fig. 1, 2) occurring among stratigraphically evidenced Eggenburgian and Karpathian (E. Brestenská 1975) beds of the Bánovce basin filling. These strata became part of the emerged orogenic arch of the central West Carpathians starting from the Upper Miocene. A detailed description of the occurrence will be given elsewhere (M. Marková 1977).

X-ray analyses of these concretions revealed a weak reflection of cristobalite in addition to the content of carbonates, quartz, micas and clay minerals. Cristobalite became more distinct after dissolution of the carbonate content. The shape, size and mineral assemblage in the siderite concretions, the presence of quartz, mica, clay (kaolinite, illite, palygorskite ?), siderite, dolomite, calcite, lussatite, as well as the low content of the latter corresponds to the so-called "Precursor stage" i. e. to the transitional stage in the v. Rad — Rösche's diagenetic succession of the opal transformation into lussatite and quartz. Furthermore, this statement is supported by the absolute age (about 22 million years) and by the burying depth exceeding 1000 m. Organic rests of Radiolaria and that of diatoms might have been the source of silicium. Organic rests are present especially in the underlying sediments where they occur together with volcanic products as volcanic glass, feldspars, volcanogenic quartz and rare biotite.

Another type of lussatite has been studied in rocks originated by postvolcanic hydrothermal activity. The so-called hydro- and limnoquartzites were investigated from localities in central Slovakian neovolcanic area. Recent sinter samples from Iceland have been analysed for the sake of comparison as well.

Amorphous opal A has been identified with certainty as a monomineral component only in the sinter from Iceland. The X-ray record of this sample is textureless. This sample appears as an amorphous gel-like substance under the scanning electron microscope (fig. 3). Opal has also been identified optically and under the scanning electron microscope in the limnoquartzite samples from the Žiarska kotlina depression and from the Dekýš locality (fig. 4). The

latter becoming from the drill-hole F-2 has been handed over by Dr. J. Forgáč.

Lussatite has been found in limnoquartzite samples from the Žiarska kotlina depression and Dekýš locality (Štiavnické pohorie Mts.) as well. Limnoquartzite of the Žiarska kotlina depression is attributed to have Upper Sarmatian to Pannonian age (M. Ciesarik — E. Planderová 1965). Its X-ray records show conspicuous reflections of cristobalite. Lussatite observed under scanning electron microscope was of extreme size (30—50  $\mu\text{m}$ ) occurring on silicified organic remains (fig. 5, 6). Samples from the Dekýš locality display typical shape of lussatite originated by the maturation process. Its minute size of 2 to 3  $\mu\text{m}$  is for such an origin also typical (fig. 7, 8). It appears in the cavities of opal and alunite, as proved by X-ray record.

Quartz has been found in all analyzed samples of the so called hydroquartzite occurring in neovolcanic rocks of central Slovakia. Perfect crystalline forms occur in cavities of opal in the dark limoquartzite type from the Žiarska kotlina depression (fig. 9). X-ray analyses of these samples revealed only texturally close related quartz to the so-called marshallite, i. e. to the microcrystalline form of a low-temperature quartz. The size of its crystals ranges from 5 to 600  $\mu\text{m}$ . This limnoquartzite is characterized by a high content of plant remnants in the form of lignitized plant tissues and pyritized diatoms. Analogous forms of quartz are present in all hydroquartzite samples, their sizes range from several microns to hundreds of microns. They are transparent (fig. 10) or filled with inclusions, homogeneous or they have the shape of capped quartz (fig. 11) they crystallize in alpha or beta modification (fig. 12).

The purpose of this paper is to evidence the double genesis of lussatite. In the first case, the diagenetic succession of biogenic or volcanogenic opal transformation to lussatite is in accordance with the v. Rad — Rösch maturation theory of the so-called ageing process.

In the second case, lussatite has been found in young limnic hydrothermally affected sediments in association with chemogenous and organogenous opal. The origin of lussatite in this case is evidently not the result of an ageing process as its Upper Miocene age is insufficient for a diagenetic transformation of amorphous silica into lussatite. It may be supposed, that the generation process of the lussatite corresponded to Lancelott's elimination theory as it is evidenced by results. Lussatite of such a genesis sometimes differs from one generated by diagenetic processes. This lussatite has larger diameter of spheres (30 to 50  $\mu\text{m}$ ) in contrast to 2—3  $\mu\text{m}$  of the former. It seems that in examined case the size of lussatite spheres is influenced by conditions of its precipitation in plant tissue cells where it fills up the whole space. The lacustrine environment of limnoquartzite formation with diverse chemical components favoured the crystallization of the lussatite.

The sinter exsolved from hydrothermal solutions in subaerial or subsurface environment might have been of higher chemical purity, either primarily or due to the successive crystallization of individual components. Thus, during the recrystallization of an opal perfect crystal forms of quartz arised. Although any lussatite has been found in hydroquartzites it does not mean that its appearance is impossible. However, such origin cannot be accepted without further analyses and investigations.

*Preložila E. Jassingerová*