

PODMÍNKY VZNIKU AUTIGENNÍHO PUKLINOVÉHO KŘEMENE V BARRANDIENSKÝCH VÁPENCÍCH: PILOTNÍ STUDIE Z LOMU KOSOV U BEROUNA

GROWTH CONDITIONS OF AUTHIGENIC FISSURE QUARTZ IN BARRANDIAN LIMESTONES: A PILOT STUDY FROM KOSOV QUARRY NEAR BEROUN

(12-41 Beroun)

Václav Suchý¹ - Petr Dobeš² - Ivana Sýkorová³ - Ivan Rozkošný⁴ - Josef Horák⁵ - Juraj Francú⁵

*Fluid Inclusions, Fissure quartz, Oil window, Thermal history, Burial diagenesis,
Barrandian, Silurian, Přídolí Formation*

V některých barrandienských vápencích se poměrně často vyskytují drobné, idiomorfne omezené krystalky autigenního křemene. Novotvořený křemen se vyskytuje jednak uvnitř karbonátové matrice, kde často obrůstá jádra klastického křemene (Petránek a Štenglová, 1953), anebo tvoří nápadné jehlicovité či krabicovité krystalky na povrchu puklin. Naše současné výzkumy, o nichž referujeme v této dílčí zprávě, naznačují, že autigenní křemen z puklin a mineralizovaných žil krystaloval během pozdních etap diageneze a může být použit jako indikátor chemismu diagenetických pórůvých fluid a paleoteplot.

Záhnědový křemen v puklinách a žilách

Úzké pukliny nebo slabě mineralizované žily vyhojené křemenem, kalcitem a polotuhými bitumeny jsou běžně vyvinuty na mnoha lokalitách uvnitř liteňského a přídlůského souvrství Barrandienu (obr. A). V tomto příspěvku jsme podrobně studovali původ puklinového křemene v rytmecky se střídajících vápnitých břidlicích a vápencích přídlůského souvrství (svrchní silur) v lomu Kosov u Berouna.

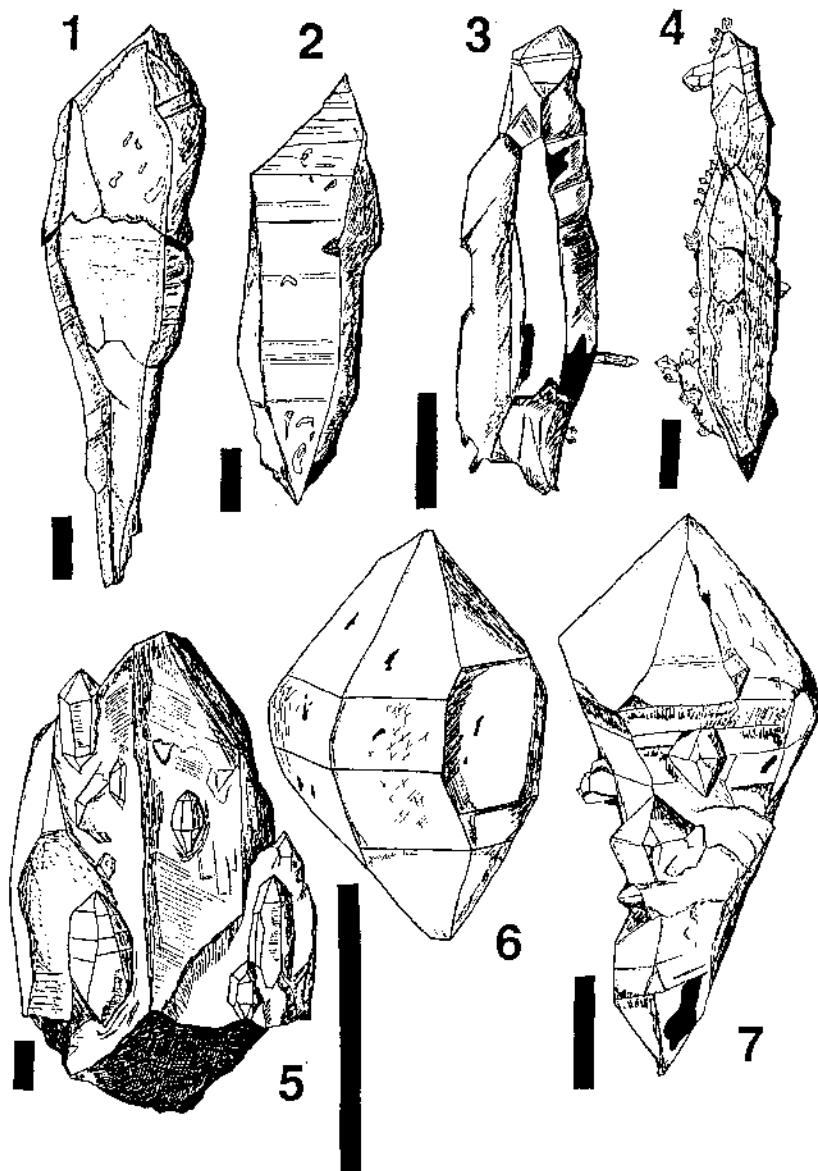
Křemenné krystalky zde mají relativně drobné rozměry (nejčastěji od 1.5 do 10 mm podél delší osy) a jsou typicky zabarveny do žlutohněda až hnědočerna. Některé z těchto záhněd mají charakteristický šipkovitý, jehlicovitý nebo špičatě rhomboedrický habitus (obr. A 1 a 2), ale většina krystalů tvoří ploché až lupínkovité, polygonálně omezené krystalické kostry, jež místy navzájem srůstají do dendritických agregátů.

Oba typy záhnědových krystalů se skoro výhradně vyskytují na subvertikálních puklinách, které jsou nejlépe vyvinuty ve vápencových lavicích. Většina puklin probíhá ve směru S - J a je, s výjimkou sporadickeho vyhojení plochými kostrovitými záhnědami, prakticky bez mineralizace. Puklinový povrch nese charakteristické plumózní skulptace (s-type plumes ; Bahat a Engelder, 1984) naznačující, že ke vzniku puklin vedla rychlá jednorázová deformace. Lépe krystalované rhomboedrické záhnědy jsou naopak koncentrovány do subvertikálních žil generálně orientovaných ve směru V - Z, jež jsou vyplňeny místy až 1 cm silnou mineralizací hrubé krystalického, mléčně zakaleného kalcitu. Záhnědový křemen se nachází uvnitř kalcitové výplně a je místy doprovázen útržky polotuhých nebo křehkých, smolně lesklých látek bitumenní povahy. Žily tohoto druhu se běžně vyskytují v asociaci se subvertikálními tektonickými stylolity a pod mikroskopem vykazují zonální vnitřní stavbu kalcitových krystalů svědčící o periodicky se obnovujícím procesu rozevírání a krystalizace minerální výplně v podmínkách vysokého fluidního tlaku (mechanismus „crack and seal“ ; Ramsey, 1980).

Uzavřeniny v záhnědovém křemenci

V mnoha větších křemenných krystalech jsou již pouhým okem patrné hojně plynokapačné a pevné uzavřeniny, jejichž přítomnost způsobuje typické nahnědlé zabarvení krystalů. Chromatografický výtažek z inkluze v krystalech obsahuje směs ropných uhlovodíků, z nichž převažují n-alkany s unimodální distribucí a maximem okolo n-C¹⁵. Poměr lichých homologů k sudým (CPI index) je blízký k jedné a signalizuje termálně zralou ropu. Detailní složení jednotlivých uzavřenin bylo zkoumáno pomocí kombinace optické a fluorescenční mikroskopie (ultrafialová excitace, 365 nm). Naprostá většina uzavřenin, jejichž velikost kolísá od 0.01 do 0.9 mm, je dvoufázová, s 10 - 30 % objemovými plynné fázemi a projevuje výraznou fluorescenci typickou pro ropné uhlovodíky (Burrus, 1991). Jádra většiny záhnědových krystalů obsahují primární uzavřeniny s typickou bleděmodrou až jiskřivě modrofialovou fluorescencí příznačnou pro kondenzáty nebo lehkéropy, zatímco periferní části krystalků chovají primární a primárně-sekundární inkluze středně těžkých rop fluoreskující modrozeleně, žlutě nebo oranžově.

V procházejícím světle se všechny popsáné typy uzavřenin jeví jako čiré a bezbarvé nebo jenom velmi slabě nažloutlé, s výjimkou modrozeleně fluoreskující fáze, která je v procházejícím světle zlatavě medová. Mimo dvoufázových, plynokapačních uzavřenin chovají mnohé záhnědy i poměrně velké (až do několika mm), nefluores-



Obr. A Typická morfologie krystalů puklinového křemene z žil uvnitř přídolského souvrství. Tmavé úsečky u jednotlivých krystalů odpovídají délce 1 mm. 1, 2 - lom Kosov u Berouna ; 3,4 - Budňanská skála u Karlštejna ; 5 - Lobolitová stráň u Řeporyj ; 6, 7 - lom Kosoř u Radotína

kující útržky pevných hmot, jež se v procházejícím světle jeví jako hnědé až hnědočerné a které pravděpodobně představují fragmenty polotuhých nebo tuhých bitumenů parafinické povahy.

Teploty krystalizace křemene a prostředí vzniku puklinové mineralizace

Homogenizační teploty (Thom) primárních inkluzí z přírůstkových zón záhnědových krystalů kolísají v intervalu 51 až 101 °C, s maximem hodnot mezi 90 - 100 °C. Nejvyšší homogenizační teploty inkluzí z puklinového křemenc jsou poněkud nižší než teplota prohřátí okolních přídolských sedimentů (138 °C), která byla vypočtena z dat vitrinitové odraznosti ($R_r = 0.93 \%$) metodikou Barkera a Pawlewicze (1986) a která odpovídá maximální teplotě, na níž byly sedimenty prohřány během diageneze.

Srovnatelné nebo ještě vyšší hodnoty diagenetického prohřátí jsou charakteristické pro přídolské souvrství i na dalších lokalitách v Barrandienu, kde jsou interpretovány jako důsledek statického prohřevu sedimentů při pohřbení do hloubek kolem 3 - 3.5 km, do intervalu tzv. ropného okna

(Suchý a Rozkošný, 1995). Tyto teplotní údaje jsou v souladu s mikroskopickým pozorováním paragenetických vztahů mezi puklinami a žilami a okolními sedimenty. Pukliny se záhnědají totiž jasně postdatují většinu diagenetických etap, které lze v přídolských vápencích vystopovat, počínaje relativně časnými „mořskými“ jehlicovitými karbonátovými tmely, přes pozdější hrubě krystalické sparitické „buriální“ tmely a generace záťezových a tektonických stylolitů. Současně se však zdá, že ke krystalizaci záhněd muselo dojít alespoň z části ještě před nástupem hlavních variských vrásných deformací.

Z kombinace uvedených údajů o chemismu fluidních inkluzí, strukturních pozorování puklin a jejich vztahu k diagenetické sekvenci okolních hornin lze vyvodit, že puklinový krmen v přídolském souvrství krystaloval během pozdní, pokročilé diogeneze, v podmírkách hlubokého pohřbení a vysokého fluidního tlaku. Zdroj SiO₂, z něhož krmen krystaloval, mohl pocházet z okolních jílovitých sedimentů, jako vedlejší produkt diagenetických přeměn jílových minerálů nebo z rozkladu tufitických hornin, jež se rovněž vyskytuje v bezprostředním stratigrafickém podloží (kopianinské souvrství). Přítomnost uhlovodíků zachycených v puklinovém krmeni v podobě inkluzí lze nejlépe vysvětlit současnou termální maturaci organické hmoty v okolních sedimentech a následnou migraci vzniklých ropných uhlovodíků puklinami. Oba typy minerálních i organických fluidů mohly tedy být prakticky souběžně vypuzeny z paleozoických sedimentů v důsledku kombinace diagenetického prohřátí a s ním souvisejících maturačních reakcí a fluidního přetlaku v okolních jílovitých sekvencích, jež pravděpodobně inicioval vznik puklinového systému.

Literatura

- Bahat D. - Engelder T. (1984): Surface morphology on joints of the Appalachian Plateau, New York and Pennsylvania. – *Tectonophysics*, vol. 104, 299–313.
- Barker Ch. E. - Pawlewicz M.J. (1986): The correlation of vitrinite reflectance with maximum temperature in humic organic matter. - In : Paleogeothermics (G. Buntebarth - L. Stegenga, eds.), Lecture Notes in Earth Sciences 5, 79–93.
- Burrus R. (1991): Practical Aspects of Fluorescence Microscopy of Petroleum Fluid Inclusions. - In : Luminescence Microscopy and Spectroscopy (Ch. E. Barker - O.C. Kopp, eds.), SEPM Short Course 25, 1–7.
- Petránek J. - Štenglová E. (1953): Novotvořený krmen v středočeských devonských vápencích. – *Sborník ÚÚG*, odd. geol., sv. 20, 149–161.
- Ramsay J.G. (1980): The crack-seal mechanism of rock deformation. – *Nature*, vol. 284, 135–139.
- Suchý V. - Rozkošný I. (1995, v tisku): Diagenesis of Clay Minerals and Organic Matter in the Přídolí Formation (Upper Silurian), the Barrandian basin, Czech Republic : first systematic survey. - In : XIIIth Internat. Conf. on Clay Mineralogy and Petrology (J. Konta, ed.), Prague, 1994

¹Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 00 Praha 6

²Český geologický ústav, Klárov 3 / 131, 118 21 Praha 1

³Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8

⁴Nikon Instruments, Kyjevská 6, 160 00 Praha 6

⁵Český geologický ústav, pobočka Brno, Leitnerova 22, 602 00 Brno