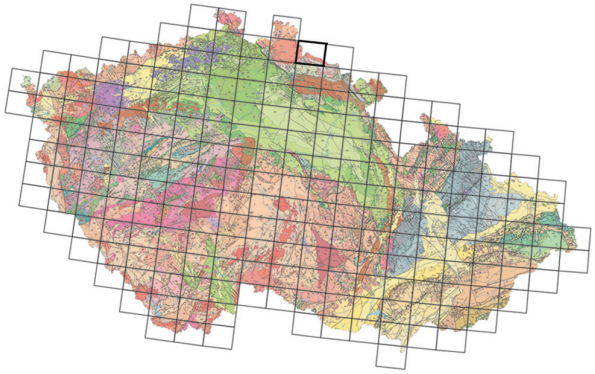
Izotopické stáří zirkonů v drahokamové asociaci se safírem z říčních sedimentů Jizerky v Jizerských horách

Isotopic age of zircon from the gemstone assemblage with sapphire from the Jizerka fluvial sediments in the Jizerské hory Mts., Czech Republic

Jiří Sláma[1] – Josef Klomínský[2]

[1] Geologický ústav AV ČR, v. v. i., Rozvojová 269, 165 00 Praha 6; slama@gli.cas.cz
[2] Česká geologická služba, Klárov 131/3, 118 21 Praha 1; josef.klominsky@geology.cz

Please cite this article as: Sláma, J. – Klomínský, J. (2019): Isotopic age of zircon from the gemstone assemblage with sapphire from the Jizerka fluvial sediments in the Jizerské hory Mts., Czech Republic. – Geoscience Research Reports, 52, 1, 85–87. (in Czech)



(03–23 Harrachov)

Key words: Cenozoic volcanism, Jizerské hory Mts., Jizerka, zircon, U-Pb dating

Summary: The Jizerka alluvial placer in the Jizerské hory Mts. in North Bohemia is the best-known occurrence of gemstones in the Czech Republic, and the only one that bears significant amount of jewel quality sapphire. Besides the most common Mg-Fe^{3+}-rich ilmenite (so called iserine), the less frequently occurring gemstones, namely zircon (jewel variety hyacinth), corundum (varieties sapphire and ruby) and spinel have been extracted in the past for jewellery purposes. The placer that has been exploited since 16th century is represented by Quaternary fluvial sediments of the Jizerka brook (summary in Rous et al. 2019). The primary host rock of the gemstones and iserine was not known till now but it is most probably represented by the recently identified volcanic diatreme structure of Pytlácká jáma located ca. 2 km from the Jizerka brook (Rous et al. 2019). In order to constrain the origin and age of the Jizerka fluvial assemblage, zircon has been studied using the techniques of LA-ICP-MS. Out of the 19 zircon grains that have been dated using the U-Pb in-situ method, 13 grains (ca. 68%) provided a uniform age with $^{206}Pb/^{238}U$ weighted mean of 5.64 ± 0.09 Ma (Fig. 1). The other six dated grains yielded various ages ranging between 24.8 and 46.4 Ma. The young zircons (ca. 5.64 Ma) have all well-developed magmatic oscillatory or sector zonation in CL (Fig. 2), occasionally with signs of crystal face resorption, diffusion or fir-tree textures. Such features together with indications of zircon surface magmatic corrosion point towards the presumed mantle origin of these zircon megacrysts, and the other gemstones of the placer. The late Miocene (Messinian) age of zircon megacrysts is unique within the North-Bohemian Cenozoic volcanic province as well as among the other sapphire-zircon occurrences in Europe. The origin of sapphires, accompanying gemstones and other heavy minerals in alluvial placer of Jizerka are most probably connected with very young volcanic event (approximately 5.64 Ma) – likely an extremely fast ascent of alkali basalts and formation of explosive diatreme maar structure with later deposition of material in colluvial and fluvial sediments in the nearby areas (Rous et al. 2019).

Jizerská louka v severních Čechách je jedním z několika známých výskytů drahých kamenů, prostorově spjatých s vulkanity severočeské kenozoické vulkanické provincie, a jediným nalezištěm, kde se vyskytuje ve významném množství safír. Tyto drahokamové asociace jsou na většině lokalit (od západu k východu jsou to Reichsforst, Třebenice, Seufzergründel, Sýkoří důl, Jizerská louka, Leuba) charakterizované především výskytem zirkonu v podobě červeného hyacintu spolu s Mg bohatým ilmenitem, magnetitem, titanitem a pyropem (Ulrych – Uher 1999, Tietz 2003, Tietz – Buchner 2007, Siebel et al. 2009).

Výskyty zirkonových megakrystů velikosti přibližně 1–10 mm jsou geneticky i časově spjaty s kenozoickým alkalickým vulkanismem (Ulrych et al. 2011) a nacházejí se v blízkosti diatremových struktur vyplněných alterovanými brekciemi alkalického bazaltu (Ulrych – Uher 1999, Tietz 2003, Tietz – Büchner 2007). Některé další minerály v asociaci s drahokamovým zirkonem (Mg-bohatý ilmenit, korund) ve vulkanických diatremách pocházejí z alkalických tavenin plášťového původu (Seifert et al. 2014). Data o stáří zirkonových megakrystů z oblasti severočeské kenozoické vulkanické provincie existují pro lokalitu Seufzergründel (východní Sasko), kde byly inkluze thoritu

DOI 10.3140/zpravy.geol.2019.20

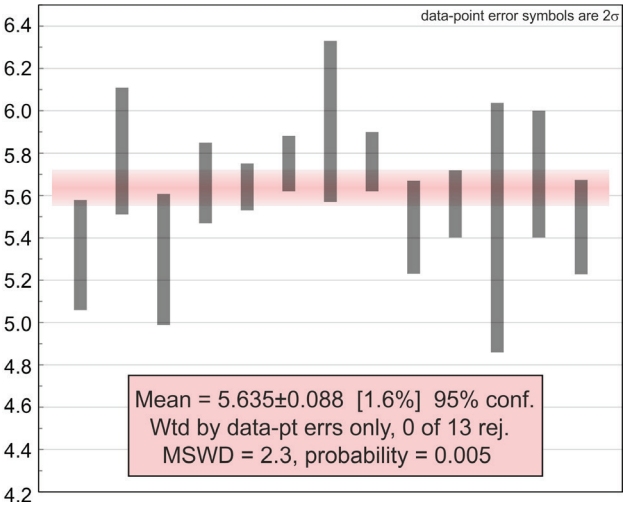
a uraninitu v zirkonech datovány metodou celkového Pb-Th-U v rozmezí od 16 ± 8 do 39 ± 4 Ma (Seifert et al. 2008). Zirkony z lokality Leuba (východní Sasko) byly datovány metodou U-Pb na 30,5 Ma. Tato hodnota odpovídá stáří matečného bazanitu, který byl datován metodou Ar-Ar na 30–31 Ma (Büchner at al. 2017). Naopak datování zirkonových megakrystů z lokality Reichsforst poskytlo U-Pb stáří v širokém rozmezí ca 83–51 Ma, zatímco stáří vulkanitu bylo určeno metodou (U-Th)/He v rozmezí 29–24 Ma (Siebel et al. 2009). Jeden zhruba 5 mm velký krystal zirkonu z pyroponosných sedimentů od Třebenic v Českém středohoří byl datován metodou LA ICP-MS na 35,1 Ma (ústní sdělení, M. Svojtka, GLÚ AVČR).

Zirkon z Jizerské louky

Jizerská louka je nejznámějším českým nalezištěm drahých kamenů především díky výskytu safíru, který zde byl těžen již minimálně od první poloviny 16. století (Rous et al. 2019). Vlastní lokalitu v Jizerských horách v blízkosti státní hranice Česka s Polskem tvoří kvartérní štěrkovito-písčité sedimenty říčky Jizerky. Vedle již zmíněného safíru se na ní historicky rýžovaly také rubín, spinel a zirkon – varieta hyacint (Rous et al. 2019). Hlavním minerálem těžkého podílu na lokalitě je Mg-Fe^{3+}-bohatý ilmenit (tzv. iserín), který převažuje v poměru zhruba 10 000 zrn ilmenitu na deset zrn zirkonu a na jeden safír (Novák – Vavřín 1973).

Primární zdroj těžkých minerálů Jizerské louky nebyl dosud bezpečně potvrzen, ale mohla by jím být nově objevená diatremová vulkanická struktura geofyzikálně identifikovaná v prostoru terénní deprese Pytlácké jámy, vzdálené od současného řečiště Jizerky 2 km severním směrem (Rous et al. 2019).

Zde předkládané výsledky geochronologického studia byly získány ze vzorků zirkonových megakrystů, které poskytli sběratelé nebo terénní geologové ze svých dřívějších výzkumných sběrů (především Ivan Vavřín, sběr 1973). Zirkon byl získán sítováním a rýžováním říčních safíronosných sedimentů.



Obrázek 1. $^{206}Pb/^{238}U$ stáří (v milionech let) populace mladých zirkonů z fluviálních sedimentů Jizerky v Jizerských horách.
Figure 1. $^{206}Pb/^{238}U$ age (in Ma) of the young zircons from the Jizerka fluvial sediments in the Jizerské hory Mts.

Metody

První set měření U-Pb stáří byl proveden na vybraném souboru devatenácti zrn zirkonu: z nich 15 zrn bylo typických hyacintů, 3 zrna byla šedá a průhledná a 1 zrno bylo matně bílé. Určení U-Pb stáří zirkonů bylo provedeno metodou laserové ablace ve spojení s hmotovým spektrometrem se zdrojem iontů v indukčně vázaném plazmatu (zkráceně LA-ICP-MS) v laboratoři ICPMS Geologického ústavu AV ČR, v. v. i., v Lysolajích (metodika viz Žák – Sláma 2018).

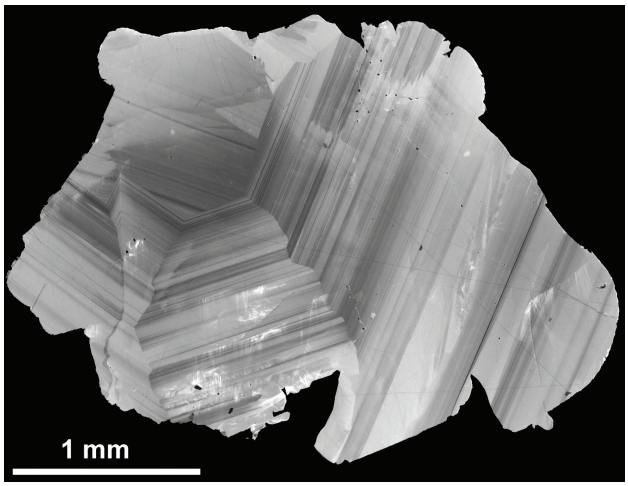
Výsledky

Zirkon tvoří částečně nebo zcela zaoblená zrna o velikosti většinou v rozmezí 1–6 mm, vzácně se vyskytují zachovalé sloupcovité krystaly s pyramidálním ukončením. Zrna jsou průhledná až průsvitná ve škále barev od matně bílé přes šedavou a nahnědlou po žlutočervenou až sytě červenou, typickou pro varietu hyacint. Získaná geochronologická data lze rozdělit do dvou skupin:

1. starší zirkony se zjištěným U-Pb stářím v rozmezí 25–46 Ma;
2. mladší zirkony, které tvoří většinu dat v měřeném setu zrn (cca 68 %, 13 z celkem 19 analyzovaných zirkonů) a zřetelně představují jednu samostatnou populaci s průměrným U-Pb stářím 5,64 ± 0,09 Ma (obr. 1).

Starší zirkony byly identifikovány ve skupině červenohnědých „hyacintů“ (5 zrn o velikosti 2,5–5,5 mm) a jejich stáří se pohybuje v relativně úzkém rozmezí mezi 24,8 ± 0,8 a 29,4 ± 1,3 Ma (vážený průměr stáří $^{206}Pb/^{238}U$ získaný vždy z několika analýz konkrétního zrna); zrno s mléčně bílým zabarvením pak poskytlo vážený průměr stáří 46,4 ± 3,2 Ma. Starší zirkony jsou charakteristické resorbovaným, jakoby zakulaceným povrchem (magmatická koroze) a variabilní CL (katodová luminiscence), kdy textury přecházejí od typicky magmaticky oscilačně zonální přes nevýraznou zonalitu až k sektorové textuře s nízkou intenzitou CL. Mladší zirkony, které se vyskytují jednak jako typické hyacinty, jednak jako šedá průhledná zrna, mají vždy dobře vyvinutou a výraznou CL strukturu stejné intenzity s typickými magmatickými vzory oscilační a sektorové zonálnosti (obr. 2). V ojedinělých případech lze pozorovat neobvyklé textury, jako jsou resorpční hranice uvnitř zrn nebo tzv. fir-tree textury (podle tvaru vánočního stromku), běžně pozorované v zirkonech vysokotlakých hornin (Corfu et al. 2003). Celkově se všechny studované zirkonové megakrysty výrazně podobají zirkonům z kimberlitů a naznačují jejich pravděpodobný původ v plášti (viz např. Corfu et al. 2003).

Nově zjištěné stáří 5,64 Ma je v rámci výskytů zirkonu v oblasti severočeské kenozoické vulkanické provincie výjimečné a potvrzuje unikátní postavení Jizerské louky



Obr. 2. CL snímek zonálního zrna mladé populace zirkonu (5,64 Ma) s okraji ovlivněnými magmatickou korozí a abrazí při transportu v říčních sedimentech.
Fig. 2. CL image of the young zircon (5.64 Ma) with margin affected by magmatic corrosion and abrasion during the transport in fluvial sediments.

v rámci celé lužické vulkanické oblasti. Ačkoliv jsou podobná stáří vulkanitů známa např. ze Slezska (Čedičový vrch u Zálesí, nefelinický tefrit-bazanit, K-Ar stáří 5,73 ± 0,26 Ma) nebo západních Čech (Příšovská homolka, vulkanický tuf, K-Ar stáří 5,89 ± 0,30 Ma; obě Ulrych et al. 2013), v zirkonech severočeské kenozoické vulkanické provincie podobné stáří nebylo zatím zjištěno. Ačkoliv dosud neexistuje přímý důkaz, že tyto mladé zirkony (5,64 Ma) pocházejí ze stejného zdroje jako safíry (např. nebyl nalezen srůst safíru se zirkonem), lze tak soudit podle jejich společného výskytu a z převahy těchto mladých zirkonů v oblasti Jizerské louky. Protože studované minerály pocházejí z kvartérních fluviálních sedimentů Jizerky, dotovaných z různých zdrojů, nelze zatím spekulovat o původu starších zirkonů, které byly v sedimentech také identifikovány.

Pro podrobnější interpretaci by bylo nutné provést detailnější geochronologicky statistickou studii. Uvedené skutečnosti naznačují, že výskyt safírů a ostatních drahých kamenů v oblasti Jizerské louky je spjat s velmi mladou vulkanickou událostí (kolem 5,64 Ma), pravděpodobně s extrémně rychlým výstupem alkalického magmatu za vzniku explozivní struktury maarové diatremy a posteruptivní depozicí materiálu v blízkém okolí. V mladších obdobích následoval snos a akumulace zirkonu ve fluviálních sedimentech Jizerky.

Poděkování. Autoři děkují editorovi V. Žáčkovi a recenzentům F. Fediukovi a P. Uhrovi za důkladnou a věcnou recenzi článku. Tato práce vznikla v rámci institucionální podpory RVO67985831 Geologického ústavu AV ČR, v. v. i.

Literatura

Büchner, J. – Tietz, O. – Seifert, W. – Viereck, L. – Gerdes, A. – Linnemann, U. (2017): Age relations, mineral-chemical and isotopic investigations on basaltic gem stone zircons from Eastern Germany. Basalt 2017 Kadaň, Abstracts and Excursion Guides. – 32 str. Čes. geol. společ. Praha.

Corfu, F. – Hanchar, J. M. – Hoskin, P. W. O. – Kinny, P. (2003): Atlas of Zircon Textures. – Rev. Mineral. Geochem. 53(1), 469–500.

Novák, F. – Vavřín, I. (1973): Drahokamové odrůdy korundu z Malé Jizerské louky v Jizerských horách. – Sbor. Nár. Muz. (Praha), Ř. B – Přír. Vědy 29(3–5), 157–162.

Rous, I. – Dostalík, M. – Fait, V. – Puffr, M. – Štainbruch, J. – Švagera, O. – Klomínský, J. – Beneš, V. (2019): Identifikace maarové diatrémy v Pytlácké jámě v Jizerských horách pomocí integrovaných geofyzikálních metod. – Sbor. Severočes. Muz., přír. Vědy 36, 25–44.

Seifert, W. – Rhede, D. – Förster, H.-J. – Naumann, R. – Thomas, R. – Ulrych, J. (2014): Macrocrystic corundum and Fe-Ti oxide minerals entrained in alkali basalts from the Eger (Ohře) Rift: Mg-Fe^{3+}-rich ilmenite as tracer of an oxidized upper mantle. – Mineral. Petrol. 108 (5), 645–662.

Seifert, W. – Rhede, D. – Tietz, O. (2008): Typology, chemistry and origin of zircon from alkali basalts of SE Saxony (Germany). – Neu. Jb. Mineral. Abh. 184(3), 299–313.

Siebel, W. – Schmitt, A. K. – Danišík, M. – Chen, F. – Meier, S. – Weiss, S. – Eroglu, S. (2009): Prolonged mantle residence of zircon xenocrysts from the western Eger rift. – Nat. Geosci. 2, 886–890.

Tietz, O. (2003): Zircon typological investigations from the Seufzergründel placer near Hermsdorf in the Saxon Switzerland, Eastern Germany. – Geolines 15, 160–167.

Tietz, O. – Büchner, J. (2007): Abundant in-situ zircon megacrysts in Cenozoic basaltic rocks in Saxony, Germany. – Z. Ges. Geowiss. 158(2), 201–206.

Ulrych, J. – Ackerman, L. – Balogh, K. – Hegner, E. – Jelínek, E. – Pécskay, Z. – Foltýnová, R. (2013): Plio-Pleistocene basanitic and melilititic series of the Bohemian Massif: K-Ar ages, major/trace element and Sr-Nd isotopic data. – Chem. Erde Geochem. 73, 429–450.

Ulrych, J. – Dostal, J. – Adamovič, J. – Jelínek, E. – Špaček, P. – Hegner, E. – Balogh, K. (2011): Recurrent Cenozoic volcanic activity in the Bohemian Massif (Czech Republic). – Lithos 123, 133–144.

Ulrych, J. – Uher, P. (1999): Low-hafnium zircon from alluvial and colluvial placers of northern Bohemia: composition and possible sources. – Geol. Sudet. 32, 139–146.

Žák, J. – Sláma, J. (2018): How far did the Cadomian terranes travel from Gondwana during Early Paleozoic? A critical reappraisal based on detrital zircon geochronology. – Int. Geol. Rev. 32, 313–338.