

Prva najdba japonskih dvojčkov kremen v Sloveniji (drugi del)

Mirjan Žorž, Franc Stare

Kremen v kristalni obliki je na ozemlju Slovenije pogost, o čemer priča veliko število novoodkritih nahajališč v zadnjih treh desetletjih. Večina kremenovih kristalov je zdvojen, pri čemer v naših nahajališčih prevladuje dvojčenje po brazilskem zakonu. V nasprotju s temi so japonski dvojčki bistveno redkejši. Doslej jih na našem ozemlju še nismo našli. Ker pa so možni le tam, kjer je kremen že brazilsko zdvojen, smo tudi pri nas že dalj časa pričakovali najdbo japonskih dvojčkov kremen. Leta 2021 je Franc Stare končno pri Crngrobu našel primerek, na katerem sta bila priraščena dva kristala kremen, ki sta zdvojen po brazilskem in hkrati še po japonskem zakonu. V drugem delu članka opisujemo to pri nas prvo najdbo v vseh podrobnostih.

Oblike japonskih dvojčkov

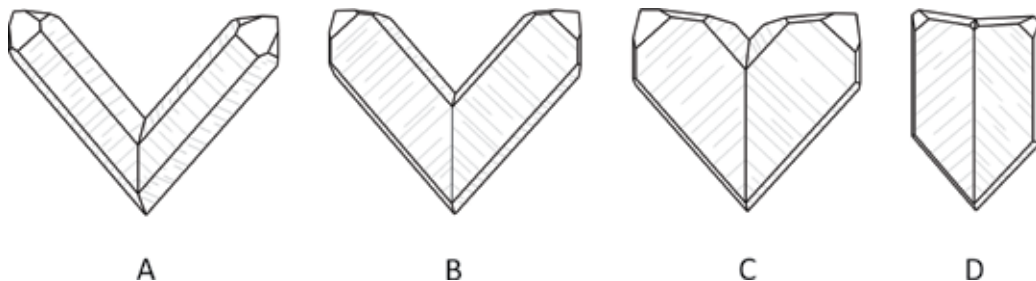
Kristalni dvojčki nastanejo zato, ker je to v danem trenutku z energetskega stališča

ugodno. Dvojčenje lahko povzročijo primerna kristalna struktura, vgradnja tujih atomov vzdolž dvojčičnih ravnin ali pa prisotnost substanc, ki znižajo energijsko pregrado dvojčenja, v kristalno strukturo pa se ne vgradijo. Dvojčki praviloma nukleirajo na podlagi, s katere potem rastejo v prostor vzdolž ravnine dvojčenja, ki je bolj ali manj pravokotno nanjo (*nukleiranje* je strokovni izraz, ki opisuje nastanek kristala iz kristalizacijskega jedra oziroma *nukleusa*). Zato dvojček najhitreje raste vzdolž te ravnine, poleg tega pa bistveno hitreje kot nezdvojeni kristali. Dvojčki so zaradi tega podaljšani in sploščeni, če jih primerjamo z nezdvojenimi kristali na istem primerku, predvsem pa so od njih večji.

Japonsko zdvojen kremen iz Crngroba

To nahajališče in njegove minerale smo večkrat in podrobno opisali (Žorž, Rečnik, 1999; Herlec in sod., 2006; Rečnik in sod., 2007), zato tega na tem mestu ne bomo po-

Risba 7: Oblike japonskih dvojčkov. Risba A prikazuje prizmatski dvojček z izrazitim vpadnim kotom med obema kriloma. Na risbi B je sploščen dvojček, ki nastane s hitro rastjo vzdolž (112) ravnine dvojčenja, kar povzroči zmanjšanje vpadnega kota. Čim hitrejša je rast dvojčka vzdolž dvojčične ravnine, tem bolj je kristal podaljšan in sploščen v tej smeri, pri čemer se vpadni kot manjša (C), dokler povsem ne izgine (D). Hkrati se podaljšujeta romboedrska robova, ki sta vzporedna z ravnino dvojčenja. Črte na prizemskih ploskvah nastanejo med rastjo kristala kot posledica menjavanja ploskev romboedrov in prizem, zato so vzporedne z robom med njimi.





Slika 1: Japonski dvojček z lepo razvitima kriloma, med katerima je velik vpadni kot. Kristal je izrazito sploščen. Na podlagi so brazilsko zdvojeni kristali prizmatske oblike. V tem primeru imajo kristali posebno obliko, ki je poznana pod pojmom Muzo habitus (Muzo je kraj v Kolumbiji. V njegovi bližini so nahajališča kremenovih kristalov, ki imajo značilno ošiljeno obliko. Tako obliko kremenata zato označujemo s strokovnim izrazom Muzo habitus). Menjavanje ploskev romboedrov in prizem je tako izrazito stopničasto, da se kristali ožije proti svojim terminacijam, zato izgubijo prizmatski videz (Rykart, 1989). Terminacija je strokovni izraz, ki ga v kristalografiji uporabljajo za vrh, konico ali zaključek posameznega kristala. Rudnik Mundo Nuevo v provinci Santiago de Chuco v Peruju. 51 milimetrov x 49 milimetrov. Vsi primerki iz tujih nahajališč so iz zbirke Mirjana Žorža. Vse fotografije: Igor Dolinar.



Slika 2: Vpadni kot med kriloma tega japonskega dvojčka je manj razvit, zato krili nista več izraziti. Na obeh je že opaziti dva vzporedna romboedrska robova. Dvojček je priraščen na podlago zaokroženih kristalov galenita, črnega sfalerita in pirita. Rudnik 9. Septemvri v Madanu v Bolgariji. Razpon kril je 12 milimetrov.



Slika 3: Značilnost japonskih dvojčkov je zobato zraščanje vzdolž ravnine dvojčenja, kar je na tem kristalu dobro vidno. To je posledica domenske strukture brazilsko zdvojenih primarnih kristalov (domena je strokovni izraz, ki pomeni del kristala, ki se od sosednjih delov kristala razlikuje). Vpadni kot med kriloma je še zaznaven, zato pa je vzporednost romboedrskih robov obeh kril že zelo izrazita. Na terminaciji desnega krila sta vidni ploskvi levega trapezoedra in bipiramide, sicer pa so na kristalu tudi ploskve desnih trapezoedrov. Brumado v Bahii v Braziliji. 38 milimetrov x 31 milimetrov.



Slika 4: Hitra rast vzdolž dvojčične ravnine se kaže v izraziti podaljšanosti dvojčka in dolgih vzporednih romboedrskih robovih na krilih. Vpadnega kota med kriloma skoraj ni več. Neznano nahajališče na Madagaskarju. 27 milimetrov x 18 milimetrov.

Slika 5: Popolnoma razvit preraščeni japonski dvojček z značilno sploščeno obliko. Zaradi tektonskih premikov se je odlomil s stene razpoke, nato pa dokončal svojo rast na podlagi kremenovih kristalov. Rudnik 9. Septemvri v Madanu v Bolgariji. Velikost dvojčka: 17 milimetrov x 13 milimetrov.





Slika 6: Na posnetku je večkratni japonski dvojček. Središčni kristal je zdvojen na levem in desnem prizemskem robu. Vpadni kot med njim in obema pridvojenima kristaloma je velik. Ker je osrednji kristal zdvojen na dveh robovih, ni splošten, druga dva kristala pa sta. Glej tudi risbo 4B v tretji številki Proteusa na strani 130. Kristali se ožajo proti svojim terminacijam, zato imajo Muzo habitus. Na primerku sta še dva japonska dvojčka: eden je pod levim, drugi pa pod desnim krilom. Rudnik Mundo Nuevo v provinci Santiago de Chuco v Peruju. 46 milimetrov x 35 milimetrov.

navljali. Poudarimo le, da je to nahajališče kremenovih kristalov v bituminoznem votlikavem triasnem dolomitu, ki se pojavljajo v dveh značilnih oblikah. Prvo predstavljajo brezbarvni prizmatični kristali, ki so bili nekoč priraščeni kot skorje ali pa posamezno na podlagi romboedričnih kristalov dolomita. Kristali so dolgi do tri centimetre, njihov premer pa meri do pet milimetrov. So brazilsko zdvojeni, kar prepoznamo po dvojčičnih lamelah na njihovih prizemskih ploskvah. Nekateri imajo razvite tudi ploskve bipiramide $s\{111\}$. Drugo obliko pred-

stavljajo pretežno sivkasti biterminirani kristali pentljaste oblike, ki zrastejo do več kot osem centimetrov v dolžino. Ti imajo vidne vključke bitumna, kar je sicer značilno za tovrstna nahajališča. Tudi na njihovih ploskvah so lamele, ki pa nimajo oblike črke V, pač pa tvorijo mrežasto strukturo, kar priča o tem, da so kristali dvojno interpenetrirani (Žorž, 2004) (dvojno interpenetrirani pomeni, da so istočasno preraščeni po dveh različnih zakonih dvojčenja). Analiza homogenizacije plinsko-tekočinskih vključkov v crngrob-skih kristalih je pokazala, da so kristalili pri

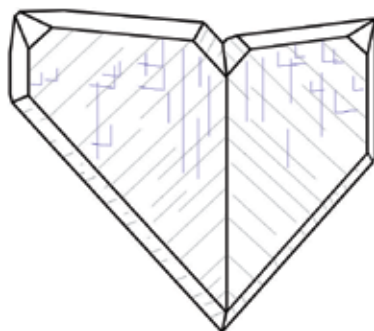
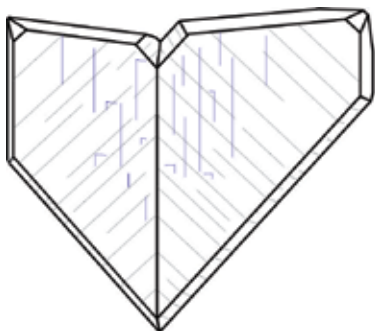


Slika 7: Dva japonska dvojčka sta priraščena na skorji kremenovih kristalov. Bolje razviti dvojček je v levem zgornjem, drugi pa v spodnjem desnem delu slike. Oba se dobro ločita od ostalih kremenovih kristalov zaradi svoje sploščene oblike in velikosti. Dvojček spodaj desno je nekoliko slabše razvit, ker se je držal drugih kristalov. Drobni rumenkasti kristali adularja obraščajo kremenove kristale. Velikost izreza je 18 milimetrov x 18 milimetrov. Najdba in zbirka: Franc Stare.

temperaturah od 80 do 300 stopinj Celzija (Herlec in sod., 2006), kar se ujema z okoliščinami nastanka kremen tipa Bambauer (Rykart, 1989).

Primerek, ki ga je našel Franc Stare, je kremenova skorja, ki ima na spodnji strani romboedrske odtise. Ti so ostali po razkroju

Risba 8: Leva risba prikazuje prednjo stran kremenovega japonskega dvojčka s slike 8. Dvojčične lamele so prikazane z modrimi črtami. Na tej strani dvojčka so vrhovi lamel v obliki črke v obrnjeni proč od dvojčične ravnine. Na desni risbi je prikazana nasprotna stran istega dvojčka. Na tej strani so vrhovi lamel obrnjeni v nasprotno smer, to je proti dvojčični ravnini, kar se povsem ujema z dejstvom, da so japonski dvojčki kremen primarno zdvojeni po brazilskem zakonu.





Slika 8: Bolje ohranjeni japonski dvojček (levo zgoraj na sliki 7) na skorji kremenovih kristalov. Lepo vidni sta spodnja (bazalna) konica dvojčka in dvojlični šiv vzdolž ravnine dvojčenja, ki poteka od konice proti terminaciji, kjer je razvit majhen vpadni kot. Na obeh krilih so vidne vzporedne črte, ki so posledica menjavanja ploskev prizme in romboedrov. Tik ob dvojličnem šivu na levem krilu pa so vidne tanke linije, ki so vzporedne s tem šivom. To so dvojlične lamele, ki so nekoliko manj izrazite na desnem krilu. Glej risbo 8. Bele meglice v notranjosti dvojčka so drobni sferični agregati tankih igličastih kristalov za zdaj še neznanega minerala. Dvojček meri 6 milimetrov čez obe krili, debel pa je 1,2 milimetra. Zbirka: Franc Stare.

dolomitovih kristalov, ki so prvi izkristalizirali po obodu votline v dolomitni kamnini. Iz skorje izrašča množica prozornih kristalov kremen, ki niso daljši od štirih milimetrov. Preko njih pa so preraščeni brezbarvni enostavni kristali adularja, ki niso večji od dveh milimetrov.

Na primerku sta priraščena dva japonsko zdvojevčena kristala, ki sta opazno drugačna in večja od ostalih. Prvi, ki meri 6 milimetrov čez obe krili in je 1,2 milimetra debel, ima lepo razviti terminaciji in majhen vpadni kot. Na tem dvojčku sta razviti dve ploskvi bipiramide s. Lepo razvite so

tudi dvojčične lamele v obliki in legah, ki nedvomno potrjujejo brazilsko dvojčenje. Drugi meri 4,5 milimetra x 1,3 milimetra. Ena od njegovih terminacij se je dotikala drugega kristala, zato ni v celoti razvita, kar je razlog, zakaj je bil sprva spregledan.

Primerek z japonskima dvojčkoma je resda majhen, vendar pomemben, saj gre za prvo tako najdbo pri nas. Nadejamo se, da bomo tu ali v drugem podobnem nahajališču v prihodnosti našli še kakšnega.

Literatura:

- Abreal, A., 2002: *Le Macle de la Gardette*. *Journal of Pers. Mineralogist*, 1: 53–68.
- Dana, J. D., Dana, E. S., Frondel, C., 1962: *The System of Mineralogy, Volume III: Silica Minerals*. John Wiley and Sons, INC.
- Herlec, U., Stare, F., Rečnik, A., Žorž, M., 2006: *Nastanek in značilnosti kremenovih in drugih kristalov pri Crngrobu*. V: *Mineralna bogastva Slovenije, Scopolia, Suppl. 3*. Ljubljana: Prirodoslovni muzej Slovenije.
- Rečnik, A., Gradiša, M., Mirtič, B., 2007: *Minerali pegmatitnih gnezd v dolini Velike Polskave na Pohorju*. V monografiji: Rečnik, A.,: *Nahajališča mineralov v Sloveniji*, 312–330. Ljubljana: Inštitut Jožef Stefan.

Rečnik, A., Herlec, U., Stare F., 2007: *Geneza in značilnosti nahajališča kremenovih kristalov pri Crngrobu*. V: Rečnik, A.,: *Nahajališča mineralov v Sloveniji*, 40–50. Ljubljana: Inštitut Jožef Stefan.

Rykart, R., 1989: *Quarz-Monographie*. Thun: Ott Verlag.

Weiss, C. S., 1829: *Über die herzförmig gennanten Zwillings-Kristalle von Kalkspath und gewisse Analoge von Quarz*. *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften*, 77–87. Berlin.

Žorž, M., Rečnik, A., 1999: *Kremen in njegovi pojavi na Slovenskem*. Begunje: Galerija Avsenik.

Žorž, M., 2002: *The Symmetry System*. Grosuplje.

Žorž, M., 2004: *Kremenovi dvojčki preraščanja*.

Proteus, 67 (2–3): 62–72.

Žorž, M., 2019: *The Symmetry System*, 2nd edition. Grosuplje.

Opazujmo Sončeve pege

Mirko Kokole

Sončeve pege so opazovali že v pradavnini. Prvi jih je v svojem zvezdnem katalogu iz četrtega stoletja pred našim štetjem opisal kitajski astronom Gan De (rodil se je približno leta 400 pred našim štetjem in umrl približno leta 340 pred našim štetjem). Prava opazovanja Sončevih peg so se začela z odkritjem teleskopa v sedemnajstem stoletju našega štetja. Sredi devetnajstega stoletja je nemški astronom Samuel Heinrich Schwabe (1789–1875) opazil, da se število Sončevih peg spreminja periodično: po njegovih iz-

računih število peg doseže svoj maksimum vsakih približno 11,6 let (danes vemo, da je ta Sončev cikel nekoliko spremenljiv, traja od 9 do 12 let). Nekaj let kasneje je švicarski astronom Johann Rudolf Wolf (1816–1893) predlagal enačbo, s katero izračunamo relativno število peg na Soncu. To število se imenuje Wolfovo število oziroma mednarodno število Sončevih peg, ki ga uporabljamo še danes. Wolf je rekonstruiral tudi zgodovino števila Sončevih peg vse do leta 1610 in še danes uporabljamo njegovo štetje