

Tomasz BRACHANIEC¹, Mirosław SZCZYRBA¹

Pęcherzyki w szklawie mołdawitów

Bubbles in moldavite glass

Abstract. Bubbles in tektites can be formed by several different mechanisms. A review of published data has shown that the gas pressure in the bubbles is generally low. Composition of the contained gases published in most articles sharply differs from the composition of the terrestrial atmosphere.

Keywords: bubbles, moldavite, pressure, gas

Jedną z typowych cech szklaw mołdawitów jest obecność pęcherzyków (Žák i in. 2012). Mają one zazwyczaj od setnych części do kilku milimetrów, większe zdarzają się bardzo rzadko. Ich kształt jest zazwyczaj kulisty lub soczewkowaty. Niekiedy pęcherzyki tworzą wydłużone, zgodne z kierunkiem „płynięcia” szklaw formy (Bouška 1994). Są na ogół rozmieszczone losowo, choć mogą występować w rzędach. Zaobserwowano ich nagromadzenia wokół inkluzji lachatełierytu, przez co niektórzy badacze (np. Dolgov i in. 1969) stworzyli podział pęcherzyków na duże, rozmieszczone losowo i mniejsze, skupiające się w lub wokół inkluzji czystej krzemionki.

Žák i in. (2012) w swych badaniach skupili się na składzie chemicznym gazów uwięzionych w pęcherzykach mołdawitów, a w szczególności na węglu. Pierwsze próby tego typu podjęte zostały przez Becka w 1910 roku.

Mechanizm powstawania i skład faz lotnych

Stwierdzono, że liczba pęcherzyków jest mniejsza w tektytach powstałych w wysokiej temperaturze i mają one zazwyczaj kształt kulisty (Barnes 1964, 1969; Trnka i Houzar 2002). Obecność pęcherzyków w szklawie jest świadectwem obecności

¹ *Katedra Geochemii, Mineralogii i Petrografii; Wydział Nauk o Ziemi UŚ; Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; email: tribal216@gmail.com; mirek.szczyrba@gmail.com*

faz gazowych w ich strukturze, natomiast ich formowanie jest rezultatem chłodzenia się tektytu w warunkach niskiego ciśnienia (Suess 1951; Chao 1963). Jak wykazano (Jessberger i Gentner 1972) w jednym tektycie może być kilka generacji pęcherzy, utworzonych przez różne mechanizmy i zawierające gaz o różnym składzie i ciśnieniu.

Pierwszy, ale stosunkowo rzadki mechanizm powstawania pęcherzyków, polega na mechanicznym zamknięciu cząsteczek atmosfery przez szklivo w stanie płynnym (Žák i in. 2012). Drugi typ pęcherzyków reprezentuje typ utworzony przez fazy lotne, które zostały rozpuszczone w szkliwie a następnie uwolnione podczas ochłodzenia tektytu lub niskiego ciśnienia zewnętrznego (Hawkins 1963). Trzecia generacja jest skutkiem termicznych zmian objętości szkliva podczas chłodzenia. W takiej sytuacji ciśnienie w pęcherzykach może być bardzo niskie.

Wewnętrzne ciśnienie gazów w pęcherzykach jest znacznie niższe niż atmosferyczne (Suess 1951; Matsuda i in. 1995, 1996; Žák i in. 2012). Martin (1934) zarejestrował w tektytach pęcherzyki gazu o ciśnieniu ok. 666 Pa. Rost (1964, 1972) w szkliwie mołdawitowym odnotował ciśnienia rzędu 4400 Pa, Koeberl i in. (1988) natomiast 33800 Pa.

Wysoce problematycznym motywem jest określenie proporcji między ciśnieniem gazu w strukturze tektytu a zewnętrznym ciśnieniem środowiskowym. Uważa się (Žák i in. 2012), że podczas chłodzenia się tektytu ciśnienie wewnętrzne faz lotnych spada ok. pięciokrotnie w stosunku do ciśnienia zewnętrznego.

Pierwsze analizy chemiczne gazów zawartych w szkliwie tektytowym przedstawił Beck (1910). Ich skład jest na ogół uderzająco różny od ziemskiej atmosfery. Tlen w pęcherzykach tektytów jest obecny sporadycznie (Müller i Gentner 1968; O'Keefe i in. 1962), podobnie jak azot, który jeśli występuje to w bardzo małych ilościach (Žák i in. 2012 i literatura tam cytowana). Brak tlenu wiąże się najprawdopodobniej z utlenieniem żelaza. Jak wykazał O'Keefe (1976) tektyty zawierają ok. 50–150 ppm węgla. Petersile i in. (1967) z węgla pozyskanego z mołdawitów wyseparował 0,0072% wag. związków organicznych.

Pęcherzyki gazów są powszechne w mołdawitach. Zwykle stanowią ok. 0,1% ich objętości (Trnka i Houzar 2002). Analizy pęcherzyków mołdawitów z różnych składowych pola rozrzutu (ang. substrewnfied) wykazały różnice między nimi. Tektyty z Moraw w porównaniu do bohemskich zawierały mniejszą liczbę pęcherzyków, które miały kształt bardziej kulisty (Barnes 1964; Trnka i Houzar 2002). Lange (1995) określił natomiast, że mołdawity z Bohemii mają mniej pęcherzyków niż lużyckie.

Typowe pęcherzyki mołdawitów mają rozmiary do ok. dziesiątych części milimetra (fig. 1). Niemniej jednak morfologia powierzchni szkliva czasem wskazuje na pęcherzyki, które miały kilka cm średnicy (Žák i in. 2012). Ich kształt jest zazwyczaj kulisty lub wydłużony.

Skład chemiczny faz lotnych zawartych w mołdawitach przedstawił Dolgov i in. (1969): 53–69% CO₂; 22–40% H₂; 2,6–4,8% składników grup: H₂S + SO₂ + NH₃ + HCl + HF; 0,2–6,1% N₂.

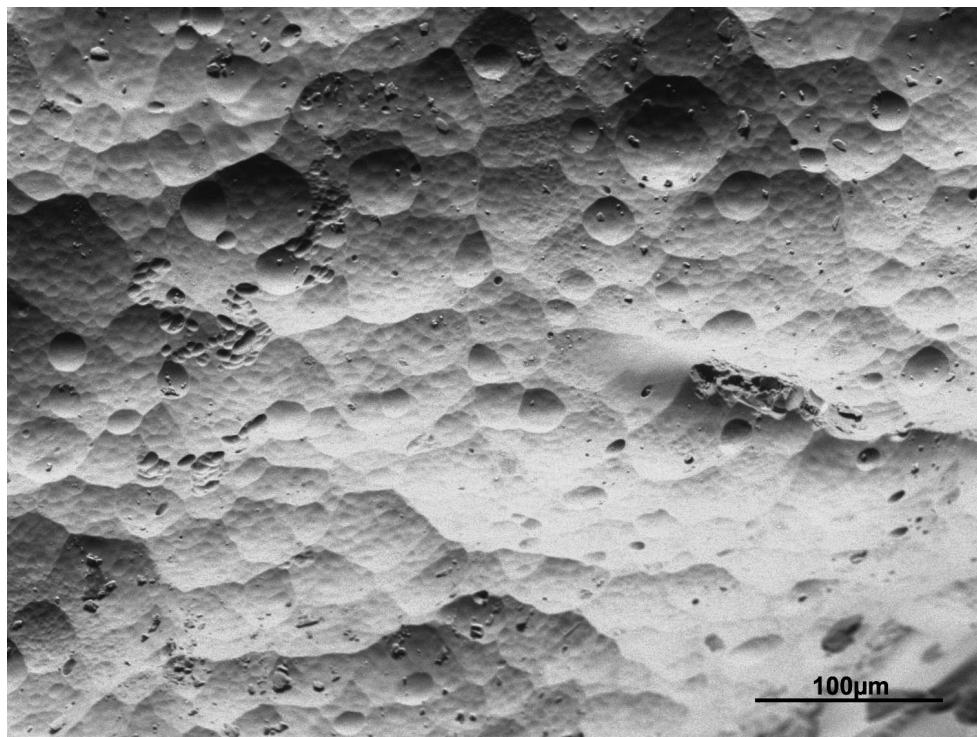


Fig. 1. Widoczne liczne pęcherzyki w przekroju na powierzchni móldawitu. Obraz BSE.

Literatura

- Barnes V.E., 1964, *Variation of petrographic and chemical characteristics of indochinite tektites within their strewn-field*, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 28, s. 893–913.
- Barnes V.E., 1969, *Petrology of moldavites*, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 33, s. 1121–1134.
- Beck R., 1910, *Über die in den Tektite neinge schlossenen Gase*, *Monatsberichte der Deutschen-geologischen Gesellschaft*, 62, s. 240–245.
- Bouška V., 1994, *Moldavites; The Czech tektites*, Stylizace, Prague.
- Chao E.C.T., 1963, *The petrographic and chemical characteristics of tektites*, [w:] J.A. O'Keefe (red.), *Tektites*, Chicago University Press, Chicago, s. 51–94.
- Dolgov Y.A., Pogrebnyak Y.F., Shugurova N.A., 1969, *Sostav i davlyeniya gazov vo vklyutchenyakh tektitov (Composition and pressure of gases in tektite inclusions)*, *Geokhimiya*, 5, s. 603–609.
- Hawkins G.S., 1963, *A study of tektites*, *Journal of Geophysical Research*, 68, s. 895–910.
- Jessberger E., Gentner W., 1972, *Mass spectrometric analysis of gas inclusions in MuongNong glass and Libyan Desert Glass*, *Earth and Planetary Science Letters*, 14, s. 221–225.
- Koebel C., Brandstatter F., Niedermayr G., Kurat G., 1988, *Moldavites from Austria*, *Meteoritics*, 2, s. 325–332.
- Lange J.M., 1995, *Lausitzer moldavite und ihre fundschichten*, *Schriftenreihe für Geowissenschaften* 3, Berlin.

- Martin R., 1934, *Tektieten, hun aard en oorsprong*, *Natur en Mensch*, 11–12, s. 261–265, 259–277.
- Matsuda J., Maruoka T., Pinti D.L., Koeberl C., 1995, *A philippinite with an unusually large bubble: Gas pressures and noble gas composition*, *Meteoritics & Planetary Science*, 30, s. 542.
- Matsuda J., Maruoka T., Pinti D.L., Koeberl C., 1996, *Noble gas study of a philippinite with an unusually large bubble*, *Meteoritics & Planetary Science*, 31, s. 273–277.
- Müller O., Gentner W., 1968, *Gas content in bubbles of tektites and other natural glasses*, *Earth and Planetary Science Letters*, 4, s. 406–410.
- O'Keefe J.A., 1976, *Tektites and their origin*, Elsevier, Amsterdam.
- O'Keefe J.A., Lowman P.D. Jr., Dunning K.L., 1962, *Gases in tektite bubbles*, *Science*, 137, s. 228.
- Petersile I.A., Vorobev G.G., Ikorskij S.V., Proskuryakova E.B., 1967, *Bituminoznoe veschestvo v tektitach*, *Geokhimiya*, 4, s. 467–470.
- Rost R., 1964, *Surfaces and inclusions in moldavites*, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 28, s. 931–936.
- Rost R., 1972, *Basic characteristics of moldavites*, *Acta Universitatis Carolinae–Geologica*, 1972, s. 47–58.
- Suess H.E., 1951, *Gas content and age of tektites*, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2, s. 76–79.
- Trnka M., Houzar S., 2002, *Moldavites a review*, *Bulletin of the Czech Geological Survey*, 77, s. 283–302.
- Žák K., Skála R., Řanda Z., Mizera J., 2012, *A review of volatile compounds in tektites, and carbon content and isotopic composition of moldavite glass*, *Meteoritics & Planetary Science*, 47, s. 1010–1028.