

Właściwości termofizyczne meteorytu Sołtmany

Modelowanie ewolucji cieplej planet i planetoid wymaga precyzyjnych danych eksperymentalnych dotyczących różnych właściwości fizycznych, zwłaszcza właściwości termofizycznych minerałów pozaziemskich i meteorytów. Szczególną rolę odgrywają dane termofizyczne uzyskane podczas pomiarów skał pozaziemskich, które jeszcze nie zdążyły ulec wpływom warunków ziemskich. Dlatego w kręgu zainteresowań autorów znalazły się właściwości cieplne meteorytu Sołtmany, którego spadek nastąpił 30 kwietnia 2011. Meteoryt ten został poddany wszechstronnym badaniom przez międzynarodowy zespół specjalistów z wykorzystaniem najnowszych technik eksperymentalnych. Wynikiem tych badań było uzyskanie szeregu wartościowych wyników naukowych o tym nowym materiale pozaziemskim (Przylibski 2012).

Celem naszych badań było określenie różnych właściwości termofizycznych chondrytu Sołtmany takich jak: ciepło właściwe, dyfuzyjność cieplna, przewodność cieplna, także gęstość i porowatość tego interesującego meteorytu oraz zanalizowanie przejść fazowych w troilicie. Pomiar ciepła właściwego, ciepła przemiany oraz temperatury przejść fazowych troilitu przeprowadzono wykorzystując skaningową kalorymetrię różnicową (DSC). Pomiar ciepła właściwego, ciepła przemiany fazowej oraz temperatury przejścia fazowego α/β w troilicie prowadzono na małych (20-miligramowych) próbkach meteorytu.

Określono gęstość objętościową, gęstość ziaren, porowatość i właściwości termofizyczne meteorytu Sołtmany. Nasze pomiary wskazały, że średnia gęstość objętościowa materii wnętrza meteorytu wynosi $3,475 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, skorupy meteorytu $4,3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, gęstość ziaren wynosi $3,71 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, a porowatość $(6,4 \pm 0,4)\%$. Średnie ciepło właściwe w przedziale temperatur 223–823 K wzrasta od 595 do $1046 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, a w temperaturze pokojowej wynosi $728 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$. Pomiary

¹ Centrum Nauczania Matematyki i Fizyki Politechniki Łódzkiej, Al. Politechniki 11, 90-924 Łódź; e-mail: maszurgot@gmail.com

² Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Politechnika Łódzka, ul. Wróblewskiego 15, 93-590 Łódź; e-mail: wach@mitr.p.lodz.pl

³ Instytut Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław; email: tadeusz.przylibski@pwr.wroc.pl

ciepła właściwego różnych próbek w temperaturze pokojowej ujawniły zakres wartości 705–769 J/(kg·K) (Szurgot i in. 2012). W temperaturze pokojowej ciepło właściwe odniesione do jednostki objętości chondrytu Sołtmany wynosi $2,53 \times 10^6$ J/(m³·K), a wartość ta jest bliska wartości średniej $2,5 \times 10^6$ J/(m³·K) charakterystycznej dla materii meteorytów kamiennych (Szurgot 2011).

Badania nasze pokazują, że dyfuzyjność cieplna chondrytu Sołtmany w temperaturze pokojowej wynosi $(1,5–1,8) \times 10^{-6}$ m²/s, a przewodność cieplna chondrytu $(3,9–4,5)$ W·m⁻¹·K⁻¹ (Szurgot i in. 2012).

Różnicowa kalorymetria skaningowa ujawniła dwa odwracalne przejścia fazowe w troilicie Sołtmanów: przejście α/β w $423,0 \pm 0,4$ K, oraz przejście β/γ w temperaturze $596,6 \pm 1,2$ K. Ciepło przemiany fazowej α/β troilitu wynosi $(2,4 \pm 0,9)$ J/g.

Wartość średnia ciepła przemiany α/β umożliwiła określenie zawartości troilitu w meteorycie Sołtmany, która według naszych danych wynosi w materiale wnętrza meteorytu $(5,6 \pm 2,1)\%$ wagowych, a obszarze skorupy obtopieniowej jest niższa (Szurgot i in. 2012). Dane Przylibskiego i Łuszczek o średnim składzie pierwiastkowym meteorytu Sołtmany ujawniły zawartość siarki 2,12% wagowych (Przylibski i Łuszczek 2012). Proste przeliczenie prowadzi do zawartości FeS 5,8% wag., bliskiej wartości 5,6% określonych przez nas z pomiarów DSC chondrytu Sołtmany. Dowodzi to, że różnicowa kalorymetria skaningowa pozwala na precyzyjne określenie zawartości troilitu w meteorytach.

Termometria troilitowa wykorzystana w badaniach chondrytu Sołtmany wskazuje na niską temperaturę akrecji tego chondrytu. Nasze najnowsze pomiary DSC Sołtmanów ujawniają, że reliktowa temperatura zapisana w troilicie skorupy obtopieniowej tego chondrytu wynosi około 1000°C (Szurgot i in. 2013). Tak wysoka temperatura obszaru zewnętrznego meteorytu jest skutkiem ogrzania aerodynamicznego podczas przelotu meteoroidu przez atmosferę ziemską.

Badania właściwości termofizycznych meteorytów są kontynuowane i obejmują, podobnie jak w przypadku Sołtmanów, również inne nowo odkryte skały pozaziemskie, takie jak chondryt L6 Braunschweig (Szurgot i in. 2014).

Literatura

- Przylibski T.A. (ed.), 2012, *Meteorites*, 2, 4–94.
- Przylibski T.A., Łuszczek K., 2012, *Bulk chemical composition of Sołtmany chondrite*, *Meteorites*, 2, 31–37.
- Szurgot M., 2011, *On the specific heat capacity and thermal capacity of meteorites*. Lunar Planet. Sci. Conf., XXXXII: Abstract #1150.
- Szurgot M., Wach R.A., Przylibski T.A., 2012, *Thermophysical properties of the Sołtmany meteorite*, *Meteorites*, 2, 53–65.
- Szurgot M., Adamus A., Wach R.A., 2013, *Estimation of fusion crust temperature of Sołtmany meteorite*, 76th Annual Meteoritical Society Meeting: Abstract #5033.
- Szurgot M., Wach R., Bartoschewitz R., 2014, *Thermophysical properties of Braunschweig meteorite*, 6. Deutsches Meteoriten Kolloquium-Braunschweig. Braunschweig 5–6 IV 2014.