

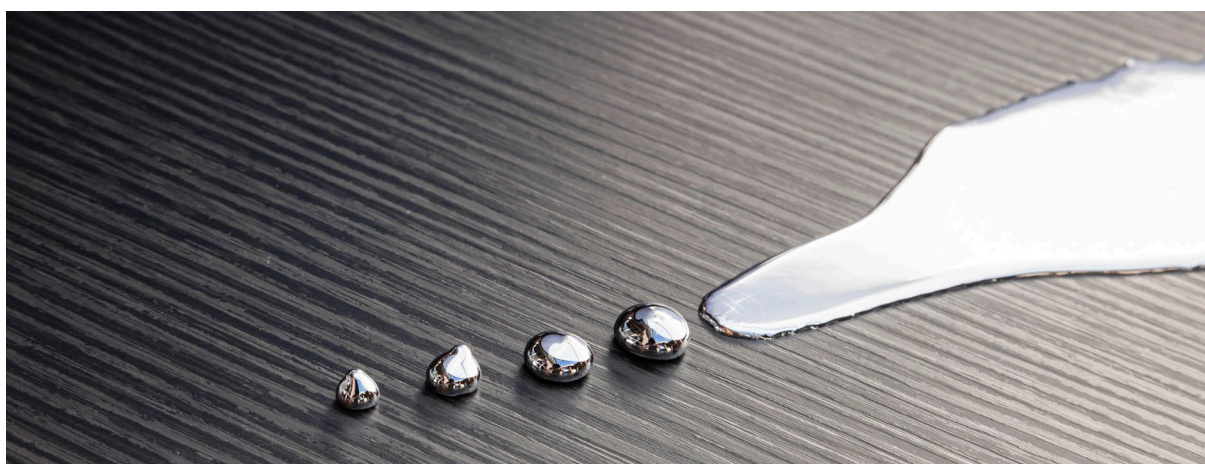
W krainie galem płynącej

Alexandra Dobosz

Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej im. Aleksandra Krupkowskiego Polskiej Akademii Nauk

Wyobraź sobie, że możesz w rękę stopić metal. Z kawałka materiału, o gęstości nieco mniejszej od żelaza, w Twojej dłoni zostaje tafla zimnego metalu przypominająca rtęć, którą możesz przelewać z ręki do ręki. Takim metalem jest właśnie gal. W 1869 roku Mendelejew ogłosił, że wśród znanych pierwiastków można zaobserwować pewną powtarzalność, a same pierwiastki i ich własności zmieniają się w sposób periodyczny, w ten sposób powstała pierwsza wersja układu okresowego pierwiastków. W oryginalnym układzie okresowym Mendelejew przewidział, że jego tablica nie była skończona i zostawił miejsca na w tym czasie nieznanne pierwiastki. Pierwszym odkrytym pierwiastkiem, który doskonale pasował do przewidywań Mendelejewa był właśnie gal, odkryty w 1975 roku przez francuskiego chemika [1].

Gal jest wyjątkowy pod wieloma względami – jest nietoksyczny, zwiększa swoją objętość przy chłodzeniu, a na jego powierzchni tworzy się tlenkowa warstwa pasywacyjna [2]. Niska temperatura topnienia (29.8°C) i bardzo wysoka temperatura wrzenia (2204°C), sprawiają że jest to metal o najszerszym zakresie temperatur, w którym występuje w postaci ciekłej. Dodatkowo ten zakres może zostać poszerzony dzięki niezwyklej własności galu i jego stopów – rekordowym przechłodzeniom. Przechłodzenie oznacza tyle, że dana substancja pozostaje ciekła poniżej temperatury topnienia – w przypadku galu udało się go przechłodzić o 150 stopni [3], co znaczy, że nadal był ciecżą w -123°C !



Rysunek 1. Stop eutektyczny Ga-Sn-Zn.

Ponad 95% wydobywanego galu jest obecnie wykorzystywane do produkcji półprzewodników, w postaci GaAs i GaN, używanych przede wszystkim w elektronice, w tym w smartfonach [4]. Na pozostałe 5% składają się zastosowania w medycynie, nauce i w postaci „ciekłych metali”. Pojęciem

IV Konferencja Doktorantów Polskiej Akademii Nauk

4th Conference of the PhD Students of the Polish Academy of Sciences

ciekłe metale określa się wszystkie metale i stopy, które są ciekłe w temperaturze pokojowej. W przypadku galu bardzo łatwo dodać do niego dodatkowe pierwiastki, takie jak ind czy cyna, tworząc stopy eutektyczne, o jeszcze niższej temperaturze topnienia niż gal. Najbardziej znanym stopem galu jest *Galinstan* – stop na bazie galu, cyny i indu, który zastąpił toksyczną rtęć z termometrach. Problem z tym stopem polega na tym, że prawie ¼ jego składu stanowi ind – metal rzadki, a zatem również bardzo drogi.

W IMIM PAN prowadzone są badania nad nowym stopem na bazie galu, cyny i cynku, co potencjalnie pozwoliłoby obniżyć koszty produkcji. W ramach prowadzonych prac eksperymentalnych zostały zbadane podstawowe własności ponad 40 stopów z tego układu, w tym ich gęstość, lepkość i napięcie powierzchniowe. Aby zrozumieć zmianę własności tych stopów wraz z temperaturą, badania były prowadzone aż do 500°C. Własności te grają kluczową rolę w zastosowaniach ciekłych stopów. Przykładowo w celu zastosowania tych stopów w medycynie jako kontrast [5], niezbędna jest znajomość ich lepkości i napięcia powierzchniowego, które będą nas informować czy wybrany materiał będzie mógł swobodnie przepływać przez naczynia. Podobnie, w przypadku zastosowania ciekłych metali w elektronice, gdzie przewód z ciekłego metalu może zostać zamknięty w elastycznej polimerowej osłonie [6], niezwykle ważna jest znajomość takich parametrów jak przewodność elektryczna, ale również gęstość czy lepkość danego stopu.

Celem prowadzonych badań jest stworzenie bazy danych własności ciekłych stopów z układu Ga-Sn-Zn, które w przyszłości pomogą dobrać odpowiedni stop do konkretnego zastosowania.

Otrzymane wyniki są współfinansowane ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Unii Europejskiej (nr projektu: WND-POWR.03.02.00-00-I043/16).

[1] Greenwood, N. N. "The chemistry of gallium." *Advances in Inorganic Chemistry and Radiochemistry*. Vol. 5. Academic Press, 1963. 91-134.

[2] Dobosz, Alexandra, et al. "Investigation of the surface of Ga–Sn–Zn eutectic alloy by the characterisation of oxide nanofilms obtained by the touch-printing method." *Nanomaterials* 9.2 (2019): 235.

[3] Parravicini, G. B., et al. "Extreme undercooling (down to 90 K) of liquid metal nanoparticles." *Applied physics letters* 89.3 (2006): 033123.

[4] <https://www.usgs.gov/centers/nmic/gallium-statistics-and-information>

[5] Sun, Xuyang, et al. "Liquid metal enabled injectable biomedical technologies and applications." *Applied Materials Today* 20 (2020): 100722.

[6] Wong, Ruben D. Ponce, Jonathan D. Posner, and Veronica J. Santos. "Flexible microfluidic normal force sensor skin for tactile feedback." *Sensors and actuators a: Physical* 179 (2012): 62-69.