

Ciekłe metale to innowacyjne materiały funkcjonalne o szerokim spektrum zastosowań. Określenie ciekłe metale dotyczy pierwiastków i stopów metali o niskich temperaturach topnienia, pozwalających na istnienie tych materiałów w stanie ciekłym w temperaturze pokojowej. Istnieje szereg pierwiastków o niskich temperaturach topnienia, takich jak rtęć ($T_{\text{top}}=-39^{\circ}\text{C}$), frans ($T_{\text{top}}=21^{\circ}\text{C}$) czy cez ($T_{\text{top}}=28,5^{\circ}\text{C}$). Jednak czyste pierwiastki nie nadają się do większości zastosowań – rtęć jest niezwykle toksyczna zarówno dla ludzi, jak i dla środowiska, zaś frans i cez są bardzo reaktywne (zarówno z tlenem z powietrza jak też z parą wodną), co powoduje że ich stosowanie jest niebezpieczne. Opracowano stopy nieposiadające tych wad. Są to stopy na bazie nietoksycznego galu ($T_{\text{top}}=30^{\circ}\text{C}$), zarówno stopy dwu jak i wieloskładnikowe. Najbardziej popularnym stopem na bazie galu jest komercyjnie dostępny Galinstan, stop na bazie galu, indu i cyny.

W moim doktoracie zajmuję się opracowywaniem i badaniem nowych stopów na bazie galu, stanowiących tańszą alternatywę dla Galinstanu, ze względu na brak drogiego indu i w ich składzie. W chwili gdy rozpoczynałam doktorat brak było w literaturze jakichkolwiek danych na temat własności wytypowanych przeze mnie stopów Ga-Sn-Zn, poza pewnym wzmiankami dotyczącymi ich własności termodynamicznych.

Celem mojego doktoratu jest stworzenie bazy danych własności termofizycznych stopów z układu trójskładnikowego Ga-Sn-Zn oraz modelowanie gęstości, lepkości i napięcia powierzchniowego. Modelowanie to pozwoli na wyciągnięcie dodatkowych wniosków na temat tego układu oraz przewidywanie własności tych stopów w przyszłości. Własności te mają podstawowe znaczenie przy każdym potencjalnym zastosowaniu ciekłych stopów.

Ciekłe stopy mogą być zastosowane do chłodzenia różnego typu układów, na ten moment zbadane zostało chłodzenie reaktorów jądrowych, diodach LED o wysokiej mocy oraz super-wydajnych komputerów. W przypadku wszystkich tych zastosowań zarówno gęstość (informująca o ilości stopu koniecznej do wypełnienia układu), jak i lepkość i napięcie powierzchniowe (te parametry niosą ze sobą informację o sile koniecznej do wymuszenia przepływu w układzie, a zatem o energii pracy pomp, co również przekłada się bezpośrednio na koszty eksploatacji) mają podstawowe znaczenie. Ciekłe stopy na bazie galu można również zastosować jako materiał przewodzący w elastycznej elektronice. W tego typu układach metal znajduje się w otocze z rozciągliwego polimeru – takie elektrody lub sensory mogą być właściwie dowolnie odkształcane (aż do 600%!), zachowując swoje funkcje. Posiadają one również własności samoleczące. W przypadku elastycznej elektroniki krytycznym parametrem, oprócz przewodności elektrycznej jest lepkość i napięcie powierzchniowe, które określają zachowanie się materiału podczas odkształcania. Wszelkie zastosowania tych nietoksycznych stopów w medycynie również wymagają dokładnej znajomości własności termofizycznych, w szczególności napięcia powierzchniowego, które odgrywa ważną rolę przy funkcjonalizacji powierzchni ciekłych stopów cząsteczkami leków.

Mimo stworzenia w doktoracie bazy danych własności termofizycznych w przedziale temperatur od temperatury topnienia do 600°C dla stopów z układu Ga-Sn-Zn istnieje wiele pytań dotyczących podstawowych własności ciekłych stopów na bazie galu. Po pierwsze stopy te wykazują zjawisko zwane przechłodzeniem – temperatura przejścia w stan stały jest niższa niż temperatura topnienia (w przypadku czystego galu może on być ciekły nawet do -123°C !), może być to związane z występowaniem pewnej struktury w stanie ciekłym. Struktura stopów na bazie galu jest praktycznie nieznaną, można na jej temat (czystego galu, oraz stopów dwuskładnikowych Ga-Sn oraz Ga-In) znaleźć jedynie szczątkowe informacje w literaturze. Staż w *Imperial College* w Wielkiej Brytanii pozwoli na skorelowanie własności ciekłych metali (zbadanych podczas doktoratu), ze zmianami zachodzącymi w ich strukturze, a tym samym pozwoli na lepsze zrozumienie podstawowych zjawisk dotyczących tych fascynujących materiałów.