

## POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU (W JĘZYKU POLSKIM)

IoNanofluids to fascynujące „płyny hybrydowe” charakteryzujące się wysokim przewodnictwem cieplnym i pojemnością cieplną. Są to stabilne układy składające się z nanocząstek zdyspergowanych w cieczy jonowej. Nanocząstki to cząstki, których co najmniej jeden z wymiarów mieści się w zakresie od 1 nm do 100 nm, tworząc tzw. nanopłyny z różnymi rozpuszczalnikami, a ciecze jonowe to związki chemiczne o temperaturze topnienia poniżej 100 °C składające się wyłącznie z jonów. W przeciwieństwie do „klasycznych” soli, ciecze jonowe są ciekłe w temperaturze pokojowej. Zasadniczym powodem tych właściwości cieczy jonowych jest ich budowa molekularna – składają się one bowiem z dużych organicznych kationów o niskiej symetrii i nieorganicznych lub organicznych anionów. Ze względu na swój skład i budowę mają wiele intrygujących właściwości – są ciekłe w szerokim zakresie temperatur do 300 °C (woda ma zakres ciekłości 100 °C), są niepalne i nie parują, są stabilne chemicznie i termicznie – są zatem atrakcyjnym medium do wymiany i magazynowania ciepła. Z kolei „zawieszenie” w nich niewielkich ilości nanocząstek może zwiększać przewodnictwo cieplne i pojemność cieplną w porównaniu z ich bazowymi cieczami jonowymi. W ten sposób IoNanofluids łączą zalety nanopłynów i cieczy jonowych, ale nie jest to zwykle „uśrednienie” właściwości mieszaniny, gdyż takie płyny hybrydowe charakteryzuje nieliniowość właściwości fizycznych od stężenia nanocząstek oraz synergia właściwości indywidualnych „składników”. Celem tego projektu jest stworzenie zupełnie nowych IoNanofluids o powtarzalnych w otrzymywaniu parametrach, tj. przede wszystkim o znacznie poprawionej stabilności oraz niespotykanej dotąd przewodności cieplnej i pojemności cieplnej. Jako faza rozproszona do badań wybrane zostały nanostruktury węglowe o podłużnej geometrii, czyli nanorurki i „nanohelisy” węglowe, a których mechanizm przewodnictwa cieplnego może przypominać utworzenie połączonej sieci trójwymiarowej. Do naszych badań wybrane zostały termicznie stabilne imidazoliowe ciecze jonowe z anionem tricyjanianometanianowym, dicyjanoimidkowym oraz bis(trifluorometylosulfonylo)imidkowym o zmiennych wartościach pojemności cieplnej i przewodności cieplnej oraz niskiej lepkości. Taki wybór składników pozwoli na zbadanie, w jaki sposób wielkość anionów i kationów, rozmiar nanocząstek i ich morfologia oraz oddziaływania między nanomateriałami a płynem bazowym wpłyną na właściwości termofizyczne IoNanofluids. W szczególności sukces niniejszego projektu zależeć będzie od metody przygotowania i czystości materiałów wyjściowych, co powinno doprowadzić do stabilnych układów oraz w przyszłości możliwości projektowania właściwości IoNanofluids w oparciu właśnie o „składniki” wyjściowe. Na wstępie zsyntezowane zostaną nanostruktury węglowe o wysokiej jakości i niskiej zmienności partii. Z kolei samo wytwarzanie IoNanofluids jest misterne, ponieważ nie oznacza prostego zmieszania cząstek stałych i cieczy. IoNanofluids będą przygotowywane przy użyciu metody dwuetapowej, polegającej np. na dyspergowaniu nanocząstek w cieczach jonowych z użyciem ultradźwięków lub olbrzymich sił ścinających w celu uzyskania trwałych układów, w których nie nastąpi agregacja i tym samym opadanie nanocząstek. IoNanofluids zostaną zdefiniowane jako stabilne, gdy nanocząstki nie będą opadały oraz ich przewodnictwo cieplne i pojemność cieplna mierzone w odstępie jednego roku nie będą różnić się o więcej niż 2%. W razie potrzeby stabilność IoNanofluids będzie mogła zostać poprawiona poprzez kontrolowane zakotwiczenie do powierzchni nanostruktur węglowych kwasowych grup funkcyjnych zdolnych do wytworzenia „mocniejszych” oddziaływań z cieczami jonowymi, a tym samym lepszego rozproszenia nanocząstek. Ważne jest jednak przede wszystkim, aby scharakteryzować rozkład wielkości cząstek w IoNanofluids, a nie tylko samych nanostruktur węglowych. Szczególne znaczenie naukowe dla tego projektu będzie polegało na badaniu struktury IoNanofluids za pomocą kriogenicznej mikroskopii transmisyjnej (cryo-TEM). Metoda cryo-TEM umożliwia bowiem bezpośrednie obrazowanie i charakteryzowanie IoNanofluids w „stanie naturalnym”. Badane obiekty są przeprowadzane w stan szklisty przez szybkie chłodzenie i badane w formie amorficznego filmu. Scharakteryzowane będą też ich właściwości fizykochemiczne, takie jak gęstość, lepkość, pojemność cieplna oraz wysokociśnieniowe przewodnictwo cieplne pod ciśnieniem od 1 do 1000 atm. i w zakresie temperatury od 20 do 177 °C. Uzyskane wyniki pozwolą połączyć w rezultacie właściwości termofizyczne ze strukturą IoNanofluids w celu odkrycia prawdziwych mechanizmów stabilizacji oraz przewodzenia ciepła w cieczach jonowych i IoNanofluids. To z kolei pozwoli lepiej projektować, np. płyny robocze w kolektorach słonecznych czy też płyny chłodnicze superkomputerów lub silników samochodowych.