

Kompozyty odlewane in-situ wzmacniane nanocząstkami faz ceramicznych

Rozwój nowych technologii wytwarzania materiałów determinuje liniowe lub skokowe zmiany właściwości produktów otrzymywanych z ich użyciem. W przypadku liniowego wzrostu właściwości otrzymujemy niewielką ich poprawę oraz niewielkie korzyści. Skokowa zmiana właściwości umożliwia uzyskanie istotnych profitów. W kontekście uzyskanych korzyści uzasadnione wydaje się inwestowanie w technologie mogące generować skokową zmianę właściwości produktów. W zależności od przeznaczenia danego produktu oczekiwania w zakresie efektów uzyskanych z jego użycia są różne. Jednym z nich jest zwiększenie właściwości mechanicznych produktów. Oznacza to takie zmiany materiałowe, które zapewnią liniową lub skokową zmianę czasu ich efektywnej pracy. W przypadku, gdy właściwości mechaniczne produktów nie są wystarczające konieczne jest zastępowanie ich nowymi. Prowadzi to do wzrostu zużycia surowców naturalnych oraz energii, często negatywnie wpływając na środowisko. Obecnie używając dostępnych materiałów inżynierskich osiągnięto pewien poziom rozwoju, jednak dalszy postęp w tym obszarze wymaga nowych materiałów oraz technologii ich wytwarzania. Materiały ze skokową zmianą właściwości stwarzają nowe możliwości dla rozwoju cywilizacji, poprzez bardziej efektywne wykorzystanie dostępnych na ziemi źródeł energii, czy też realizację badań w zakresie eksploracji kosmosu. Ich opracowanie i wytworzenie może doprowadzić do zmiany typu cywilizacji technologicznej.

Celem projektu będzie opracowanie podstaw procesu otrzymywania nowego materiału tj. kompozytu odlewanego wzmacnianego nanocząstkami TiC na osnowie Al oraz jego stopów. Materiał planuje się wytworzyć poprzez syntezę in situ nanocząstek TiC bezpośrednio w ciekłym stopie. W toku prac projektu opracowane zostaną termodynamiczne i kinetyczne podstawy procesu krystalizacji nanocząstek węgla TiC. Określone zostaną warunki, dla których węgiel posiada rozmiary z zakresu nanometrycznego. Kontrolę wielkości cząstek TiC zamierza się realizować dodatkiem moderatora, który zmienia warunki zarodkowania i wzrostu kryształów TiC w ciekłym stopie. Opracowanie mechanizmu sterowania wielkością cząstek, może umożliwić otrzymanie kompozytu odlewanego wzmacnianego nanocząstkami TiC. W omawianym procesie przewiduje się wystąpienie zjawiska odpychania cząstek TiC przez front krystalizacji z uwagi na ich wielkość oraz wartość napięcia międzyfazowego w układzie podczas krystalizacji. Dla rozwiązania tego problemu, planuje się przeprowadzenie badań mających na celu in situ funkcjonalizację powierzchni nanocząstek, celem zmiany wartości napięcia międzyfazowego. Otrzymane materiały będą kompleksowo charakteryzowane z wykorzystaniem technik obrazowania, analizy struktury, jak również zrealizowane zostaną badania oczekiwanych skokowo podwyższonych właściwości mechanicznych. Ważnym elementem badań będzie analiza granic międzyfazowych oraz zależności krystalograficznych dla nanocząstek poddanych in situ funkcjonalizacji powierzchni. Szczególnym elementem badań będzie opracowanie modelu matematycznego pozwalającego na skwantyfikowany opis rozmieszczenia nanocząstek w kompozycie, wiążący rozmieszczanie cząstek z właściwościami mechanicznymi kompozytu w skali makro i mikro.

Oczekuje się, że realizacja badań podstawowych w ramach niniejszego projektu rozwiąże zagadnienia z zakresu mechanizmu otrzymywania in situ nanocząstek TiC w ciekłym stopie, funkcjonalizacji ich powierzchni, charakteru granic międzyfazowych osnowa – nanocząstka w badanym układzie, modelu matematycznego umożliwiającego skwantyfikowany opis rozkładu nanocząstek oraz jego związek z właściwościami mechanicznymi.

Obecnie cywilizacja ludzka klasyfikowana jest, jako Typ 0 w skali rozwoju technologicznego cywilizacji. Realizacja prac badawczych, głównie podstawowych stwarza możliwość odkrycia nowych zjawisk fizycznych, nowych elementów materii, jak również opracowania nowych materiałów i technologii ich wytwarzania. Wszystko to ma na celu dalszy rozwój naszej cywilizacji ziemskiej i oczekiwać należy, że możliwe jest względnie szybkie osiągnięcie w jej rozwoju Typu 1.