

Streszczenie popularnonaukowe

Główna idea projektu polega na rozpoznaniu możliwości wytwarzania nowych materiałów hybrydowych o ultradrobnoziarnistej strukturze wykazujących wysoką wytrzymałość przy jednoczesnym zachowaniu dobrej plastyczności. Właściwości wytrzymałościowe materiałów metalicznych w dużym stopniu zależą od charakterystycznych wymiarów mikrostruktury (np. rozmiarów ziaren, czy gęstości dyslokacji). Rozdrobnienie struktury do skali mikro- oraz nano- kontroluje właściwości materiału obserwowane przez nas w skali makro. Proces ten może odbywać się na drodze dużego odkształcenia plastycznego (ang. SPD – severe plastic deformation). Dla większości materiałów metalicznych rozdrobnienie ziarna wiąże się z dużym wzrostem wytrzymałości. Odbywa się to jednak kosztem plastyczności co z kolei eliminuje je z potencjalnego praktycznego zastosowania. Z drugiej strony, w niektórych metalach, jak czyste aluminium, uzyskanie prawdziwej nanokrystalicznej struktury jest niemożliwe, z powodu procesów zdrowienia zachodzących podczas odkształcenia plastycznego. Takie materiały wykazują stosunkowo dobrą plastyczność i jedynie niewielkie zwiększenie własności mechanicznych. Jednak niska wytrzymałość również eliminuje je z potencjalnych zastosowań. Rozwiązaniem tego problemu może być połączenie w procesie SPD obu grup materiałów w formie wielowarstwowego materiału hybrydowego. Tak wykonany materiał, charakteryzował by się wysoką wytrzymałością wynikającą z obecności elementów silnie umacniających się i dobrą plastycznością jaką zapewniała by obecność elementów plastycznych. Koncepcja hybrydowego łączenia materiałów metodami SPD stanowią nowe zagadnienie w dziedzinie nauki jaką jest inżynieria materiałowa. Nieliczne doniesienia literaturowe z tej tematyki koncentrują się głównie na mikrostrukturze otrzymywanych połączeń i pozostawiają wiele pytań: jakie będą właściwości mechaniczne takich kompozytów i jaki będzie wpływ architektury takich połączeń i parametrów procesów łączenia na kształtowanie właściwości mechanicznych? Niniejszy projekt ukierunkowany jest na zbadanie tego zagadnienia.

W projekcie proponuje się wykorzystanie techniki skręcania pod wysokim ciśnieniem (ang. high pressure torsion - HPT) do wytworzenia materiałów hybrydowych charakteryzujących się unikalnymi właściwościami mechanicznymi. Planowane badania będą obejmowały określenie wpływu architektury połączeń hybrydowych (liczba warstw, ułożenie i wzajemna grubość oraz rodzaj użytych materiałów) i parametrów procesu HPT (jak liczba obrotów czy temperatury procesu) na ich właściwości mechaniczne. Planowane jest także sprawdzenie potencjalnej możliwości wzmacniania takich materiałów poprzez przemiany fazowe i dodatek cząstek dyspersyjnych. Jakość połączeń zostanie zweryfikowana za pomocą pomiarów mikrotwardości, statycznej próby rozciągania i zginania mini-belek (ang. small punch test). Następnie próbki zostaną poddane szczegółowej analizie mikrostruktury z wykorzystaniem zaawansowanych technik SEM, FIB, TEM STEM, EDX i XRD. Analiza jakościowa i ilościowa będzie obejmowała: ocenę mikrostruktury i grubości poszczególnych warstw po procesie HPT, wielkości i kształtu ziaren, przemian fazowych w połączeniach, porowatości szczątkowej i jakości połączenia, rozmieszczeniu cząstek dyspersyjnych w osnowie i zmianom składu chemicznego.

Proponowany projekt ma duże znaczenie naukowe i dotyczy najbardziej aktualnych zagadnień w dziedzinie inżynierii materiałowej w obszarze materiałów o silnie rozdrobnionej strukturze. Przyczyni się także do opracowania efektywnej techniki wytwarzania wielowarstwowego materiału metalicznego o niespotykanej dotąd mikrostrukturze i właściwościach mechanicznych, poprzez kombinację materiałów wykazujących różne zachowanie podczas dużego odkształcenia plastycznego