

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Dotychczasowy stan wiedzy wskazuje, że pomimo wielu zalet kompozytów ceramicznych do zastosowań na narzędzia skrawające, postęp w tej szczególnej dziedzinie, wymagającej od opracowywanych materiałów odporności na ekstremalnie trudne warunki pracy, jest bardzo powolny. Najistotniejszymi ich cechami są: wysoka twardość, odporność na zużycie przez ścieranie a także odporność na dynamiczne obciążenia i kruche pękanie. W ostatnich latach z uwagi na dynamiczny rozwój obróbki na sucho i obróbki z dużą prędkością dodatkowym wymaganiem dla materiału narzędziowego jest odporność na zużycie chemiczne i dyfuzyjne, szczególnie intensyfikowane przez wysoką temperaturę obróbki. Niska odporność materiałów ceramicznych na kruche pękanie, mała przewodność cieplna i anizotropia współczynników rozszerzalności cieplnej powodują występowanie gradientu rozkładu temperatury i powstawanie mikropęknięć w ostrzach narzędzi skrawających. Dlatego też, w ostatnim czasie poszukuje się nowych układów kompozytowych oraz nowych metod wytwarzania kompozytów ceramicznych do zastosowań na narzędzia skrawające. Obiecującą metodą ograniczającą udział zjawisk termicznych jest spiekanie iskrowe - SPS (ang. Sprak Plasma Sintering). Poszukuje się też nowych rodzajów faz umacniających, w tym nanomateriałów oraz materiałów o strukturze 2D. Postęp w metodach wytwarzania nanomateriałów i materiałów 2D stwarza niewątpliwie szansę rozwoju technologii materiałów kompozytowych. Dzięki wprowadzonym innowacjom, opracowywanie nowych materiałów o strukturze dwuwymiarowej charakteryzujących się unikatowymi właściwościami funkcjonalnymi stanowi obecnie jeden z najszybciej rozwijających się kierunków w nauce. Od czasu odkrycia specyficznych właściwości grafenu obserwuje się lawinowy wzrost zainteresowania materiałami dwuwymiarowymi (kryształami 2D).

Właściwości materiałów 2D różnią się znacząco od ich odpowiedników 3D. Powoduje to, że wciąż poszukuje się sposobów na przekształcenie znanych warstwowych struktur trójwymiarowych w unikalne pod względem właściwości struktury dwuwymiarowe. Do takich znanych od wielu lat struktur 3D należą związki o stechiometrii $M_{n+1}AX_n$ z naprzemiennie ułożonymi warstwami metalu i niemetalu, zwane fazami MAX. Nasze wstępne badania potwierdzone danymi literaturowymi, wykazały możliwość ekspandowania faz MAX do MXenów o stechiometrii $M_{n+1}X_n$ poprzez usunięcie jednej warstwy pierwiastka A ze struktury krystalicznej. Ponadto, używając sonikacji w cieczy potrafimy rozwarstwiać MXeny do struktur 2D a następnie modyfikować je tlenkami metali.

Celem naukowym projektu, realizowanego przez interdyscyplinarny zespół z Politechniki Warszawskiej (Wydział Inżynierii Materiałowej i Wydział Chemiczny) oraz Akademii Górniczo-Hutniczej, jest stworzenie nowej wiedzy dotyczącej otrzymywania i właściwości fizyko-mechanicznych kompozytów ceramicznych z udziałem nowych dwuwymiarowych struktur karbidków/azotków lekkich metali przejściowych, opracowanie chemicznych metod modyfikacji ich powierzchni powłoką ceramiczną i/lub metaliczną a także zbadanie mechanizmów odpowiedzialnych za zmiany mikrostruktury i właściwości fizyko-mechanicznych wytworzonych materiałów skonsolidowanych w aspekcie oddziaływań fizyko-chemicznych powierzchni fazy umacniającej - struktur 2D nie modyfikowanych i modyfikowanych powierzchniowo. Zbadana zostanie także anizotropia morfologii kompozytów oraz struktury krystalicznej opracowanych kryształów 2D w danych osnowach oraz granica rozdziału między fazą umacniająca a osnową ceramiczną.

Nasze pierwsze próby w zakresie zastosowania Ti_2C jako fazy umacniającej kompozytu ceramicznego o osnowie Si_3N_4 wskazują, że możliwe jest otrzymanie materiału o podwyższonej wartości modułu Younga, twardości, wytrzymałości na zginanie, K_{IC} , energii pękania. Również liczne prace zespołu na temat wytwarzania kompozytów na osnowie ceramicznej umacnianej innymi materiałami 2D, np. grafenem, potwierdzają korzystny wpływ dodatków o strukturze 2D na właściwości mechaniczne wytwarzanych kompozytów. Oczekiwany rezultatem realizacji projektu jest wypełnienie znaczącej luki w dostępnych danych literaturowych na temat kompozytów ceramicznych z udziałem nowej rodziny struktur dwuwymiarowych – karbidków/azotków lekkich metali przejściowych. Otrzymane w ramach projektu wyniki badań będą miały charakter pionierski o wysokiej wartości naukowej i znacznym potencjale odkrywczym, co pozwoli na przygotowanie ponad 10 publikacji w czasopismach z listy JCR o wysokim współczynniku *impact factor*. Osiągnięcia naukowe niniejszego projektu stworzą szansę przełomu w powolnym rozwoju materiałów kompozytowych przeznaczonych na narzędzia skrawające, wymagające od odporności na ekstremalnie trudne warunki pracy.