

Kompozyty metalowo-ceramiczne (IPC), badane w projekcie, zbudowane są z metalowej matrycy i pianki ceramicznej. Te dwa składniki **przenikające się wzajemnie** zwane są fazami. Ze względu na istnienie pianki ceramicznej, kompozyty są stosunkowo lekkie, a dzięki matrycy metalicznej materiał staje się odporny na kruche pękanie. Dodatkowo metalowa matryca poprawia odporność na uderzenia.

Biorąc pod uwagę właściwości IPC, mogą być one poddawane ekstremalnym obciążeniom, takim jak: zmienne obciążenia dynamiczne, wysokie temperatury, uderzenia. Te unikalne właściwości umożliwiają zastosowanie kompozytów metalowo-ceramicznych w lotnictwie, badaniu kosmosu, energetyce jądrowej oraz przemyśle zbrojeniowym.

Ponieważ IPC są nowymi materiałami o złożonej mezostrukturze i mikrostrukturze, interakcje między fazami nie są jeszcze dokładnie znane, dlatego też wymagają one gruntownych badań. Makropęknięcia, które są zwykle widocznymi oznakami procesu niszczenia zależą od rozwoju pęknięć na poziomach mezo- i mikro-. Dlatego potrzebne są badania z wykorzystaniem zaawansowanego oprzyrządowania do badań eksperymentalnych przy obciążeniach uderzeniowych oraz stworzenie metodologii analizy gromadzonych danych zaczynając od poziomu mikro-, a kończąc na makroskali. Ponieważ obciążenia uderzeniowe są bardzo krótkotrwałe, nie istnieje możliwość obserwacji tworzenia i wzrostu pęknięć powstających w materiale, w szczególności na poziomie mikroskali. Analiza wyników eksperymentalnych jest zwykle przeprowadzana *post-mortem*, tzn. badana jest próbka po jej zniszczeniu. Procesy pęknięcia można jednak modelować z zastosowaniem metod numerycznych.

Metody numeryczne będą szeroko stosowane w projekcie do symulowania: (a) makrofragmentacji próbek IPC (b) rozwoju pęknięć na poziomie mezo- (c) inicjacji pęknięć na poziomie mikroskali. Każda ze wspomnianych aplikacji wymaga zastosowania różnych technik obliczeniowych. Po pierwsze: w celu symulacji makro-fragmentacji IPC, ze względu na bardzo duże odkształcenia, zastosowana będzie perydynamika (metodą bezsiatkowa). Po drugie: do symulacji rozwoju pęknięć na poziomie mezoskali, w większości przypadków stosuje się metodę elementów skończonych. Wszystkie te metody zostaną wykorzystane do wykreowania reprezentatywnego elementu objętościowego materiału, który określa właściwości materiałowe kompozytu na poziomie makroskali. Elementy te można wielokrotnie pomnożyć, uzyskując realistyczne modele, na przykład części mechanicznych. Innymi słowy, element ten może stać się użyteczny w praktyce inżynierskiej, co oznacza, że nadaje się do stosowania w systemach CAD / CAM. Podsumowując, reprezentatywne elementy objętościowe materiału mogą być wykorzystywane do szybkiego prototypowania zaawansowanych materiałów kompozytowych i późniejszego projektowania fragmentów np. konstrukcji kosmicznych, lotniczych, samochodowych itd.

Obliczenia będą wykonywane wykorzystując zasoby PLGRID w tym na superkomputerze CRAY XC40. System ten wdrożono na Uniwersytecie Warszawskim około 3 lata temu i zawiera on 1084 węzły obliczeniowe (łącznie 26016 rdzeni). Dodatkowo obliczenia będą wykonywane na innych komputerach o architekturze klastrowej w ośrodkach obliczeniowych TASK w Gdańsku oraz Cyfronet w Krakowie.