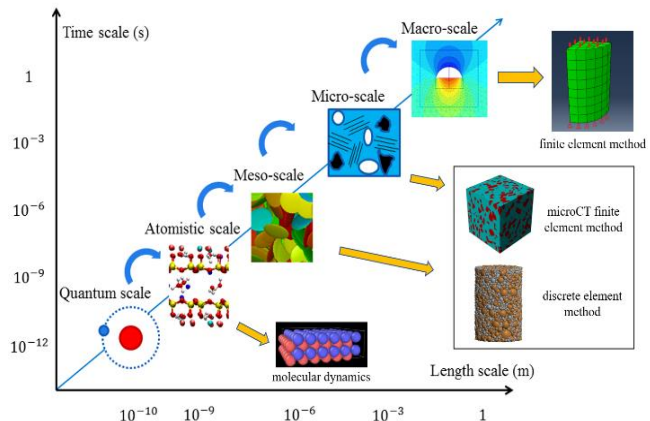


POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Hybrydowe kompozyty na osnowie metalowej (HMMCs) będące zmodyfikowaną wersją standardowych kompozytów na osnowie metalowej (MMCs) są jedną z bardziej zaawansowanych grup materiałów stosowanych w przemyśle lotniczym, motoryzacyjnym oraz obronnym. HMMCs otrzymywane są poprzez dodanie do osnowy metalowej dwóch lub więcej typów materiału wzmocnienia o różnych właściwościach, lub wzmocnienia o różnych rozmiarach (np. mikro- oraz nanometrycznego). Pozwala to na uzyskanie lepszych właściwości użytkowych w stosunku do klasycznych kompozytów, takich jak zwiększona trwałość w wysokich temperaturach, wyższa wytrzymałość właściwa i sztywność, zwiększona odporność na zużycie czy pękanie. Ze względu na możliwe zastosowanie, procesy deformacji oraz rozwój uszkodzeń mechanicznych HMMCs są jednymi z ważniejszych kwestii w kontekście długotrwałej eksploatacji tychże materiałów.

Właściwości mechaniczne HMMCs mogą być skutecznie modelowane dzięki podejściu wieloskalowemu. Pozwala ono na uwzględnienie właściwości materiału na różnych poziomach analizy, w tym mikroskopowym (rodzaj materiału osnowy, udział objętościowy i wielkości zbrojenia, jakość interfejsu metal-ceramika), oraz na poziomie atomowym (gęstość defektów, orientacja ziaren czy rodzaj granic ziaren). Zjawiska oraz mechanizmy zachodzące na niższych skalach mają zdecydowany wpływ na zachowanie materiału kompozytowego w skali makroskopowej, co bezpośrednio może być uwzględnione w ramach modelowania wieloskalowego.

Proponowany projekt zakłada prace badawcze nad rozwojem modeli numeryczne pozwalających na analizę procesów deformacji (aż do uszkodzenia) na różnych skalach (atomistycznej, mikroskopowej i makroskopowej). Analiza numeryczna zostanie przeprowadzona na przykładzie hybrydowych kompozytów na osnowie metalowej. W ramach badań numerycznych zostaną zastosowane różne podejścia i różne modele odpowiednie dla każdej skali (Rys. 1). W celu zbadania wytrzymałości poszczególnych składowych kompozytu



Rys 1. Schemat proponowanego wieloskalowego modelu.

(osnowy metalowej, zbrojenia ceramicznego i interfejsu metal-ceramika) zostaną przeprowadzone symulacje dynamiki molekularnej, dzięki którym możliwe będzie wyznaczenie parametrów wejściowych do modeli mikromechanicznych (metody elementów dyskretnych oraz skończonych) opartych na rzeczywistej mikrostrukturze kompozytu otrzymanej z mikrotomografii rentgenowskiej. Celem symulacji na poziomie mikroskopowym jest dostarczenie danych wejściowych do modelowania w makroskali. Finalnym krokiem w podejściu wieloskalowym będzie numeryczna symulacja testu zginania zminiaturyzowanych próbek (ang. *small punch test*), który jest nową metodą określania wytrzymałości materiału. Modele numeryczne zostaną zweryfikowane na podstawie własnych wyników eksperymentalnych uzyskanych w ramach projektu. Badania właściwości mechanicznych zostaną przeprowadzone w trzech skalach: nano-, mikro- i makroskopowej. Kombinacja badań doświadczalnych oraz numerycznych zostanie wykorzystana do analizy procesów deformacji i wytrzymałości mechanicznej trzech rodzajów materiałów. Kompozyt na osnowie NiAl wzmocniony cząstkami korundowymi (Al_2O_3) o różnej wielkości zbrojenia został wybrany jako materiał modelowy charakteryzujących się kruchym rodzajem deformacji. Kompozyty na osnowie miedzianej oraz niklowej wzmocnione węglikiem krzemu (SiC) o różnej wielkości zbrojenia zostały wytypowane jako materiały o charakterystyce plastycznej. W ramach prac doświadczalnych zostanie opracowana technologia spiekania nowego kompozytu Ni-SiC. Procesy deformacji i zniszczenia kompozytów będą badane pod kątem zawartości objętościowej i składu zbrojenia.