

Dynamicznemu rozwojowi technologii w ostatnim stuleciu towarzyszy rozwój inżynierii materiałowej. W myśl olimpijskiego motta „szybciej, wyżej, mocniej” wymagamy od otaczającej nas technologii szybkiego transportu, wysokiej wydajności, mocnych komputerów. Realizowanie stawianych technice wyzwań jest możliwe dzięki zastosowaniu nowoczesnych materiałów o dedykowanych parametrach.

Wykonanie materiału spełniającego wymagania technologiczne jest możliwe przy zastosowaniu materiałów kompozytowych. Makroskopowe parametry materiałowe kompozytów zależą od mikrostruktury i zjawisk zachodzących na poziomie „mikro”. Pojęcia "mikro" i "makro" mają charakter umowny. W kompozytach ceramiczno-metalowych podstawowym parametrem skali jest wymiar ceramicznego wtrącenia. Kompozyty składają się od dwóch do nawet kilku komponentów (faz), które budują strukturę materiału na poziomie mikro. Podstawowym podziałem komponentów materiałów heterogenicznych jest podział na osnowę, będącą spoiwem i matrycą kompozytu, oraz wtrącenia, które są inkluzjami zbrojenia "zawieszonymi" w osnowie kompozytu.

Parametry materiałowe kompozytu w dużej mierze zależą od właściwości osnowy, która zajmuje większość objętości materiału niejednorodnego. Aby otrzymać pożądane właściwości materiałowe osnowę zbroi się poprzez dodanie wtrąceń. Inkluzje mogą być w formie cząstek o kształtach obłych jak elipsa, bądź kanciastych jak prostopadłościan. Kompozyty można także zbroić wtrąceniami w kształcie włókien lub strukturami warstwowymi tworząc laminaty. Parametry geometryczne oraz rozkład inkluzji w kompozycie wpływa na makroskopową odpowiedź kompozytu.

Efektywne właściwości materiałów kompozytowych są różne od właściwości poszczególnych materiałów składowych w takich samych warunkach. Dobrym przykładem jest kompozyt złożony z ceramiki i metalu. Ceramika jest odporna na wysokie temperatury, ale jej wadą jest kruche pękanie, natomiast odpowiedni stop metalu uplastycznia się przy wysokim naprężeniu, ale ulega deformacji pod niewielkim obciążeniem w podwyższonej temperaturze. Kompozyt ceramiczno-metalowy posiada zalety ceramiki i metalu: jest odporny na wysokie temperatury oraz nie pęka w sposób kruchy pod obciążeniem.

Modele mikromechaniczne pozwalają oszacować makroskopowe właściwości materiałów niejednorodnych przy znajomości mechanizmów zachodzących w skali mikro materiałów. Ułatwiają zrozumienie lokalnych mechanizmów rządzących wpływem cech morfologicznych mikrostruktury na właściwości materiału w skali makro. Niestety klasyczne modele mikromechaniczne biorą pod uwagę jedynie udział objętościowy wtrąceń oraz czasem ich elipsoidalny kształt. W ramach projektu opracowany model morfologicznej reprezentacji kompozytu (MRP) uwzględnił dodatkowe parametry mikrostruktury: upakowanie, kształt i rozmiar cząstek, jakość połączenia faz oraz zostanie rozwinięty do nieliniowej odpowiedzi kompozytu spowodowaną rozwojem uszkodzenia.

Projektowanie kompozytów jest istotnym etapem w produkcji elementów i opiera się na modelach mikromechanicznych oraz symulacjach numerycznych. Odpowiednio dobrany model powinien uwzględniać morfologię kompozytu, aby w dobrym stopniu oszacować parametry materiałowe otrzymanego kompozytu. Celem projektu jest rozbudowanie istniejącego modelu mikromechanicznego uwzględniającego morfologię kompozytu o nowe aspekty: różne kształty cząstek i rozwój uszkodzenia w kompozycie. Rozwijany w badaniach model mikromechaniczny oparty na morfologii kompozytu pozwala dokładniej określić odpowiedź kompozytu i udzielić odpowiedzi na pytanie w jaki sposób rozwinie się uszkodzenie w kompozycie i jak to wpłynie na jego odpowiedź. Wyniki otrzymane przy wykorzystaniu analitycznych modeli mikromechanicznych będą zweryfikowane poprzez porównanie ich przewidywań z rezultatami symulacji numerycznych oraz wynikami badań doświadczalnych.