

# Streszczenie

Niniejsza rozprawa doktorska podejmuje problematykę odpowiedzi zmęczeniowej termomechanicznej oraz integralności strukturalnej kompozytów z osnową polimerową (PMCs), uwzględniając w analizie zjawisko samorozgrzania. W wyniku przeprowadzonych badań sformułowano pięć kluczowych osiągnięć naukowych.

Pierwszym istotnym osiągnięciem tej pracy było opracowanie fizykalnego modelu uwzględniającego wpływ samorozgrzania na kompozyty PMCs poddane obciążeniom zmęczeniowym. Model ten umożliwia symulację rozkładu temperatury na całej grubości materiału, co nie jest możliwe przy bezpośrednim pomiarze za pomocą kamery termowizyjnej. Drugim kluczowym wkładem było wprowadzenie nowego, bezwymiarowego i skalowalnego współczynnika opartego na koncepcji szybkości rozpraszania ciepła. Współczynnik ten pozwala na przenoszenie wyników testów zmęczeniowych z UFFT (20,2 kHz), przeprowadzanych w kontrolowanej temperaturze przy wykorzystaniu impulsowego schematu obciążenia z wymuszonym chłodzeniem powietrznym, do warunków LFFT (50 Hz) z naturalnym chłodzeniem powietrzem. Ponadto rozszerzono zakres zastosowania koncepcji szybkości rozpraszania ciepła do określania krytycznych przedziałów temperatury samorozgrzania w warunkach UFFT, co może stanowić kryterium uszkodzenia w przyszłych badaniach zmęczeniowych metodą ultradźwiękową.

Trzecim kluczowym osiągnięciem było wyznaczenie wartości FFE w różnych warunkach zmęczeniowych (LCF, ICF i HCF) poprzez połączenie wyników testów IAT i CAT. Na tej podstawie opracowano i zweryfikowano krzywe *S-N* oparte na FFE w odniesieniu do standardowych krzywych *S-N* odpowiadających finalnemu zniszczeniu PMCs. Dodatkowo skonstruowano krzywe *S-N* bazujące na wskaźnikach EDI i SD, co umożliwiło ocenę procesu degradacji zmęczeniowej. Takie podejście pozwoliło na ciągłe monitorowanie procesu degradacji zmęczeniowej – od początkowej inicjacji uszkodzeń aż do całkowitego zniszczenia – przewyżając ograniczenia klasycznych ocen bazujących na krzywych *S-N*.

Czwartym kluczowym wkładem było określenie zdolności nanostruktur węglowych o wysokiej przewodności cieplnej do redukcji efektów cieplnych wywołanych samorozgrzaniem. Pozwoliło to na skuteczną kontrolę temperatury samorozgrzania, a tym samym na wydłużenie

trwałości zmodyfikowanych PMCs w różnych reżimach zmęczenia.

Ostatnim istotnym osiągnięciem było rozszerzenie zastosowania SHVT do nieniszczącej oceny 2D PMCs oraz opracowanie dwuetapowego algorytmu bazującego na koncepcjach granicy efektywnego termogramu i maksymalnego stosunku temperatur. Algorytm ten umożliwia systematyczny dobór optymalnego termogramu spośród dużego zbioru dla każdego scenariusza uszkodzenia.