

## Ocena wytrzymałości i trwałości zmęczeniowej struktur CFRP w warunkach nieproporcjonalnego wieloosiowego obciążenia

Streszczenie popularno-naukowe

Rosnący popyt na rynku materiałów kompozytowych spowodowany jest stale rozwijanymi się procesami produkcyjnymi tych materiałów. Zapotrzebowanie to wynika z satysfakcjonujących właściwości, jakie wykazują te materiały, takich jak wysoka wytrzymałość właściwa, niska gęstość, wysoka odporność na korozję, zmęczenie i środowisko chemiczne. Ponadto dowolność kształtowania geometrii pozwala na wytwarzanie nowych skomplikowanych elementów geometrycznych i obiektów stosując nowoczesne materiały hybrydowe. Warto wspomnieć o kilku przykładach, takich jak łopaty turbin wiatrowych, wały napędowe, zbiorniki wysokociśnieniowe czy skrzydła samolotów. Jak można zauważyć, obiekty te poddawane są różnym obciążeniom cyklicznym. Dobrym przykładem jest wał napędowy, który jest poddawany obciążeniom skręcającym i zginającym. Warunki te w istotny sposób wpływają na obsługę eksploatacyjną obiektów. Ze względu na rozwój materiałów kompozytowych w wielu gałęziach inżynierii, wymagany jest szczegółowy proces projektowania, który zapewnia bezpieczeństwo i niezawodność w eksploatacji.

Badania te skupiają się na opisie i charakterystyce procesu zmęczenia. Badany jest materiał warstwowy, polimer wzmocniony włóknem węglowym (CFRP) poddany działaniu siły osiowej i skręcaniu z przesunięciem fazowym. Znajomość tego zachowania pozwoli ocenić trwałość zmęczeniową w oparciu o podejście energetyczne. Dotychczas w literaturze nie zidentyfikowano jednoznacznego matematycznego opisu zachowania tego typu materiału, uwzględniającego średnie naprężenia i nieproporcjonalność obciążeń. W ramach tego projektu, opracowane zostanie kryterium zmęczeniowe, oparte na podejściu energetycznym, które pozwoli ocenić trwałość zmęczeniową struktur z uwzględnieniem badanych parametrów. Podjęty kierunek badawczy pozwoli na lepsze zrozumienie zjawisk degradacji i zniszczenia materiałów kompozytowych w złożonym stanie naprężeń.

Metodologię projektu można podzielić na fazę eksperymentalną i analityczną. Pierwsza faza obejmuje prace eksperymentalne, czyli wstępne badanie do kolejnej fazy, oceny trwałości zmęczeniowej. W tej części cylindryczne struktury CFRP wytwarzane metodą nawijania zostaną poddane obciążeniom rozciągającym/skręcającym. Serwo-hydrauliczna maszyna wytrzymałościowa wyposażony w specjalne uchwyty zapewni odpowiednie warunki obciążenia. Druga faza jest związana z oceną zachowania zmęczeniowego. Przeprowadzona zostanie walidacja dostępnych w literaturze hipotez zmęczeniowych oraz podjęta zostanie próba opracowania własnego kryterium zmęczeniowego uwzględniającego badane parametry, które pozwoli ocenić trwałość zmęczeniową konstrukcji.

Część eksperymentalna zostanie wzbogacona o badania nieniszczące (ND) metody badania mechanizmów uszkodzeń. W materiałach kompozytowych może wystąpić kilka mechanizmów uszkodzeń, na przykład rozwarstwienie, odspojenie, pękanie osnowy lub wyrywanie włókien. Metody ND pozwalają na określenie defektów pojawiających się w wyniku procesu technologicznego i rozwinięcie ich w trakcie eksperymentu. Tomografia komputerowa ex-situ jest niezawodną metodą określania porów i wtrąceń będących następstwem procesu technologicznego. Ponadto analiza in-situ pokazuje ewolucję pojawiających się defektów i mechanizmów uszkodzeń podczas testu zmęczeniowego. Dodatkowo do pomiaru lokalnych odkształceń podczas testu zostanie użyte urządzenie do cyfrowej korelacji obrazu (DIC). Dostarczy ono również informacji o defektach występujących na zewnętrznej powierzchni próbki.

W wyniku przeprowadzonych prac nowa wiedza poznawcza zostanie nabyta, która wpasuje się w rozwój dyscyplin: inżynieria mechaniczna, a ściślej: mechanika doświadczalna i obliczeniowa oraz zagadnienia modelowania w mechanice.