

Streszczenie popularnonaukowe

W obecnym szybkim tempie życia komfort i użyteczność konstrukcji inżynierskich jest czymś oczywistym. Niedostępność konstrukcji spowodowana awariami lub działaniami konserwacyjnymi powoduje duże straty w zakresie czasu, pieniędzy i w skrajnych przypadkach stanowi zagrożenie życia. Konieczna jest więc znajomość stanu konstrukcji, aby uniknąć takich drastycznych sytuacji. Ocena stanu konstrukcji dokonywana z wykorzystaniem czujników nazywana jest monitorowaniem stanu technicznego konstrukcji (z ang. Structural Health Monitoring, SHM).

Zazwyczaj SHM jest przeprowadzana przy użyciu technik bazujących na drganiach. Techniki te są wrażliwe na duże uszkodzenia. Jest to przydatne w niektórych zastosowaniach, takich jak mosty o dużej tolerancji w projektowaniu, ale nie jest wystarczające w przypadku konstrukcji kompozytowych, np. w samolotach, które mają niską tolerancję na uszkodzenia. Technika oparta na falach prowadzonych oraz technika oparta na impedancji elektromechanicznej jest bardzo wrażliwa na nawet niewielkie zmiany w strukturze i jest powszechnie stosowana w konstrukcjach kompozytowych. Jednym z wyzwań dla tych metod jest wrażliwość na warunki otoczenia, takie jak obciążenie, temperatura itp. Czynniki te są również istotne dla wykrywania uszkodzeń metodami bazującymi na drganiach. W celu przewyższenia tych skutków konieczne jest zastosowanie modeli numerycznych. Modele numeryczne mogą pozwolić nam na oddzielenie skutków obciążeń otoczenia i tych spowodowanych uszkodzeniem, a tym samym na bardziej niezawodne wykrywanie uszkodzeń.

Niestety opracowanie modelu numerycznego, który dokładnie odwzorowuje reakcję konstrukcji, jest bardzo trudne i czasochłonne. Dlatego potrzebne są nowe techniki poprawy dokładności i efektywności modeli numerycznych. Zadanie to będzie realizowane równoległe przez zespoły w Szwajcarii i w Polsce. Zespół w Polsce specjalizuje się w technice zwanej metodą elementów spektralnych (SEM), która jest bardziej wydajna obliczeniowo niż metoda elementów skończonych. Wydajność może zostać jeszcze bardziej zwiększona poprzez zastosowanie obliczeń równoległych, które są kolejną, nadchodzącą dziedziną. Metoda SEM będzie dalej rozwijana w celu poprawy modelowania scenariuszy uszkodzeń w celu naśladowania zachowania konstrukcji. Podobne działania z wykorzystaniem techniki XFEM będą prowadzone przez szwajcarski zespół. Zastosowanie modelowania SEM i modelowania zredukowanego rzędu poprawi wydajność obliczeniową i wygeneruje dane, które mogą być łączone z danymi pomiarowymi z czujników.

Po pierwsze, zbadane zostaną podejścia oparte na danych, wykorzystujące tylko dane eksperymentalne. W tym celu wykorzystane zostaną najnowsze osiągnięcia w dziedzinie sztucznej inteligencji. Podejście to zapewni wstępną ocenę stanu struktury, takiego jak istnienie uszkodzeń i ich umiejscowienie. W celu określenia zakresu uszkodzeń zostaną zbadane podejścia oparte na fizyce, wykorzystujące dane liczbowe i dane doświadczalne.

Pomiary zostaną przeprowadzone na prostych próbkach w celu walidacji opracowanych modeli. Następnie opracowana metodologia zostanie zastosowana do łopat turbin wiatrowych w małej skali. Do badań zostanie wykorzystany szeroki zakres czujników i technik pomiarowych, takich jak czujniki światłowodowe, laserowy wibrometr dopplerowski, czujniki piezoelektryczne do pomiarów punktowych oraz pomiarów impedancji elektromechanicznej.