

Gdańsk, 4 kwietnia 2007

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Anity Orłowskiej

pt.: *Delaminacja wiotkich ustrojów sprężystych – modelowanie, identyfikacja, sterowanie*

Podstawę formalną opracowania niniejszej recenzji stanowi Uchwała Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN z dnia 30 listopada 2006 powołująca opiniującego na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Anity Orłowskiej pt.: *Delaminacja wiotkich ustrojów sprężystych – modelowanie, identyfikacja, sterowanie*.

1. OCENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Przedmiotem oceny jest praca mgr inż. Anity Orłowskiej pt.: *Delaminacja wiotkich ustrojów sprężystych – modelowanie, identyfikacja, sterowanie* opublikowana w postaci zwartej (druk). Praca liczy 82 strony i zawiera 79 pozycji bibliografii.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRACY

Praca pt.: *Delaminacja wiotkich ustrojów sprężystych – modelowanie, identyfikacja, sterowanie* obejmuje 82 strony i składa się z sześciu rozdziałów, bibliografii i załącznika CD.

W rozprawie przedstawiono propozycję nowego, efektywnego podejścia do modelowania zjawiska delaminacji z uwzględnieniem zjawisk kontaktowych a także opracowano metodę identyfikacji defektów. Ponadto wskazano na możliwości efektywnego tłumienia drgań w wiotkich ustrojach dwuwarstwowych. Do powyższych celów wykorzystano narzędzia Metody Dystorsji Wirtualnych (MDW).

Rozprawa obejmuje swoim zakresem cztery zasadnicze zagadnienia opisane kolejno w rozdziałach od II–V. W pierwszej części opisano Metodę Dystorsji Wirtualnych (MDW) oraz Metody Impulsowych Dystorsji Wirtualnych (MIDW). Obydwie metody stanowią zasadnicze narzędzia badań opisanych w dalszej części pracy. Doktorantka uzasadniła przydatność obydwu metod do modelowania zmian sztywności konstrukcji mechanicznych gdyż jak wiadomo uszkodzenia konstrukcji powodują właśnie takie zmiany.

W dalszej części pracy opracowano algorytmy modelowania delaminacji dla dwóch przypadków obciążeń konstrukcji – statycznego i dynamicznego. Model delaminacji opracowano na podstawie metod dystorsyjnych, po czym nastąpiła weryfikacja tego modelu przy wykorzystaniu elementów kontaktowych dostępnych w komercyjnym pakiecie programów ANSYS. Zamieszczono również wyniki weryfikacji eksperymentalnej.

Ważną część rozprawy stanowi rozdział czwarty, który poświęcono zagadnieniom identyfikacji delaminacji. Przedstawiono w nim trzy różne metody identyfikacji. Dwie metody opracowano na podstawie gradientowej minimalizacji funkcji celu, która stanowi miarę odstępstwa hipotetycznej odpowiedzi konstrukcji uszkodzonej od odpowiedzi uzyskanej z eksperymentu. W trzeciej metodzie podstawę stanowią sygnały rejestrowane przez czujniki, które umieszczono na powierzchni konstrukcji.

W ostatniej części pracy przedstawiono pewną propozycję kontrolowanego sterowania belki z delaminacją, która ma na celu tłumienie drgań. Również w tym przypadku punktem wyjścia była metoda dystorsji, na podstawie której opracowano algorytm sterowania konstrukcją. Przeprowadzono testy numeryczne, które umożliwiły ocenę efektywności tłumienia drgań metodą PAR (z ang. *Prestress Accumulation Release*). W celu weryfikacji poprawności modelu przeprowadzono badania eksperymentalne.

Opisane wyżej metody zostały opracowane przy założeniu liniowej sprężystości materiału jak też przyjęto, iż pęknięcia (delaminacje) nie propagują się.

W rozprawie zamieszczono 79 pozycji literatury. Na liście cytowanej literatury dominują pozycje z lat 1990–2006 a więc obejmujące najnowsze osiągnięcia badawcze ostatniej dekady. Praca jest dobrze osadzona w odniesieniu do przytoczonych pozycji literatury.

OCENA PRACY

Głównym celem ocenianej rozprawy doktorskiej było opracowanie nowego, efektywnego modelowania zjawiska delaminacji z uwzględnieniem zjawisk kontaktowych a także opracowanie metody identyfikacji tych defektów. Ponadto opracowano pewną koncepcję tłumienia drgań w wiotkich ustrojach dwuwarstwowych. Do powyższych celów wykorzystano narzędzia Metody Dystorsji Wirtualnych.

Do oryginalnych koncepcji i osiągnięć Autorki zaliczam:

- (1) Sformułowanie na podstawie metod MDW i MIDW problemu modelowania odpowiedzi odkształceniowej konstrukcji dwuwarstwowej zdelaminowanej oraz opracowanie algorytmu modelowania odpowiedzi konstrukcji obciążonej statycznie i dynamicznie.
- (2) Wykorzystanie podejścia dystorsyjnego do modelowania oddziaływań kontaktowych, które pozwoliło na łatwe wprowadzenie oddziaływań zapobiegających penetracji jak i uwzględnienie tzw. efektu otwartej szczeliny.
- (3) Sformułowanie problemu wyznaczania wrażliwości pól odkształceń na składowe wektora współczynników modyfikacji sztywności definiującego rozmiar i intensywność rozwarstwienia.
- (4) Sformułowanie na podstawie metod MDW i MIDW problemu minimalizacji funkcji celu stanowiącej miarę odległości pomiędzy funkcjami przejścia, które otrzymano z eksperymentu przeprowadzonego na rzeczywistej konstrukcji oraz obliczeń wykonanych na jego modelu numerycznym.
- (5) Opracowanie algorytmu identyfikacji uszkodzeń bazującego na wspomnianej powyżej funkcji celu.
- (6) Opracowanie algorytmu identyfikacji delaminacji opartego na pomiarze różnic odpowiedzi konstrukcji pierwotnej i uszkodzonej wykorzystującego siatkę sensorów rozłożonych równomiernie na powierzchni belki.

Oceniając merytoryczną wartość pracy pragnę wyrazić opinię, iż Autorka w pełnym wymiarze zrealizowała postawione we wstępie do rozprawy zadanie naukowe.

