

Prof. dr hab. inż. **Wiesław Ostachowicz**
Kierownik Zakładu Mechaniki Struktur Inteligentnych
Kierownik Ośrodka Mechaniki Maszyn
INSTYTUT MASZYN PRZEPLYWOWYCH PAN
ul. J.Fiszera 14 80-952 GDAŃSK

Gdańsk, 28 marca 2008

RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Andrzeja Świercza**

pt.: *Identyfikacja defektów w konstrukcjach prętowych na postawie Metody Dystorsji Wirtualnych w domenie częstości*

Podstawę formalną opracowania niniejszej recenzji stanowi Uchwała Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN z dnia 25 października 2007 powołująca opiniującego na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Andrzeja Świercza pt.: *Identyfikacja defektów w konstrukcjach prętowych na postawie Metody Dystorsji Wirtualnych w domenie częstości*.

1. OCENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Przedmiotem oceny jest praca mgr inż. Andrzeja Świercza pt.: *Identyfikacja defektów w konstrukcjach prętowych na postawie Metody Dystorsji Wirtualnych w domenie częstości* opublikowana w postaci zwartej (druk). Praca liczy 98 stron i zawiera 75 pozycji bibliografii.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRACY

Praca pt.: *Identyfikacja defektów w konstrukcjach prętowych na postawie Metody Dystorsji Wirtualnych w domenie częstości* liczy 98 stron i składa się z sześciu rozdziałów, bibliografii i spisu treści.

W rozprawie przedstawiono *Metodę Dystorsji Wirtualnych*, która w tym przypadku została sformułowana w dziedzinie częstotliwości (metoda jest oznaczana w dalszej części recenzji przez VDM-F). Metodę VDM-F wykorzystano do identyfikacji uszkodzeń w konstrukcjach prętowych.

Cele prace zostały przedstawione w punkcie 1.4 rozprawy. Jak już wyżej wspomniano głównym celem rozprawy było opracowanie metody VDM-F bazującej na *Metodzie Dystorsji Wirtualnych*. Doktorant wychodząc ze sformułowania *Metody Impulsowych Dystorsji Wirtualnych* (VDM-T), która jest skuteczna lecz czasochłonna, opracował bardziej skuteczne narzędzia analizy zagadnień odwrotnych, czyli właśnie metodę VDM-F.

Doktorant osiągnął cel pracy, ponieważ z jego obliczeń wynika, iż czas analizy zagadnień odwrotnych metodą VDM-T jest o dwa rzędy dłuższy w porównaniu z proponowaną w rozprawie metodą VDM-F. Jednakże jednocześnie stwierdził, że w przypadku stosowania proponowanej w rozprawie metody VDM-F wymagana jest większa liczba sensorów a ponadto sensory muszą być umieszczone w całym obszarze analizowanej konstrukcji.

Opracowana w rozprawie metoda VDM-F jest przystosowana do wykorzystywanych w analizie identyfikacji uszkodzeń algorytmów *Metody Dystorsji Wirtualnej* oraz do *Metody Elementów Skończonych*. Algorytmy wspomnianych wyżej metod pozwalają na wyznaczenie pól dystorsji wirtualnych modelujących zmiany parametrów konstrukcji a także wrażliwości tych pól i identyfikacji różnych parametrów.

Ważnym celem pracy było rozwiązanie zagadnienia odwrotnego, które w tym przypadku służy do identyfikacji defektów. Cel ten został osiągnięty poprzez identyfikację parametrów strukturalnych i rozwiązanie problemu optymalizacji gradientowej.

Ważnym celem pracy była weryfikacja numeryczna a przede wszystkim eksperymentalna, proponowanej metody. Doktorant wyraźnie wskazał na zalety tej metody we wnioskach końcowych.

Ważna jest też motywacja podjęcia badań. Z informacji przedstawionej na str. 12 wynika, że opracowana metoda będzie wdrożona do systemu monitorowania stanu technicznego mostów stalowych a wstępne testowanie systemu nastąpi na obiekcie rzeczywistym (moście kolejowym w Nieporęcie).

Do najważniejszych osiągnięć Doktoranta zaliczam:

- (a) przystosowanie *Metody Dystorsji Wirtualnych* do zagadnień drgań ustalonych konstrukcji (wraz z analizą wrażliwości pól dystorsji wirtualnych)
- (b) sformułowanie problemu identyfikacji uszkodzeń konstrukcji obciążonej siłami harmonicznymi (po zastosowaniu gradientowych metod optymalizacji otrzymano rozkład modelowanych parametrów)

- (c) opracowanie programów komputerowych na podstawie algorytmów uszkodzeń dla VDM-F (wykonano obliczenia ram płaskich i kratownicy przestrzennej z uwzględnieniem utraty masy i sztywności)
- (d) pomyślne przeprowadzenie weryfikacji doświadczalnej metody na przykładzie kratownicy przestrzennej.

Oceniając merytoryczną wartość pracy pragnę także wyrazić opinię, iż Autor w pełnym wymiarze zrealizował postawione we wstępie do rozprawy zadanie naukowe. Autor przeprowadził pogłębioną analizę wyników obliczeń numerycznych porównując wyniki z eksperymentem. Wnioski wskazują na prawidłowość funkcjonowania opracowanych przez Autora algorytmów i programów komputerowych.

UWAGI KRYTYCZNE

Na str. 16: Autor zapisał uwagę, że: *Zadanie modelowania układu MES staje się uciążliwe i pracochłonne Przykładowo, zmiana jednego lub kilku parametrów w elementach ustroju powoduje w tradycyjnym podejściu konieczność budowy nowego modelu Jest to stwierdzenie dyskusyjne ponieważ w Metodzie Elementów Skończonych też możliwa jest modyfikacja niektórych fragmentów macierzy charakterystycznych bez jak to Autor ujął: konieczności budowy nowego modelu.*

Str. 23 – Autor napisał, że *macierz wpływu $D_{\alpha\beta}$ w ogólności nie jest symetryczna*; – ten fakt stanowi pewien mankament w porównaniu z zaletami Metody Elementów Skończonych.

Autor używa w kilku miejscach rozprawy pojęcia *ramowego elementu skończonego* zamiast *belkowego elementu skończonego* (np. str. 26).

Podobnie Autor niepotrzebnie wprowadza pojęcie *kratowego elementu skończonego*, np. na str. 33.

Rozdz. 3: Niektóre fragmenty pracy można było pominąć z uwagi na to, że zawierają powszechnie znane z literatury pojęcia i wzory, np. większość rozdz. 3.1.1.

W podpisie pod rys. 3.5 jest zapis: *układ sił działających na wycinek pręta dx*. W rzeczywistości widoczne jest na rysunku obciążenie fragmentu belki (z udziałem sił osiowych).

Rozdz. 3.2.1 – Autor wprowadza bałagan w stosowaniu symboli W jednym miejscu używa symbolu $\tilde{u}_j(t)$ na oznaczenie przemieszczenia {w równaniu (3.27)} a w innym miejscu – parę wierszy dalej – $\tilde{u}_i(t)$ – patrz równanie (3.29).

Str. 75 – zdania w rozdziale 5.1 zawierają błędy gramatyczne i stylistyczne.

2. WNIOSEK KOŃCOWY

W podsumowaniu pragnę podkreślić, iż zasadnicze założenia pracy zostały zrealizowane a jej teza udowodniona. Przedstawiona do oceny rozprawa dokumentuje umiejętność samodzielnego formułowania i rozwiązywania problemu naukowego przez jej Autora. Metoda Dystorsji Wirtualnych sformułowana w obszarze częstości okazała się skutecznym i efektywnym narzędziem w zastosowaniu do identyfikacji uszkodzeń w konstrukcjach. Wyniki badań są interesujące a przede wszystkim możliwe jest wykorzystanie opracowanej metody w zastosowaniach praktycznych. Autor wyraźnie nakreślił takie możliwości.

Autor wykazał się bardzo dobrym przygotowaniem do pracy naukowej, a w szczególności w zakresie znajomości teorii sprężystości, mechaniki konstrukcji, metody dystorsji wirtualnych, metody elementów skończonych oraz metod numerycznych i programowania. Dostrzeżone usterki w żadnym przypadku nie pomniejszają wartości naukowej pracy, która stanowi oryginalny i samodzielny dorobek naukowy Autora.

W moim przekonaniu rozprawa spełnia wszelkie wymogi obowiązującej Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Wnoszę o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.

