

Dr hab. inż. Jerzy Wiciak, prof. AGH
Katedra Mechaniki i Wibroakustyki
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
Akademia Górniczo-Hutnicza
wiciak@agh.edu.pl

Kraków, 07.10.2014 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Łukasza J. Nowaka pt: „Adaptive feedback control system for reduction of vibroacoustic emission”

dla Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie

1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowi pismo Sekretarza Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk dr. hab. inż. Zbigniewa Ranachowskiego, prof. nadzw. IPPT PAN z dnia 27 czerwca 2014 r. i dołączona do niego rozprawa doktorska mgr. inż. Łukasza J. Nowaka pt: „*Adaptive feedback control system for reduction of vibroacoustic emission*”.

Promotorem pracy jest dr hab. inż. Mirosław Meissner, prof. nadzw. IPPT PAN

Promotorem pomocniczym jest dr inż. Tomasz G. Zieliński

2. Charakterystyka ogólna pracy

Ostatnie kilkadziesiąt lat przyniosło znaczący rozwój konstrukcji kompozytowych zwanych konstrukcjami inteligentnymi. Są to zazwyczaj konstrukcje cienkościenne takie jak belki, płyty, złożone elementy powierzchniowe, powłoki zawierające na powierzchni lub wewnątrz części nośnej czujniki, elementy wykonawcze i elementy układu sterowania czy zasilania. Początki konstrukcji inteligentnych związane były między innymi z zagadnieniami sterowania i tłumienia drgań mechanicznych dużych stacji orbitalnych, wyciszeniem dużych obiektów pływających oraz z monitorowaniem stanu konstrukcji lotniczych i budowlanych. Podstawy teoretyczne konstrukcji inteligentnych związane były z naukowcami Balasem i von Flotovem, a pierwsze eksperymenty potwierdzające możliwości aplikacyjne opisano w pracach Hubbarda i Baileya oraz Crowleya i de Luisa.

Rozwój inżynierii materiałowej, elektroniki i informatyki spowodował rozpowszechnianie nowych materiałów i zwiększenie ich stosowania w budowie maszyn i konstrukcji. Powstały nowe materiały piezoelektryczne, stopy i tworzywa z pamięcią kształtu,

ciecze elektro i magnetoelastyczne. Materiały te charakteryzują się wyższą sprawnością elektromechaniczną i wyższą efektywnością tak jak np. laminaty aktywne budowane na bazie folii, płytek i włókien piezoelektrycznych o różnej geometrii.

Praca doktorska mgr. inż. Łukasza J. Nowaka dobrze wpisuje się w opisane zagadnienia.

Recenzowana praca została napisana na 136 stronach maszynopisu formatu A4 w języku angielskim. Składa się z 6 rozdziałów, bibliografii, spisu rysunków, listy symboli i oznaczeń stosowanych w pracy. Rozprawa zawiera 51 rysunków i 21 tabel. Bibliografia zawiera 103 pozycje, w tym 1 pozycję z udziałem Doktoranta.

We wstępie Autor uzasadnia podjęcie wybranej tematyki podkreślając celowość realizowanych badań teoretycznych i doświadczalnych. W rozdziale tym Autor formułuje również cel pracy oraz przedstawia przebieg badań.

W rozdziale drugim Doktorant przedstawia podstawy teoretyczne analizy drgań i fal w układach ciągłych jakimi są belki i płyty, przeprowadza obliczenia numeryczne i wyznacza postaci drgań i częstości własne, analizuje wpływ mocowania (warunków brzegowych) wielkości elementów siatki w MES na wartości częstości własnych.

W rozdziale trzecim zostają opisane podstawowe zależności niezbędne do przeprowadzenia obliczeń dźwięków promieniowanych przez drgającą płytę. Do obliczeń zastosowano Metodę Elementów Brzegowych, a same obliczenia zostały przeprowadzone dla pola bliskiego, dalekiego oraz warunków pola swobodnego. Rozdział kończy opis stanowiska badawczego, prezentacja wyników i ich dyskusja.

W rozdziale czwartym i piątym zostają przedstawione najważniejsze osiągnięcia Doktoranta. W rozdziale czwartym Autor zamieścił równania opisujące działanie elementów pomiarowych i wykonawczych oraz techniki przetwarzania sygnałów. W rozdziale zaprezentowany jest Autorskie rozwiązanie wzmacniacza ładunku z filtrem antyaliasingowym. Opisane są oryginalne stanowiska badawcze i zostają zaprezentowane analizy porównawcze wyników badań otrzymanych dla wybranych modeli numerycznych i doświadczalnych.

Rozdział piąty dotyczy modelowania elementów układu aktywnej redukcji drgań a celem jest aktywna redukcji dźwięków strukturalnych w dowolnym punkcie przestrzeni. W dalszej części tego rozdziału Autor przeprowadza ewaluację i weryfikację skuteczności działania systemu w warunkach laboratoryjnych.

Podsumowanie wyników przeprowadzonych analiz i badań, dyskusję i dalsze kierunki badań zawarł Autor w rozdziale szóstym kończącym merytoryczną część podjętego tematu.

3. Merytoryczna ocena pracy.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr. inż. Łukasza J. Nowaka stanowi oryginalne opracowanie Autora. Do najważniejszych oryginalnych osiągnięć, w zakresie dyscypliny Elektronika, przedstawionych przez Autora można zaliczyć:

- ♦ opracowanie algorytmu (zastosowanie metody wariacyjnej w MEB) obliczania rozkładu ciśnienia akustycznego w swobodnym pola akustycznym,
- ♦ zastosowanie oryginalnej metody łączenia elementów piezoelektrycznych z powierzchnią elementu nośnego,
- ♦ opracowanie i zbudowanie oryginalnych komponentów toru sterowania drganiami i dźwiękami strukturalnymi,
- ♦ opracowanie algorytmu umożliwiającego optymalne wzmocnienie sprzężenia w zdecentralizowanym układzie sterowania drganiami,
- ♦ zbudowanie oryginalnych stanowisk badawczych, na których potwierdzono działanie zbudowanego systemu.

Pod względem merytorycznym praca jest na poprawnym poziomie. Cel zrealizowano poprzez analizy teoretyczne, badania eksperymentalne i numeryczne oraz procedury optymalizacyjne. Wyniki badań, mają duże znaczenie w zastosowaniach praktycznych.

4. Edytorska ocena pracy i uwagi krytyczne

Praca jest napisana poprawnie pod względem stylistycznym, zastosowano poprawne słownictwo naukowe i techniczne. Układ treści, podział na rozdziały, przyjęcie celu pracy oraz sformułowanie wniosków końcowych są przejrzyste. Wybór literatury jest w zasadzie odpowiedni i reprezentatywny dla dziedziny wiedzy obejmującej zagadnienia analizowane w pracy.

Uwagi krytyczne:

str. 16. Równanie 2.4 powinno być uzupełniane o komentarz odnośnie warunków brzegowych i początkowych a w dalszych rozważaniach warto dodać komentarz, że analizowane są drgania w stanie ustalonym.

str. 16, 61. W przypadku układów powierzchniowych poszczególne mody drgań oznacza się dwoma literami np. mn, również funkcja kształtu (znormalizowana funkcja kształtu) Φ_n w przypadku płyty przyjmuje postać Φ_{mn} , identyczna zasada obowiązuje dla amplitudy modalnej W_{mn} .

str. 21, 74. Dla przypadku częściowego utwierdzenia płyty pojawiły się również mody skrętne, wymaga to odpowiedniego komentarza, zwłaszcza że udział modów skrętnych w promieniu dźwięku jest niewielki, w szczególności dotyczy to rysunków na stronach 22, 23 i 74. Powinna wystąpić identyfikacja postaci i rodzaju drgań.

str. 31. W pracy przyjęto model drgającej płyty umieszczonej w sztywnej, niekończącej się odgradzie. Nie zdefiniowano warunków brzegowych dla równania 3.1. Podanie, że wszystkie krawędzie są swobodne jest nie wystarczające, a zwłaszcza trudne do realizacji w fazie eksperymentalnej.

str. 33. Rysunek 3.2, przy jakich warunkach brzegowych, możliwa jest postać drgań oznaczona jako mod nr 1,

str. 33 i 34. Wpływ masy współgrającej z elementem strukturalnym nie jest jednakowy w całym zakresie częstotliwości, jest największy w niskich częstotliwościach. Nie można ogólnie wnioskować, że wszystkie wartości częstotliwości własnych ulegają, w przybliżeniu, trzykrotnemu zmniejszeniu.

str. 36. Opis rysunku 3.4 jest niespójny z przeprowadzanymi rozważaniami teoretycznymi.

str. 37 i inne. Występuje brak legendy.

str. 48. Powinny być przedstawione charakterystyki amplitudowo - częstotliwościowe drgań elementów strukturalnych i ciśnienia akustycznego. Pozwoliłoby to na wyznaczenie częstości, dla których należy przeprowadzić aktywną redukcję.

str. 49, 69, 77, 104. W nawiązaniu do przeprowadzonych eksperymentów należy obliczyć dla jakich odległości od źródła dźwięku występuje pole bliskie i pole dalekie.

str. 60, 61. Uwagi jak do strony 16. We wzorach (4.8) i (4.12) nie może występować Φ_m powinno być Φ_{mn} . Jak również wzory (4.7), (4.12) i (4.13) powinny zostać poprawione.

str. 69. Na rysunku 4.6 Autor przedstawił stosunek wartości ładunku elektrycznego do maksymalnej wartości ładunku elektrycznego dla poszczególnych postaci drgań i odległości przetwornika piezoelektrycznego od utwierdzenia belki. Przedstawione charakterystyki są poprawne dla pierwszych czterech postaci drgań dla wyższych modów występuje inne optymalne położenie przetwornika piezoelektrycznego umożliwiające pobudzenie wyższych postaci drgań belki. Odnośnie numeracji osi czy występują mody 1,5; 2,5 itd.

str. 107. Należy uzasadnić wybór 9, 11, 13 i 14 postaci drgań, dla których przeprowadzono eksperyment. Zwłaszcza, że dla niektórych częstotliwości uzyskano niewielką redukcję poziomu ciśnienia akustycznego.

5. Podsumowanie

Doktorant wykazał się umiejętnością poprawnego wyboru i sformułowania

naukowego celu pracy. Następnie konsekwentnie, z dobrą znajomością zagadnienia, cel ten zrealizował.

Stwierdzam, że praca mgr. inż. Łukasza J. Nowaka spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim zawarte w Ustawie o stopniach i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 r, wraz z późniejszymi zmianami, o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z roku 2003) oraz rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 22 września 2011 roku. W związku z tym wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony i nadanie Doktorantowi stopnia doktora.

 Marek Weaich