

Politechnika Warszawska



Wydział
Samochodów i Maszyn
Roboczych,
Instytut Podstaw Budowy
Maszyn



Polska Akademia Nauk



24 Polsko Francuskie
Seminarium Mechaniki

oraz
9 Konferencja
„Tarcie” -2016
24^{eme}

Séminaire Franco-
Polonais
en Mécanique

et
9^{eme} Int. Conference
„Frottement 2016”

Universite de Perpignan



Département Mécanique Appliquée de



Université de Franche Comté
Besançon



oraz / et
Institut National des Sciences
Appliquées
CENTRE VAL DE LOIRE
ABOURGES-BLOIS



XXIV FRANCUSKO-POLSKIE SEMINARIUM MECHANIKI

17-18.X.2016 r. Warszawa

Komitet organizacyjny:

prof. dr hab. inż. Jerzy Bajkowski

Dr hab. inż. Robert Zalewski

mgr Paweł Chodkiewicz

mgr Małgorzata Kowalska

Redukcja Drgań za Pomocą Struktur Warstwowych z Inteligentnym Rdzeniem

B. DYNIEWICZ¹, J. M. BAJKOWSKI², C. I. BAJER¹

¹Institut Podstawowych Problemów Techniki PAN

²Politechnika Warszawska

Rosnące wymagania stawiane przed nowoczesnymi konstrukcjami w zakresie poprawy bezpieczeństwa, komfortu oraz trwałości układów mechanicznych powodują konieczność poszukiwania nowych rozwiązań, które w istotnym stopniu zmniejszą szkodliwe drgania, zapewniając jednocześnie odpowiednią trwałość i wytrzymałość proponowanego rozwiązania. W konsekwencji, od dłuższego czasu adaptacyjne struktury stały się tematem intensywnych badań. Prawdłowo zaprojektowane umożliwiają znaczną poprawę właściwości dynamicznych konstrukcji, w porównaniu do ich odpowiedników pasywnych, dzięki elementom wykonawczym, którymi są materiały inteligentne. Podjęte badania dotyczyły struktur warstwowych z materiałem rdzenia o modyfikowanych własnościach mechanicznych. Istotą problemu jest synergia struktury warstwowej oraz półaktywnie sterowanego materiału inteligentnego stanowiącego jej rdzeń. Jak dotąd temat ten w literaturze praktycznie nie był podejmowany, prawdopodobnie z powodu multidyscyplinarności problemu i konieczności zastosowania teorii z pogranicza sterowania optymalnego oraz dynamiki konstrukcji. W pierwszym przypadku rdzeń stanowił magnetoreologiczny elastomer, który pod wpływem zmiany pola magnetycznego zmienia swoje parametry reologiczne. W drugim przypadku mamy do czynienia z materiałem granulowanym sterowanym podciśnieniem. Opracowano odpowiednie modele fizyczne i matematyczne obu rozwiązań. Dysponując modelem dynamiki poszczególnego układu oraz funkcją jakości sterowania sformułowano i rozwiązano zadania sterowania optymalnego. Rozwiązanie numeryczne problemu minimalizacji w obu przypadkach wykazało periodyczny, bistabilny charakter funkcji sterującej. Skuteczność sterowania sięgająca 50% w stosunku do rozwiązania pasywnego została pozytywnie zweryfikowana eksperymentalnie na stanowisku badawczym. Zaobserwowano, że w wyniku modyfikacji parametrów fizycznych rdzenia, konstrukcja zaczyna drgać z wyższymi modami i dzięki tłumieniu materiałowemu poszczególnych warstw elementów konstrukcyjnych, drgania całego układu są szybciej tłumione. Badania potwierdziły, że inteligentne struktury warstwowe powinny z powodzeniem znaleźć zastosowanie w wielu dziedzinach przemysłu, głównie branży lotniczej, kolejowej oraz motoryzacji.

Vibration Abatement Using Layered Structures With Smart Core

B. DYNIEWICZ¹, J. M. BAJKOWSKI², C. I. BAJER¹

¹Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN

²Politechnika Warszawska

The increasing comfort, safety and durability demands for modern mechanical constructions motivate to search for new robust solutions and durable devices providing efficient reduction of harmful vibrations. Consequently, adaptive structures have become the subject of an intense research effort. Properly designed adaptive systems incorporating smart material actuators, allow significant improvement of dynamic properties, compared to their passive damping equivalents. The presented study concerns layered structures with a core with modified mechanical properties. The main issue is combining features of layered system and semi-actively controlled smart core material. So far this subject was not extensively examined in literature, probably due to the multidisciplinary character related to optimal control theory and dynamics of construction. In the first considered case the smart core was made of magnetorheological elastomer, which changes its rheological parameters under the influence of the magnetic field. In the second case, an elastic, pneumatically controlled pouch filled with bulk granular material was used as a core. Appropriate mathematical and physical models for both cases were developed. The formulated models of dynamics of each system and the functional of the control quality were used to solve the optimal control problem. The numerical solution of the minimization problem showed periodical, bistable nature of the control, for both cases considered. The effectiveness of the control reaching up to 50% improvement compared to the passive solutions has been verified experimentally. It has been observed, that modifying the physical parameters of the core excites higher vibration modes of the system and due to the material damping of the layers, the vibrations of the systems are damped faster. Studies have confirmed that smart layered structures could be successfully used in many applications especially aerospace, railway and automotive transport.