

STRESZCZENIE

Przedmiotem niniejszej dysertacji są zagadnienia związane z modelowaniem i analizą jedno i dwuwymiarowych struktur fononicznych jako modeli przegród akustycznych, w tym w szczególności akustycznych ekranów przemysłowych.

Szczegółowe badania dotyczą propagacji fal mechanicznych w analizowanych strukturach, w zakresie częstotliwości akustycznych. Badane jest występowanie pasm wzbronionych, czyli takich zakresów częstotliwości fal mechanicznych, które nie propagują się w danych strukturach i wykorzystanie tego zjawiska do budowy ekranów akustycznych.

Praca została podzielona na części, które obejmują przegląd aktualnego stanu wiedzy, cel i zakres pracy, opisy wykorzystanych w pracy metod numerycznych oraz metody wytwarzania i badania właściwości analizowanych struktur. Na część badawczą składają się trzy zasadnicze rozdziały, w których analizowany jest cel i zakres pracy. W ostatniej części pracy przedstawiono wnioski i uwagi końcowe. Ponadto praca jest uzupełniona o streszczenie w języku polskim i angielskim, listę istotnych oznaczeń występujących w dysertacji oraz spisy literatury, tabel i rysunków.

W części dotyczącej metod numerycznych wykorzystywanych w pracy przedstawiono sposób modelowania propagacji fal mechanicznych w strukturach jednowymiarowych z wykorzystaniem algorytmu macierzy transmisji (Transfer Matrix

Method). Algorytm ten pozwala na wyznaczenie transmisji fali mechanicznej w dziedzinie częstotliwości dla badanej struktury. Rozchodzenie się fali mechanicznej w przestrzeni dwuwymiarowej było analizowane za pomocą algorytmu różnic skończonych w domenie czasu (FDTD – Finite Difference Time Domain), a zastosowanie szybkiej transformaty Fouriera powstałych sygnałów pozwoliło uzyskać widma mocy i strukturę transmisji. Z kolei zastosowanie algorytmu genetycznego pozwoliło na wskazanie możliwości projektowania optymalnych rozkładów materiałów w strukturach fononicznych.

W rozdziale czwartym (pierwszym z części badawczej) analizowano propagację fali w jednowymiarowych strukturach fononicznych. Badano wpływ rozkładu warstw na transmisję fali oraz występowanie w jej strukturze pasm wzbronionych. Następnie analizowano przestrzeń rozwiązań opracowanej funkcji celu, którą później wykorzystano do minimalizacji transmisji i eliminacji pików wysokiej transmisji o małej szerokości połówkowej dzięki zastosowaniu algorytmu genetycznego. Wyznaczenie struktury o najniższej transmisji bez dominujących pików posłużyło do zaprojektowania optymalnego rozkładu warstw w wielowarstwowych przegrodach akustycznych. Przeprowadzono analizę porównawczą wyników eksperymentalnych i numerycznych wykazując powstawanie obszarów pasm wzbronionych. Przedstawiono również możliwość wykorzystania opracowanego algorytmu do projektowania filtrów dwupasmowych.

W rozdziale piątym przeprowadzono analizę propagacji fal w strukturach dwuwymiarowych. Badano wpływ materiału i kształtu metaatomów, a także stałej sieciowej i typów rozkładu metaatomów na transmisję fali mechanicznej. Przeprowadzono analizę porównawczą wyników numerycznych i eksperymentalnych oraz zaproponowano projekt filtra selektywnego redukującego niekorzystne składowe widma fal mechanicznych generowane przez urządzenia przemysłowe.

W Rozdziale szóstym, biorąc pod uwagę przeprowadzone badania, w których wykazano możliwość selektywnej redukcji transmisji w zależności od geometrii struktur jedno i dwuwymiarowych, wykonano modele CAD jednowymiarowej przegrody akustycznej i dwuwymiarowej bariery akustycznej.

W ostatnim rozdziale przedstawiono podsumowanie uzyskanych wyników, a następnie wskazano możliwości wykorzystania opracowanych algorytmów również do innych zastosowań oraz propozycje możliwych dalszych badań.