

Rozprawa doktorska pt.:

Parametry wibroakustyczne zaawansowanych technologicznie materiałów i ustrojów do redukcji drgań w środowisku pracy

Autor: mgr inż. Jacek Zając

Promotor: prof. zw. dr hab. inż. Jan Adamczyk

Streszczenie

Spośród wielu metod ograniczania zagrożenia drganiami mechanicznymi na stanowiskach pracy, często jedynym rozwiązaniem jest zmniejszenie transmisji drgań do organizmu pracownika przez wprowadzenie między źródło drgań a człowieka materiałów wibroizolacyjnych. Materiały takie mogą być wykorzystywane do konstrukcji środków ochrony typu rękawice antywibracyjne, otuliny rękojeści narzędzi ręcznych, wkłady do siedzisk, podkładki pod stopy, podesty wibroizolujące itp. Podstawowymi materiałami stosowanymi w ochronie człowieka przed drganiami są polimery, wełny, materiały włókniste, tekstylne, porowate, naturalne itp. Pojawiające się na rynku nowe materiały zaawansowane technologicznie – materiały nowe oraz wszelkie modyfikacje już istniejących, które służą uzyskaniu lepszych właściwości w zakresie jednej lub wielu cech decydujących o ich zastosowaniu w określonych warunkach, zazwyczaj nie są testowane pod kątem możliwości zastosowania ich jako środki antywibracyjne. Mimo, że czasami nie spełniają one kryteriów kwalifikujących je jako ochrony antywibracyjnej, mogą być wykorzystane jako element ustrojów i układów redukujących drgania.

Pomimo szerokiego asortymentu dostępnych materiałów służących do redukcji drgań, istnieją duże różnice w podejściu badaczy do ich doboru oraz w stosowanych metodach badań. Brak ujednoczonej metody badań znacznie utrudnia możliwość ilościowego porównania właściwości tłumiących badanych materiałów. W związku z tym podjęto zadanie, którego celem było wyznaczenie parametrów wibroakustycznych materiałów i ustrojów zaawansowanych technologicznie pod kątem ich wykorzystania do ochrony przed drganiami mechanicznymi na stanowiskach pracy.

W ramach realizacji pracy, na opracowanym stanowisku badawczym przeprowadzono testy laboratoryjne, na podstawie których wyznaczone zostały podstawowe parametry (m.in. współczynnik sprężystości, tłumienia, względne rozproszenie energii) charakteryzujące właściwości tłumiące drgania przez zbadane materiały. Badania parametrów

wibroakustycznych przeprowadzono dla 33 materiałów/ustrojów zaawansowanych technologicznie.

Przeprowadzono test przyspieszonego starzenia wybranych próbek materiałów, który miał na celu sprawdzenie zachowania ich właściwości antywibracyjnych i parametrów wytrzymałościowych wraz z upływem czasu. W wyniku tego testu odrzucono takie próbki, które uległy uszkodzeniu, oraz w przypadku których zaobserwowano pogorszenie właściwości wibroizolacyjnych w całym badanym zakresie częstotliwości, w porównaniu do charakterystyk otrzymanych przed testem przyspieszonego starzenia.

Dla wybranych próbek materiałów przeprowadzono dodatkowe testy właściwości fizyko-mechanicznych, w oparciu o wykresy ustabilizowanych pętli histerezy pracy mechanicznej. Celem tych badań było wyznaczenie współczynników sprężystości k i porównanie ich z wartościami współczynników sprężystości wyznaczonymi z wykorzystaniem metody opisanej w rozprawie. Zaobserwowano istotny wpływ pola powierzchni próbki materiału na wyniki badań. Współczynniki sprężystości K , wyznaczone na podstawie metody z wykorzystaniem *krzywej rezonansowej*, osiągnęły zbliżone wartości do współczynników sprężystości k , wyznaczonych w oparciu o wykresy ustabilizowanych pętli histerezy pracy mechanicznej, dopiero po zmniejszeniu pola powierzchni próbek, do wymiarów próbek badanych na maszynie wytrzymałościowej. Wartości współczynników sprężystości uzyskane obiema metodami, dla różnych wielkości pól powierzchni próbek, różnią się wielokrotnie. Wynika to z klasycznego podejścia do zagadnienia wibroizolacji, polegającego na założeniu o liniowości układu wibroizolacji, bez uwzględnienia współczynnika sprężystości objętościowej, związanego z modułem Younga E i współczynnikiem Poissona ν badanych materiałów oraz sprowadzeniu dynamiki układu do modelu dyskretnego o jednym stopniu swobody.

W odniesieniu do przykładowej próbki materiału, przeprowadzono badania symulacyjne w celu sprawdzenia możliwości wyznaczenia obliczeniowo pionowego przemieszczenia drgań obciążnika testowego podczas badań modułu transmitancji drgań przez próbkę materiału sprężystego. Różnice względne maksymalnych i minimalnych amplitud przemieszczeń wskazują na to, że wyniki uzyskane tą metodą symulacji, pozwalają jedynie w sposób orientacyjny oszacować przemieszczenie obciążnika testowego na podstawie zadanych parametrów materiałowych badanej próbki.

Wynikiem zrealizowanej pracy są wyznaczone, dla zbadanych materiałów i ustrojów, wartości współczynników transmitancji, na podstawie których dokonano oceny (w trójstopniowej skali) redukcji drgań przez zbadane materiały/ustroje w odniesieniu

do stanowisk pracy, na których pracownik jest narażony na drgania o działaniu ogólnym oraz działające przez kończyny górne.

Dla każdego materiału/ustroju zbadanego na rzeczywistych stanowiskach pracy wyznaczone zostały zakresy częstotliwości, w których wykazywał on redukcję drgań w trzech kierunkach pomiarowych. Zaobserwowano, że nie jest możliwe wyznaczenie jednego zakresu częstotliwości, w którym występuje redukcja drgań przez dany materiał/ustrój w warunkach rzeczywistych. Takie zakresy częstotliwości w przypadku tego samego materiału/ustroju są różne w zależności od stanowiska pracy, na którym został on zastosowany. Wiąże się to m.in. z charakterem drgań występujących na stanowisku, dominującymi częstotliwościami czy występowaniem rezonansów. Pomimo, że zazwyczaj wibroizolacja klasyczna (pasywna) nie pozwala na zadowalające rozwiązanie problemu zmniejszenia drgań w przypadku wymuszeń niskoczęstotliwościowych, po zastosowaniu materiałów/ustrojów zaawansowanych technologicznie na jednym z badanych stanowisk, w przypadku pięciu próbek oszacowano *zadowalającą* redukcję drgań w zakresie częstotliwości od 0.9 do 90 Hz.

Uzyskane charakterystyki częstotliwościowe modułów transmitancji oraz wyznaczone zakresy częstotliwości redukcji i wzmacniania drgań materiałów/ustrojów zaawansowanych technologicznie mogą ułatwić ocenę ich przydatności do ochrony przed drganiami w środowisku pracy lub jako element wibroizolacji maszyn/urządzeń.

Przeprowadzone w ramach pracy badania potwierdziły tezę, że za pomocą materiałów i ustrojów zaawansowanych technologicznie, jest możliwe redukowanie drgań mechanicznych na stanowiskach pracy w zdefiniowanym zakresie częstotliwości i w określonych warunkach użytkowania.