

Celem projektu jest analiza właściwości dynamicznego tłumika drgań (DTD) z inerterem oraz nieliniowym tłumikiem. DTD są szeroko wykorzystywane do absorpcji energii drgań w układach mechanicznych i w budownictwie. Pozwalają one zwikszyć stabilność oraz bezpieczeństwo pracy, a także zminimalizować koszty eksploatacji. Pierwsze rozwiązanie konstrukcyjne DTD zostało zaproponowane przez Frahm'a w 1909 roku, a w 1934 roku DTD został zmodyfikowany przez Den Hertoga do obecnie znanej postaci. Klasyczny DTD składa się z ciała o masie znacząco mniejszej niż masa układu tłumionego, którego drgania mają być zredukowane oraz z liniowej sprężyny i liniowego tłumika. Elementy te są tak dobrane, aby charakterystyka drgań własnych DTD odpowiadała głównej charakterystyce drgań własnych układu tłumionego (czyli idealizuje się układ tłumiony wykorzystując modele o jednym stopniu swobody). Dzięki temu, w rezonansie następuje znaczna redukcja drgań układu tłumionego (przejście energii przez DTD). Mimo swoich niewątpliwych zalet (prosta konstrukcja i wysoka skuteczność), klasyczny DTD powoduje wzrost amplitudy drgań ciała tłumionego dla charakterystycznych częstotliwości rezonansowych (układ ma dwa stopnie swobody, więc występują dwa rezonanse). Jeśli dana konstrukcja pracuje przy stałej częstotliwości wymuszenia, zjawisko to ma marginalne znaczenie. Natomiast gdy częstotliwość wymuszenia zmienia się, wzrost amplitudy może prowadzić do uszkodzenia lub zniszczenia maszyny. Z tego powodu prowadzi się intensywne prace nad modyfikacjami DTD w celu uzyskania urządzenia, które tłumić drgania w szerokim zakresie częstotliwości wymuszenia.

W ostatnich latach pokazano, że wprowadzenie nieliniowych elementów (nieliniowa sprężyna lub/i tłumik) do DTD może poprawić jego efektywność. Bardzo dobre efekty w porównaniu do klasycznego, liniowego DTD uzyskano przy wykorzystaniu czysto nieliniowej sprężyny. Taki DTD nie ma ściśle określonej częstotliwości, którą jest w stanie wytłumić i odbiera energię w szerokim zakresie. Niestety, ze względu na nieliniowe charakterystyki sprężyny urządzenie to w wielu przypadkach nie może być zastosowane, ponieważ istnieje zagrożenie wynikające ze współlistnienia dwóch lub więcej statecznych rozwiązań dla tych samych wartości parametrów DTD. W takim wypadku jedno z nich jest rozwiązaniem oczekiwanym, natomiast dla pozostałych amplituda ciała tłumionego może być amplifikowana.

Inerter, jako element mechaniczny został zaproponowany przez Malcolma C. Smitha w 2002 roku. Od tego czasu obserwujemy lawinowy wzrost publikacji dotyczących układów z inerterem. Siła generowana w inerterze jest proporcjonalna do przyspieszenia. Inertancja ma jednostkę kilograma, a inerter może być traktowany, jako sztuczne zwiększenie bezwładności elementu w czasie jego ruchu (gdy układ jest w spoczynku lub porusza się ze stałą prędkością, siła w inerterze wynosi zero). Masa samego inertera jest mała w porównaniu do bezwładności, jak może on wprowadzić do układu. W przypadku tłumienia drgań budynków, mostów lub innych masywnych obiektów, tylko DTD o dużej masie mogą skutecznie eliminować wibracje. Wprowadzenie inertera o dużej inertancji do konstrukcji DTD powoduje efekt zbliżony do zwiększenia masy urządzenia, co przyczynia się do wzrostu efektywności tłumienia i umożliwia redukcję masy urządzenia. Niestety, inerter może też powodować zmniejszenie zakresu skuteczności urządzenia. Ten negatywny efekt można jednak zniwelować wykorzystując nieliniowy tłumik. Zapewni on wzrost efektywności tłumienia drgań oraz wyeliminuje nagłe wzrosty amplitudy.

Projekt badawczy dotyczy DTD, który posiada oba te elementy – nieliniowy tłumik i inerter. Układ taki nie był do tej pory analizowany, ale na podstawie badań wstępnych można stwierdzić, że to rozwiązanie może dać znaczny wzrost efektywności tłumienia. W projekcie zostanie przeprowadzona pełna analiza bifurkacyjna w/w układu, dzięki której możliwe będzie poznanie pełnego obrazu jego dynamiki. Bazując na przeprowadzonej analizie będzie można określić zakres parametrów DTD, który gwarantuje najlepsze tłumienie drgań. Ponadto, dzięki wykresom bifurkacyjnym oraz analizie koegzystencji rozwiązań można będzie wskazać zakresy w których występuje tylko jedno rozwiązanie. Zasadniczą częścią projektu, dotyczy budowy prototypu urządzenia i eksperymentalnemu potwierdzeniu jego skuteczności.