

## **Tłumienie drgań i pozyskiwanie energii z oscylatorów nieliniowych: nowatorskie pomysły, modelowanie, sterowanie i badania eksperymentalne**

Projekt naukowy dotyczy modelowania matematycznego, badań doświadczalnych, numerycznych i analitycznych złożonych układów mechanicznych/mechatronicznych mogących również występować w różnego rodzaju podzespołach maszyn i mechanizmów w przemyśle. Celem projektu jest opracowanie nowych koncepcji ograniczenia (tłumienia) drgań układów mechanicznych przy zastosowaniu oryginalnie skonstruowanych czujników/wzbudników drgań z wykorzystaniem elementów magnetycznych i elektromagnetycznych oraz pozyskiwanie energii z drgań.

Modelowanie matematyczne to matematyczny zapis wcześniej stworzonego modelu fizycznego, czyli pewnej wyidealizowanej koncepcji rzeczywistego zjawiska fizycznego. Prawidłowy model fizyczny pozwala badać, wyjaśniać i przewidywać zjawiska występujące w układzie rzeczywistym bez prowadzenia kosztownych, a czasem niemożliwych do zrealizowania badań doświadczalnych. Pozwala on również projektować i testować urządzenia techniczne, w tym układy sterowania, zanim zostaną one wykonane. W projekcie badamy układy mechaniczne z tarciami, uderzeniami, poddane działaniu pól elektrycznych i magnetycznych, czyli konfiguracje często występujące w praktyce przemysłowej. W szczególności są to układy mechatroniczne, czyli układy mechaniczne z zaawansowanym sterowaniem i elementami magneto-elektrycznymi, opracowane i zbudowane w oparciu o wiedzę z mechaniki, fizyki, mechatroniki, elektroniki i informatyki. W układach tego typu mogą występować dotąd niepoznane nieliniowe zjawiska dynamiczne (wstępne badania wskazują na ich istnienie), w tym różne scenariusze bifurkacyjne, czyli nagłe zmiany zachowań dynamicznych pod wpływem bardzo niewielkich zmian parametrów układu lub niewielkich zmian w otaczającym środowisku. Mogą to być zjawiska niebezpieczne, których należy unikać, na przykład poprzez odpowiednie zaprojektowanie urządzenia lub jego sterowanie. Mogą one jednak zostać również wykorzystane, na przykład w układach odzyskujących energię z drgań. Z tego względu wymagają one dobrego poznania i zrozumienia, co jest możliwe poprzez opracowanie ich modeli matematycznych, a następnie ich walidację doświadczalną. Projekt obejmuje następujące zadania badawcze:

- (1) Modelowanie matematyczne, analiza i kontrola dynamiki bifurkacji układów mechanicznych pod wpływem uderzeń;
- (2) Analiza i kontrola dynamiki bifurkacji układów mechanicznych/mechatronicznych poddanych tarcia nieliniowemu i wymuszeniom parametrycznym;
- (3) Drgania parametryczne i samowzbudne układów mechanicznych poddanych działaniu pól elektrycznych i magnetycznych;
- (4) Modelowanie i dynamika układu oscylatorów sprzężonych polem elektromagnetycznym i jego zastosowanie do pasywnego/aktywnego sterowania (łagodzenia i tłumienia) drgań oraz pozyskiwania energii;
- (5) Dynamika układów o nieliniowej sztywności i kontrolowanych efektach tłumienia pochodzących od sprężyny magnetycznej i tłumika wiropądowego;
- (6) Modelowanie i analiza układów wahadłowych o stałej długości ze sprężynami i o zmiennej długości, wymuszonych okresowym wzbudzeniem magnetycznym i pozyskiwanie energii z drgań;
- (7) Dynamika poziomych oscylatorów magnetycznych ze specjalnymi nieliniowymi mechanizmami sprężynowymi;
- (8) Przewidywalne wahadło magnetyczne do gromadzenia energii i łagodzenia efektów drgań;
- (9) Pozyskiwanie energii przy użyciu konfiguracji podwójnego wahadła elektromagnetycznego.

Tematyka projektu została podjęta ze względu na jej potencjalne walory poznawcze i czysto naukowe, ale również możliwe zastosowania w przemyśle. Rozwój nauki i techniki wymaga dopasowania i wzajemnego sprzężenia zwrotnego obu tych dziedzin, aby zagwarantować wysoki standard życia naszej cywilizacji. W dzisiejszych czasach złożoność dynamicznego zachowania systemów i procesów w świecie rzeczywistym wciąż wymaga nowatorskich podejść metodologicznych obejmujących interdyscyplinarną wymianę pomysłów i dedykowanych technik i technologii mających na celu dogłębne, wysokopoziomowe modelowanie dynamiki procesów. Dokonany przegląd istniejących badań naukowych i ich wyników poświęconych problemom, których dotyczy ten projekt, wskazuje na potrzebę krytycznego przeglądu istniejących metod badań oraz kontynuacji i rozszerzenia wiedzy o zaproponowane w projekcie badania.