

МОДЕЛЮВАННЯ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОГО ГІСТЕРЕЗИСУ В НАДЗВУКОВОМУ МОТОРІ

Дзюбак Л.П., Аврејцевич Я.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

П'єзоелектричні матеріали завдяки їх високій ефективності широко використовуються в багатьох галузях техніки. У багатьох випадках лінійні моделі п'єзоелектричних структур не описують поведінку цих систем належним чином. Ефекти великих відхилень описуються механічними нелінійностями, нелінійні характеристики напружено-деформованого стану відносяться до нелінійностей, що пов'язані з властивостями матеріалів. Слід зазначити, що наявність гістерезисної поведінки п'єзоелектричних пристроїв відносять до їх «поганих» характеристик. Тому у недавніх публікаціях приділяється увага цим питанням. Наприклад, модель Прандтля-Ишлинського (Prandtl-Ishlinskii model) використовувалась для моделювання гістерезисних нелінійностей в системі з п'єзоелектричним приводом, модель Максвелла (Maxwell Slip hysteretic model) - щоб побудувати петлі для різних прикладних статичних навантажень п'єзоелектричних елементів.

У цій роботі розглядається п'єзоелектрична система, що складається з ультразвукового мотору, силової електроніки та системи контролю із зворотним зв'язком. Ультразвуковий мотор виробляє обертання з використанням високочастотних коливань циліндричного статора, які перетворюються в усталений рух ротора через фрикційний контакт зі статором. Цей статор збуджується за допомогою багатошарового п'єзокерамічного приводу, що генерує обертаючий момент, який є ортогональним до геометричної осі статора. Одна складова обертаючого моменту генерується синусоїдальним сигналом високої частоти, а друга - косинусоїдальним. Обидва сигнали є стоячими хвилями і є взаємно ортогональними.

Побудована модель гістерезисної дисипації в ультразвуковому моторі має структуру моделі Масинг-Бук-Вена (Masing-Bouc-Wen model). Моделювання базується на використанні додаткових змінних стану (внутрішніх змінних). Було показано [1], що цей механізм моделювання дисипації енергії є достатньо точним для побудови гістерезисних петель різної форми відповідно до реального експерименту та здатний відобразити поведінку гістерезисних систем із самих різних областей. Продемонстровано [2], що гістерезис може погіршити швидкісні характеристики надзвукового мотору.

Література:

1. Awrejcewicz J., Dzyubak L.P. Hysteresis modelling and chaos prediction in one- and two-dof hysteretic models// Archive of Applied Mechanics, 77, 261-279, 2007.
2. Awrejcewicz J., Dzyubak L.P. Influence of piezoelectric hysteresis on the rotor speed characteristics in an ultrasonic motor// Proc. of the 12th Conference on Dynamical Systems – Theory and Applications, Łódź, December 2-5, (Poland), 2013, Vol. 2, pp. 679-686.