ПАССИВНАЯ СИСТЕМА ДЕМПФИРОВАНИЯ РЕЗОНАНСНЫХ КОЛЕБАНИЙ НА ОСНОВЕ ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТОВ, СОЕДИНЁННЫХ С ВНЕШНЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПЬЮ

Каменских А.О., Лекомцев С.В., Матвеенко В.П., Судаков А.И.

Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН, Пермь
kamenskikh.a@icmm.ru, *lekomtsev@icmm.ru*, *mvp@icmm.ru*, *sudakov@icmm.ru*

Тонкие пластины и оболочки часто являются важными элементами сложных деталей, которые функционируют в условиях высоких эксплуатационных нагрузок, вибраций или сейсмических воздействий. Риск возникновения резонансных явлений обосновывает не только необходимость мониторинга текущего состояния конструкции, но также требует и наличия системы управления протекающими динамическими процессами. Одним из способов демпфирования колебаний и вибраций является использование пьезоэлектрических элементов, к электродированным поверхностям которых подключены внешние электрические цепи, обладающие импедансом [1, 2]. Подбирая его величину должным образом, можно добиться существенного снижения амплитуды вынужденных резонансных колебаний, а также увеличения скорости затухания свободных колебаний на требуемой моде.

В данной работе представлены экспериментальные результаты, наглядно демонстрирующие эффективность пассивной системы демпфирования колебаний на разных примерах. При её изготовлении наряду с традиционной пьезокерамикой были использованы макроволоконные композиты (MFC). Их основой являются тонкие пьезокерамические волокна, герметично размещённые в многослойной структуре из связующего, электродов и полиимидного основания. Показана возможность функционирования MFC под водой в качестве актуатора и сенсора. Рассмотрены технические аспекты, касающиеся замещения катушки индуктивности её электрическим аналогом на основе операционных усилителей. Проанализированы достоинства и недостатки такого подхода. Продемонстрирована возможность подавления колебаний на разных частотах за счёт использования двух пьезоэлектрических элементов, каждый из которых зашунтирован своей *RL*-цепью [3].

Представленные результаты получены в рамках реализации Программы создания и развития научного центра мирового уровня «Сверхзвук» на 2020–2025 годы при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России, соглашение от 21 апреля 2022 года №075-15-2022-329 (направление: пассивное демпфирование колебаний композитных конструкций в воздушной среде), а также в ходе выполнения работ по проекту Российского научного фонда №18-71-1005 (направление: пассивное демпфирование колебаний прямоугольных пластин, взаимодействующих с жидкостью).

Литература

[1] Hagood N.W., von Flotow A. Damping of structural vibrations with piezoelectric materials and passive electrical networks // Journal of Sound and Vibration. – 1991. – V. 146, №2. – P. 243–268.
[2] Fleming J.A., Moheimani S.O. Reza. Piezoelectric transducers for vibration control and damping, 1st ed. – London: Springer, 2006. – XVI, 271 p.
[3] Iurlov M.A., Kamenskikh A.O., Lekomtsev S.V., Matveenko V.P. Passive suppression of resonance vibrations of a plate and parallel plates assembly, interacting with a fluid // International Journal of Structural Stability and Dynamics. – 2022. – V. 22, №9. – 2250101.