МАТЕМАТИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ ВІБРОІЗОЛЮЮЧИХ ОПОР З КВАЗІНУЛЬОВОЮ ЖОРСТКІСТЮ З БАЛКОВИХ СТРУКТУР

Кальянов О.О., Мартиненко Г.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У високоточних технічних системах зниження рівня передавання низькочастотних коливань є ключовою умовою стабільної роботи обладнання. Одним з ефективних підходів є застосування віброізоляторів з квазінульовою жорсткістю, які забезпечують поєднання високої статичної несучої здатності та зниженої динамічної жорсткості. Визначення ефективності таких опор вимагає точного моделювання їх деформативної поведінки та визначення закономірностей залежності між геометричними параметрами і динамічною реакцією системи.

Існуючі конструкції віброізоляторів з квазінульовою жорсткістю базуються на поєднанні елементів із позитивною жорсткістю (наприклад, дугоподібних балок) та елементів із негативною жорсткістю (зокрема, нахилених балок). Така комбінація дозволяє сформувати зону квазінульової жорсткості, що суттєво розширює частотний діапазон ефективної ізоляції, знижує пікову передаваність вібрацій і забезпечує адаптивність конструкції до різних навантажень [1].

Використання балкових структур має низку переваг: простота геометрії, технологічна доступність виготовлення, можливість точного чисельного моделювання та оптимізації. Балкові моделі забезпечують прийнятну точність при зниженій обчислювальній складності, що особливо важливо для попередніх етапів проєктування. Така конфігурація є масштабованою та придатною до модульного компонування у багатонапрямлені віброзахисні системи.

У запропонованому дослідженні здійснюється аналіз підходів до проєктування та моделювання поведінки віброізоляторів із характеристиками квазінульової жорсткості на основі балкових структур з метою розробки нової перспективної конфігурації та побудови аналітичних і чисельних моделей її квазистатичної й динамічної поведінки. Для чисельного аналізу використовується метод скінченних елементів, що дозволяє враховувати геометричну нелінійність і складні умови навантаження. Перевірка достовірності моделей шляхом варіантного моделювання з різними геометричними параметрами та порівняння з аналітичними розв'язками і літературними даними дозволить сформулювати обґрунтовані рекомендації щодо оптимальної параметризації та підвищення ефективності віброзахисту з можливим переходом до складніших типів структур.

Література:

1. Yadav V., Jena D.P., Pandey S. An inclined beam-based vibration isolator design to attain quasi-zero-stiffness characteristics // *Journal of Physics: Conference Series.* – 2024. – Vol. 2909. – Article ID 012024.