

УДК 681.5

ПРИСТРІЙ ВІБРАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ДЛЯ ПРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Д. О. Бичков¹, В. В. Клітної²

¹ студент кафедри «Деталі машин та мехатронних систем», НТУ «ХПІ», Харків, Україна

² доцент кафедри «Деталі машин та мехатронних систем», канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Volodymyr.Klitnoi@khp.edu.ua

Вібрації пральної машини обумовлені, головним чином, незбалансованою масою одягу, розподіленого в пральному барабані. Це відбувається найчастіше на стадії віджиму, оскільки барабан обертається з відносно високою швидкістю, внаслідок чого одяг притискається до внутрішньої стінки віджимного барабана, що призводить до непередбачуваного масового його розподілу. Зокрема, у пральній машині з фронтальним завантаженням (пральна машина барабанного типу) незбалансована маса виникає також і через вплив сили тяжіння.

Вібрації пральної машини переносяться на підлогу, в наслідок чого виникають шум, неприємні відчуття для людей та можливий вихід машини з ладу.

Отже, зменшення реакції системи на дисбаланс - це спосіб покращити не тільки вібраційні характеристики пральної машини, але й досягти максимального задоволення споживачів.

Пасивні демпфери, які використовуються в сучасних пральних машинах, недостатньо ефективно зменшують небажані вібрації.

В зв'язку з вище зазначеним, в дослідженні пропонується використання в пральних машинах напівактивного демпферного пристрою з керованою квазінульовою жорсткістю, побудованого на основі п'єзокерамічних елементів, що значно покращить динамічні характеристики пральної машини при роботі на режимах віджиму.

У літературі існують різні методи, що застосовуються для гасіння вібрацій, які виникають при роботі пральних машин. У деяких існуючих дослідженнях [1, 2] проблема вирішується за рахунок використання спеціальних пасивних балансувальних підвісних систем. З одного боку, такий підхід забезпечує значне зменшення вібрацій, але, з іншого боку, він вимагає досить складної і громіздкої механічної конструкції, яка інколи потребує спеціального обслуговування. В інших дослідженнях [3, 4, 5, 6] пропонуються магнітно-реологічні демпфери, які представляють собою пристрої, що містять магнітно-реологічну рідину, яка утворюється з магнітно-поляризованих частинок, суспендованих у немагнітній рідині-носії. Характеристики та в'язкість такої рідини динамічно змінюються при застосуванні магнітного поля. Запропоновані системи є напівактивними, вони мають досить гарні демпфуючі характеристики, але потребують додаткових джерел енергії.

В роботі пропонується демпферний пристрій з квазінульовою жорсткістю. Ефективність роботи таких систем прямо пов'язана з рішенням питання їх налаштування. Мала жорсткість пружного елемента вимагає досить точного налаштування на розрахункове навантаження: зміна величини цього навантаження призведе до втрати функціональної надійності системи. Отже, виникає потреба розробки демпферного пристрою, який допускає його автоматичне налаштування для заданого діапазону зміни зовнішнього навантаження, тобто пристрою з керованою квазінульовою жорсткістю. Керованість досягається за рахунок використання п'єзокерамічних активних і сенсорних елементів, при цьому реакція системи відстежується за допомогою допоміжного керуючого п'єзокерамічного елемента і у

якості вхідного сигналу поступає до системи активного контролю, яка у свою чергу аналізує сигнал і, використовуючи алгоритм керування, змінює пружні властивості центрального активного елемента, за рахунок чого продовжується дія квазінульової жорсткості в демпферному пристрої.

Математична модель вібросистеми з пружними п'єзокерамічними елементами які забезпечують квазінульову жорсткість представлена в дослідженні [7]. Запропонована модель була дорацьована, а саме, була змінена пружна квазінульова схема демпферу, врахована стрижньова форма активних п'єзокерамічних елементів.

Для здійснення взаємодії між керуваними і активними п'єзокерамічними елементами необхідно побудувати математичну модель схеми активного управління для запропонованої системи. Найбільш ефективним бачиться використання узагальненої схеми метода контролю зі зворотним зв'язком. Рішення такої математичної моделі дозволяє оцінити реакції керуючих п'єзокерамічних елементів на вхідний зовнішній механічний вплив і реакцію активного п'єзокерамічного елемента на електричний вплив. Конкретні значення параметрів конструкції демпферного пристрою з керованою квазінульовою жорсткістю у вигляді адаптивних п'єзокерамічних елементів можуть бути отримані на основі чисельних методів.

Розробка вирішує проблему зниження вібрацій які виникають при використанні пральних машин.

Концепція використання в віброзахисних системах керованої квазінульової жорсткості з адаптивними матеріалами є досить перспективною. Обрана в якості матеріалу для адаптивних елементів п'єзоелектрична кераміка, характеризується високою перешкодозахищеністю і малим рівнем власних шумів. Керамічна технологія виготовлення п'єзоелементів не накладає принципових обмежень на їх форму і розміри. Ці обставини, а також високі значення п'єзоелектричних характеристик, обумовлюють ефективне застосування керамічних п'єзоелементів в віброзахисних системах з керованою квазінульовою жорсткістю у якості керуючих і активних елементів.

Важливою перевагою систем, побудованих на базі п'єзокерамічних елементів, також є досить мала енергозалежність (є можливість спроектувати систему, яка не буде потребувати зовнішнього енергоспоживання, використовуючи керуючі п'єзокерамічні елементи в якості джерел енергії).

Список літератури:

1. Bae S. Dynamic analysis of an automatic washing machine with a hydraulic balancer / S. Bae, J.M. Lee., Y.J. Kang, J.S. Kang, J.R. Yun // Journal of Sound and Vibration. – 2002. – 257(1) – P. 3-18.
2. Campos R.O. Vibration reduction in vertical washing machine using a rotating dynamic absorber / R.O. Campos, R. Nicoletti // J Braz. Soc. Mech. Sci. Eng. – 2015. – 37 – P. 339-348.
3. Ulaszkar A. Design and analysis of a new magneto rheological damper for washing machine / A. Ulaszkar, I. Lazoglu // J Mech Sci Technol. – 2018. – 32 – P. 1549-1561.
4. Nguyen Q.H. Optimal design and performance evaluation of a flow-mode MR damper for front-loaded washing machines / Q.H. Nguyen, N.D. Nguyen, S.B. Choi // Asia Pacific Journal on Computational Engineering. – 2014. – 1.3 – P. 1-14.
5. Bartosz M. Proposal of a new group of magnetorheological dampers / M. Bartosz, S. Frederik // Przegląd Elektrotechniczny. – 2014. – 07 – P. 263-267.
6. Spelta C. Control of magnetorheological dampers for vibration reduction in a washing machine / C. Spelta, F. Previdi, S.M. Savaresi, G. Fraternali, N. Gaudio // Mechatronics. – 2009. – 19.3 – P. 410-421.
7. Klitnoi V. On the problem of vibration protection of rotor systems with elastic adaptive elements of quasi-zero stiffness / V. Klitnoi, A. Gaydamaka // Diagnostyka. – 2020. – 21(2) – P. 69-75.