

УДК 629.1.032

*В. Г. Маслієв, В. В. Дущенко, А. О. Маслієв*

### ПІДРЕСОРЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МАГНІТОРЕОЛОГІЧНИХ ЕЛАСТОМЕРІВ

*V. Masliev, V. Dushchenko, A. Masliev*

### SUBSTANCES OF VEHICLES WITH USING MAGNETOREOLOGICAL ELASTOMERS

Аналіз публікацій показав, що підвищити плавність ходу транспортних засобів (ТЗ) можна шляхом застосування керування характеристиками їхніх систем підресорювання (СП). Один із шляхів вирішення цього завдання полягає в застосуванні в СП альтернативних матеріалів, характеристиками яких можна керувати. До таких матеріалів належать магнітореологічні еластомери (МРЕ): це так звані «інтелектуальні» матеріали (smart materials), вони можуть змінювати свої механічні характеристики (модулі пружності і втрат) під дією керуючого магнітного поля. МРЕ складаються з матриці (звичайної або силіконової гуми, поліуретану тощо), до якої додають певну кількість (до 40 % за об'ємом) наповнювача, наприклад феромагнітні частинки карбонільного заліза з розміром від 5 до 40 мкм. Суміш полімеризують при температурі близько 150 °С.

Створено демпфіруючі пристрої, де в якості робочого елемента використано

пружні елементи з МРЕ, характеристиками яких керували за допомогою магнітного поля. На цих пристроях реалізовано відносно малі (до 1 мм) деформації пружних елементів, але вони допомогли з успіхом вирішити завдання захисту обладнання від вібрацій, оскільки їм притаманні необхідні пружно-демпфіруючі якості, величиною яких було здійснено необхідне керування.

Між тим для використання МРЕ у пристроях для демпфірування коливань ТЗ недостатньо відомостей про ступінь впливу магнітного поля на пружні та демпфіруючі характеристики зразків з МРЕ і співвідношення змін модулів пружності і демпфірування.

Метою роботи є дослідження ступеня впливу магнітного поля на пружні та демпфіруючі характеристики зразків з МРЕ та на співвідношення змін модулів пружності і демпфірування.

Завдання, які при цьому було вирішено:

– виготовлено зразки з МРЕ з параметрами, придатними для використання у СП;

– проведено експериментальні дослідження в умовах стенда впливу магнітного поля на характеристики зразків з МРЕ та на співвідношення модулів пружності і втрат при дії керуючого магнітного поля.

Цей оригінальний стенд дозволив проводити широкий спектр досліджень впливу магнітного поля на модулі пружності і втрат зразків з МРЕ. При цьому практично виключено вплив таких сторонніх факторів, як гравітаційна сила тяжіння та сили тяжіння електромагнітів, а замкнене магнітне коло із феромагнетиків збільшило потік магнітної індукції.

Для досліджень було використано метод електротензометрії, вимірювальні прилади створювалися на базі сучасних мікропроцесорних технологій. Аналіз статичних характеристик показав, що індукція керуючого магнітного поля  $B = 0,6$  Тл викликала зростання коефіцієнта жорсткості (модуля пружності) у 1,75, а коефіцієнта демпфірування (модуля втрат) у 4,4 разу. Отже, демпфірування у зразках зросло майже вчетверо швидше, ніж їх жорсткість.

При дослідженні динамічних характеристик МРЕ в умовах стенда коливання збуджувалися механічним вібратором, який через пружину діяв на масу до отримання резонансних амплітуд її коливань на пружних елементах із МРЕ. Після цього вібратор вимикався і виникали загасальні коливання. Аналіз осцилограм коливань показав, що при вмиканні керуючого магнітного поля стала часу зменшувалася з 1,48 до 0,78 с, тобто швидкість загасання коливань поліпшувалася. Перехідний процес практично завершувався через  $3 \cdot 0,78 = 2,34$  с. При цьому спостерігалось зростання жорсткості

зразків близько до 25 %, що викликало зростання частоти власних коливань з 2,5 до 2,7 Гц, тобто на 8 %, а коефіцієнт демпфірування при цьому збільшився на 118 % (з 0,038 до 0,083), тобто в 4,7 разу більше за жорсткість, тобто дещо більше за статичну жорсткість.

Вимушені коливання досліджувались так. За допомогою вібратора на стенді реалізувався режим резонансних коливань, а потім до котушок електромагнітів керування подавався електричний струм, який створював керуюче магнітне поле з індукцією  $B = 0,6$  Тл. При цьому амплітуди коливань маси на пружних елементах із МРЕ зменшувалися вдвічі завдяки збільшенню демпфірування у пружних елементах. Після вимикання магнітного поля система поверталася до режиму резонансних коливань, а їхні амплітуди зростали до початкової величини. Тривалість перехідних процесів склала близько 2,3 с.

Для подальшого зменшення амплітуд коливань шляхом керування необхідно збільшувати магнітну індукцію керуючого поля.

Таким чином, виявлено, що керуюче магнітне поле викликало зростання жорсткості (модуля пружності) у 1,75, а демпфірування (модуля втрат) у 4,4 разу, тобто вплив його на модуль втрат сильніше, ніж на модуль пружності зразків із МРЕ. При вмиканні керуючого магнітного поля з індукцією  $B = 0,6$  Тл амплітуди резонансних коливань маси зменшуються вдвічі за час 2,3 с. Зменшення амплітуд відбувається за рахунок зростання модуля втрат.

Отримані результати досліджень будуть використані при створенні керованих демпфіруючих пристроїв для транспортних засобів як альтернатива до гідравлічних гасників коливань.