

АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСКРЕТНОЇ НЕЛІНІЙНОЇ СИСТЕМИ З КВАЗІНУЛЬОВОЮ ЖОРСТКІСТЮ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ ДЛЯ ВІБРОІЗОЛЯЦІЇ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

Баитовий В.М., Кайдалов Р.О.

Національний Академія
Національної Гвардії України,
Харків, Україна

Транспортування певних категорій вантажів потребує особливої уваги з точки зору забезпечення мінімально можливого вібронавантаження на них [1]. В сучасних наукових працях багато уваги приділяється створенню нових систем підресорювання із нелінійними характеристиками жорсткості або демпфірування. Серед різних ідей, стосовно забезпечення високої плавності ходу транспортних засобів (ТЗ) із нелінійною підвіскою на окрему увагу заслуговують системи, які реалізують віброізоляцію вантажів, що може бути досягнуто суттєвим зменшенням динамічних реакцій у підвісці. При використанні пружинних блоків, з нелінійною характеристикою можна досягти зазначеного позитивного ефекту із збереженням її несучої спроможності та компактних розмірів самого підресорювання системи. Найбільшу практичну цінність тут мають системи із квазінульовою жорсткістю.

В даній роботі представлено результати теоретичного моделювання динамічних характеристик спеціалізованого транспортного засобу з такою дворівневою системою підресорювання, як консервативної нелінійної системи.

Пропонується розглянути дискретну нелінійну динамічну систему, яка представляє собою модель транспортного засобу, який на відміну від традиційних конструкцій має додаткову систему підресорювання, що забезпечує квазінульову жорсткість підвішування вантажів. Відповідна частина конструктивно виконана у вигляді спеціальної вантажної платформи, що спирається на традиційний вантажний ТЗ через пружинний блок, який виконаний у формі ферми Мізеса (рис. 1).

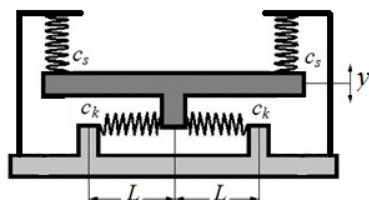


Рисунок 1 – Конструктивна реалізація другого рівня підресорювання, що виконана як ферма Мізеса

Нелінійна характеристика даної системи сформована геометричними співвідношеннями між деформацією горизонтальних пружин та вертикальними переміщеннями. Причому горизонтальні пружини повинні бути попередньо у стисненому стані. Якщо ввести позначення L – довжина пружини у горизонтальному стисненому

положенні, Δ – величина попереднього стискання, c_s – жорсткість пружин вертикальних, c_k – жорсткість пружин горизонтальних, y – вертикальне переміщення платформи із вантажем, то нелінійна приведена пружна сила, що виникатиме в пружинному блоці матиме вигляд:

$$F_{nl}(y) = c_k \cdot y + c_s \cdot y \cdot \left[1 - \frac{L + \Delta}{\sqrt{L^2 + y^2}} \right] \quad (1)$$

Слід також відмітити, що нелінійна характеристика матиме область із квазінульовою жорсткістю лише у випадку, якщо жорсткості пружин та їх попереднє стискання будуть у раціональному співвідношенні: $c_s L = c_k \Delta$.

Попередні експериментальні дослідження [2] показали, що така конструкції має фактичну ефективність щодо покращення плавності ходу транспортних засобів. Разом із тим залишається не визначеним межі значень параметрів даної системи, що забезпечуватиме віброізоляцію вантажу за різних умовах експлуатації. Дослідження динамічних характеристик даної системи проводилось на основі дискретної консервативної нелінійної системи, що складається з 6 ступенів волі.

Відповідна система диференціальних рівнянь [3] розраховувалась чисельним методом Рунге-Кути 4 порядку. При цьому завдавалось одночасне кінематичне навантаження на обидві колісні осі, що відповідають одночасному переїзду на швидкості 5 км/год колесами транспортним засобом одиночної нерівності. Таке навантаження є суттєвою ідеалізацією та не відповідає дійсності проте дозволяє проаналізувати породжуючи динамічні характеристики.

В роботі проводились відносні порівняльні дослідження окремо для лінійної (без ферми Мізеса) та нелінійної моделей. Проаналізовані фазові траєкторії, амплітудно-частотні характеристики коливань системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. ST/SGAC.10/1/Rev.17: Recommendations on the transportation of the dangerous goods United Nations (2011), New York and Geneva // режим доступу: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/unrec/rev17/English/Rev17_Volume1.pdf
2. Калиновський А.Я. Експериментальні дослідження вертикальних коливань спеціалізованого транспортного засобу з нелінійним підресорюванням при переїзді одиночної нерівності / Калиновський А.Я., Ларін О.О., Водка О.О., Баштовий В.М., Кайдалов Р.О. // Вісник НТУ «ХП»: Серія «Динаміка та міцність машин». — 2014. — №58. — С. 31—38.
3. Ларін О. О. Дослідження динамічних характеристик спеціалізованого транспортного засобу, що має дворівневу нелінійну систему підресорювання / О.О. Ларін, Соколовський С.А., Кайдалов Р.О., Баштовой В.М., Водка О.О. // Вісник НТУ «ХП» Серія: «Нові рішення в сучасних технологіях». – № 62 (1171) 2015. – С. 17-22