

УДК 629.113

О.В. Зварич

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АВТОПЕРЕВІЗНОМУ ТРАНСПОРТІ

O.V. Zvarych

### RESEARCH OF DYNAMIC PROCESSES OF AUTO TRANSPORTATION

При здійсненні перевезень автомобільним транспортом, його динамічні характеристики відіграють важливу роль [1-2]. Тут мається на увазі не тільки характеристики динаміки руху автомобіля, а й коливні процеси, які збуджуються при його русі. Виконуючи такого роду локальне дослідження, встановимо характер вільних коливань такої механічної системи.

Автомобіль представимо як систему пружнозв'язаних жорстких тіл: кузов автомобіля – колеса автомобіля [3].

Якщо розглядати рух такої системи у просторі, то коливний процес характеризуватиметься сімома координатами:  $y_1$  – вертикальне переміщення центру тяжіння кузова;  $y_2, y_3, y_4, y_5$  – вертикальні переміщення центрів тяжіння коліс;  $y_6$  – кут повороту кузова відносно поперечної осі;  $y_7$  – кут повороту кузова відносно поздовжньої осі.

Розподіл мас автомобіля і жорсткостей пружних зв'язків вважаємо симетричними, нехтуючи малою асиметрією [4].

Загальний процес коливань можна скласти з двох взаємно не зв'язаних процесів [5]: поздовжніх коливань, що характеризуються вертикальним переміщенням кузова, поворотом кузова навколо поперечної осі  $y_6$  і попарно рівними переміщеннями обох передніх коліс  $y_2 = y_4$  і обох задніх коліс  $y_3 = y_5$ ; поперечних (бічних) коливань, що характеризуються поворотом кузова навколо поздовжньої осі  $y_7$  і попарно рівними переміщеннями обох лівих коліс  $y_2 = y_3$  і обох правих коліс  $y_4 = y_5$ .

Аналізуючи можливі коливання можна констатувати, що поздовжні коливання описуються чотирма, а поперечні коливання – трьома диференціальними рівняннями. Напевно, визначальними будуть поздовжні коливання.

Якщо позначимо жорсткості шин через  $C$ ; жорсткості передніх і задніх ресор через  $C_n$  і  $C_s$  відповідно; маси кузова і колеса – через  $m$  і  $m_k$ . Радіус інерції кузова через  $\rho$ , тоді деформації ресор: передня –  $\Delta_n = y_1 + ay_6 - y_2$ ; задня –  $\Delta_s = y_1 - by_6 - y_3$ , тут  $a, b$  – відстані від коліс до центра ваги кузова. Рівняння руху складемо на основі рівнянь Лагранжа другого роду.

Кінетична енергія системи складатиметься з кінетичних енергій кузова, передніх і задніх коліс, яку запишемо у вигляді

$$K = \frac{1}{2} [m(\dot{y}_1^2 + \rho^2 \dot{y}_6^2) + 2m_k(\dot{y}_2^2 + \dot{y}_3^2)]. \quad (1)$$

Потенціальна енергія: деформації ресор, стискування шин

$$n = C_n(y_1 - y_2 + ay_6)^2 + C_s(y_1 - y_3 - by_6)^2 + C(y_2^2 + y_3^2). \quad (2)$$

Знаходячи відповідні похідні і підставляючи їх в рівняння Лагранжа, отримаємо систему

$$\begin{cases} m\ddot{y}_1 + 2C_n(y_1 - y_2 + ay_6) + 2C_s(y_1 - y_3 - by_6) = 0; \\ 2m_K\ddot{y}_2 - 2C_n(y_1 - y_2 + ay_6) + 2Cy_2 = 0; \\ 2m_K\ddot{y}_3 - 2C_s(y_1 - y_3 + by_6) + 2Cy_3 = 0; \\ m\rho^2\ddot{y}_6 + 2C_n(y_1 - y_2 + ay_6)a - 2C_s(y_1 - y_3 - by_6)b = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Часткове вирішення системи (3) має вигляд

$$y_i = A_i \sin(\omega t + \alpha), \quad (i = 1, 2, 3, 6).$$

Підстановка часткового рішення в рівняння (3) призведе до отримання однорідних алгебраїчних рівнянь відносно амплітуд  $A_i$  і отримання відповідно чотирьох власних частот коливань.

В даному дослідженні проведено аналіз тільки вільних коливань системи як частковий випадок загального коливного процесу автомобіля для перевезення вантажів [6-7]. Загалом приведена система рівнянь (3) доповнюється правою частиною – вимушуючими силами та моментами, а отримані розв'язки характеризуватимуть як власні, так і вимушуючі коливання приведеної системи автомобіля.

### **Література**

1. Попович П.В. Аналіз ринку автотранспортних перевезень України [Текст] / Попович П.В., Шевчук О.С., Бабій М.В., Дзюра В.О. // Вісник машинобудування та транспорту, 2017. Науковий журнал. – ВНТУ, Вінниця : ВНТУ, 2017. – Вип. №2. – С. 124-130.
2. Попович П.В. Дослідження тенденцій розвитку ринку вантажних автомобільних перевезень у сучасних умовах / П.В. Попович, О.С. Шевчук, А.Й. Матвішин, В.М. Лотоцька // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. - 2016. - № 2. - С. 224-229.
3. Сурьянинов Н.Г. Теоретические основы динамики машин. Учебн. Пособие / Сурьянинов Н.Г., Дашенко А. Ф., Белоус П.А. – Одесса, ОГПУ, 2000 – 302 с.
4. Попович П.В. Підвищення ефективності технологій перевезень організаційними шляхами надання транспортних послуг / 4. 4. Попович П., Шевчук О., Мурований І. // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2017. – Вип. № 184. – С. 124 - 130.
5. Шевчук О.С. Вплив показників ефективності на безпеку руху вулично-дорожніми мережами. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка : зб. наук. праць. – Харків : ХНТУСГ, 2016. – Вип. 169. – С. 205-209.
6. Бабій М.В. Проблеми транспортної логістики в аграрному секторі України [Текст] / М.В. Бабій // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2017. – Вип. 184. – С.130-135.
7. Popovych. P. V. Influence of organic operation environment on corrosion properties of metal structure materials of vehicles/ Popovych P.V., Lyashuk O.L., Shevchuk O.S., Tson O.P., Bortnyk I. M., Poberezhna L.Ya.// INMATEH – Agricultural Engineering. 2017, Vol. 52, Issue 2, pp.113–119.