

МАШИННЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ АВТОМОБІЛЯ

Рожков П. П.¹, Рожкова С. Е.²¹Харківська національна академія міського господарства,
²Харьковский національний автомобільно-дорожній університет

Проведене математичне моделювання та аналіз вертикальних коливань автомобіля, що виникають в процесі подолання одиночної дорожньої нерівності.

Постановка проблеми. Вимоги до плавності руху автомобіля в різних дорожніх умовах можливо задовольнити тільки за рахунок створення керованої підвіски. Для побудови алгоритму керування підвіскою в процесі подолання дорожньої нерівності потрібно провести математичне моделювання вертикальних коливань підресореної маси і визначити значення відповідних динамічних параметрів підвіски.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Останні дослідження присвячені розвитку математичної моделі вертикальних коливань автомобіля з урахуванням зміни положення центру мас та нелінійних характеристик елементів підвіски. Ці дослідження направлені на удосконалення конструкції підвіски. З іншого боку мають місце чисельні публікації рекламного характеру, які звертають увагу на переваги керованої, мікропроцесорною системою, підвіски автомобіля. Розробка та обґрунтування алгоритму роботи таких систем не висвітлюється, що створює невпевненість в їх ефективності.

Мета статті. Потрібно провести математичне моделювання коливань підресореної маси автомобіля та визначити алгоритм керування динамічними параметрами підвіски.

Основні матеріали дослідження. Досвід експлуатації автомобіля свідчить про те, що в процесі проїзду нерівності у вигляді виступу автомобіль зазнає два поштовхи, відповідно від першої та другої осі. Таким чином, прискорення коливання центра мас автомобіля \ddot{z}_0 буде мати дві складові

$$\ddot{z}_0 = \ddot{z}_1 \frac{\ell_2}{L} + \ddot{z}_2 \frac{\ell_1}{L}. \quad (1)$$

де \ddot{z}_1 - прискорення підресореної маси над першою віссю;

\ddot{z}_2 - прискорення підресореної маси над другою віссю;

ℓ_1 - відстань від центру мас автомобіля до першої осі;

ℓ_2 - відстань від центру мас автомобіля до другої осі;

L - база автомобіля.

Оскільки розрахунки виконуються для випадку проїзду автомобіля по нерівності, то швидкість руху виберемо невелику, а саме $v=10$ м/с. Довжина нерівності s дорівнює 1 м. Значення відносних коефіцієнтів загасання першої та другої осі складає 0,2.

Використання двохмасової розрахункової схеми

та відповідної математичної моделі [3] дозволило отримати графік залежності прискорення коливань центру мас підресореної маси від часу (рис. 1).

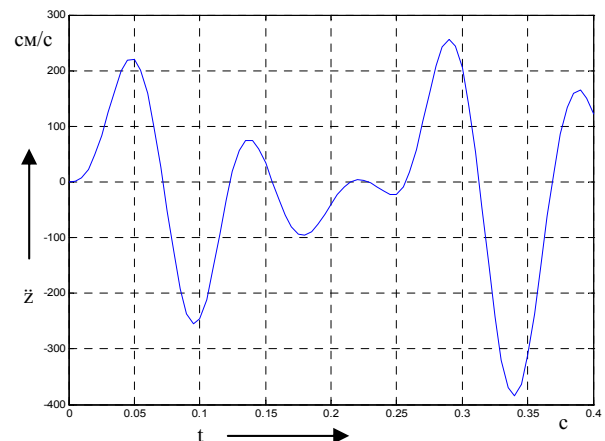
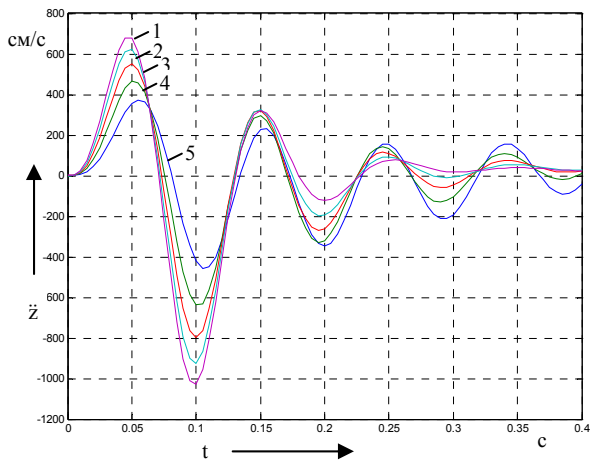


Рисунок 1 - Графік залежності прискорення коливань підресореної маси від часу у центрі мас

На рис. 1 видно, що коливання, породжені першим колесом, всухають до моменту в'їзду на нерівність другого колеса. Друге колесо породжує коливання центру мас з прискоренням, що значно перевищує прискорення коливань від першого колеса і досягає величини близької до $-0,4g$. Разом коливання, що породжені першим та другим колесами, на протязі 0,6 с створюють почуття сильних коливань і негативно впливають на оцінку плавності ходу. Таким чином, виникає задача зменшення прискорення коливань центру мас.

Оскільки для підвіски автомобіля нерівність дороги – випадкова подія, то перша вісь зустрічає її з тими динамічними параметрами, що існували раніше. Реально можна впливати на коливання, що породжені проїздом саме другого колеса автомобіля по нерівності дороги.

Проведемо аналіз залежності амплітуди прискорення коливань підресореної маси в залежності від відносного коефіцієнту загасання другої осі. Для цього розрахуємо величину прискорення коливань підресореної маси, що змінюється у часі для різних значеннях відносного коефіцієнту загасання другої осі ψ_2 . Результати розрахунку приведені на рис. 2.



1 - $\psi_2=0,5$; 2 - $\psi_2=0,4$; 3 - $\psi_2=0,3$; 4 - $\psi_2=0,2$;
5 - $\psi_2=0,1$

Рисунок 2 - Графік залежності прискорення коливань підресореної маси від часу над другою віссю

Аналіз графіків показує, що при проїзді одиничної нерівності велике значення ψ_2 ($\psi_2=0,5$) призводить до значного збільшення прискорення, яке досягає значення $-1,1g$, але коливання тривають значно менше за часом, ніж при малих значеннях ψ_2 . Мале значення ψ_2 ($\psi_2=0,1$) дозволяє у 2,5 рази зменшити амплітуду прискорення коливань, але процес коливань затягується.

Математичне моделювання дозволило отримати графік залежності прискорення коливань центру мас підресореної маси автомобіля від часу при значеннях відносного коефіцієнту загасання першої осі $\psi_1=0,2$ та другої осі $\psi_2=0,1$ (рис. 3).

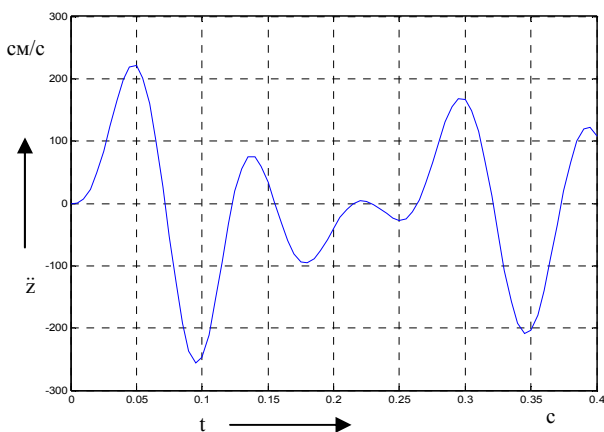


Рисунок 3 - Графік залежності прискорення коливань підресореної маси від часу у центрі мас

Порівняльний аналіз графіків на рис. 1 та рис. 3 наочно показує, що зменшення величини ψ_2 до значення 0,1 майже у два рази зменшило максимальну амплітуду прискорення коливань центру мас, що позитивно впливає на оцінку плавності ходу. З іншого

боку, коливання при цьому затяглися, тому через визначений час (приблизно через 0,15 с після в'їзду на нерівність другого колеса) необхідно повернути величину ψ_2 до попереднього значення.

Висновки. Проведені розрахунки та математичне моделювання підтвердили припущення, що процес подолання нерівності дороги викликає суттєві прискорення коливання підресореної маси, що погіршує плавність ходу автомобіля.

Враховуючи, що нерівність виникає перед автомобілем раптово, керуючий вплив на динамічні параметри першої осі з метою зменшення наслідків наїзду на нерівність будемо вважати неможливим. Тому слід зосередитися на керуванні динамічними параметрами другої осі.

Результати математичного моделювання показали, що дієвим впливом може бути зміна значення відносного коефіцієнту загасання другої осі, яке слід виконати у відповідний момент та на визначений інтервал часу.

Технічним пристроєм, спроможний змінити відносний коефіцієнт загасання в процесі руху, є керуємий амортизатор, якій під дією керуючого впливу здатен змінювати коефіцієнт опору, а отже і відносний коефіцієнт загасання

Список використаних джерел

1. Блинов Е. И. Динамика и энергетика колесных машин / Е. И. Блинов.- М. : Машиностроение, 2005. - 156 с.
2. Интернет журнал об автомобилях Авто Грет. – Режим доступа: <http://sjinks.org.ua/equipment/audi-a6-2/>
3. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля / Р. В. Ротенберг. - М. : Машиностроение, 1985. - 200с.

Аннотация

МАШИНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВЕРТИКАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ АВТОМОБИЛЯ

Рожков П. П., Рожкова С. Э.

Проведено математическое моделирование и анализ вертикальных колебаний автомобиля, которые возникают в процессе преодоления одиночной дорожной неровности.

Abstract

COMPUTER-AIDED ENGINEERING AND ANALYSIS OF VERTICAL VIBRATIONS OF CAR

P. Rozhkov, S. Rozhkova

A mathematical modeling and analysis of vertical vibrations of car, which arise up in the process of overcoming of single travelling unevenness, is conducted.