

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ АВТОМОБІЛЯ В РІЗНИХ УМОВАХ РУХУ

Рожков П. П.¹, Рожков С. П.²

¹Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,

²Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Проведено імітаційне моделювання вертикальних коливань легкового автомобіля для різних швидкостей та типів дорожніх поверхонь.

Постановка проблеми. Підвищення рівня плавності руху автомобіля досягається за рахунок зміни динамічних параметрів підвіски. Необхідність оперативного керування підвіскою обумовлене поточною зміною типу дорожньої поверхні та швидкості руху, тому дослідження залежності плавності руху автомобіля від динамічних параметрів підвіски для різних умов руху є досить актуальним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Теоретичні дослідження у напрямку побудови алгоритмів керування динамічними параметрами підвіски потребують створення достатньо складної математичної моделі вертикальних коливань автомобіля. Складність моделі не дозволяє провести параметричну оптимізацію за критерієм мінімуму середньоквадратичного значення прискорення центра тяжіння (ЦТ) автомобіля та отримати аналітичну залежність оптимальних значень динамічних параметрів підвіски автомобіля від умов руху. Практичні реалізації алгоритму керування мають робастний характер [1] і не освітлюються в наукових публікаціях.

Мета статті. Метою статті є аналіз результатів імітаційного моделювання вертикальних коливань підресореної маси автомобіля для різних швидкостей руху та типів дорожніх поверхонь та пошук значень динамічних параметрів підвіски автомобіля, що поліпшують плавність руху.

Основні матеріали дослідження. З роботи [2] відомо, що вертикальні прискорення ЦТ підресореної частини двоосного автомобіля в поздовжній площині можуть бути описані формулою

$$\ddot{z}_0 = \ddot{z}_1 \frac{\ell_2}{L} + \ddot{z}_2 \frac{\ell_1}{L},$$

де \ddot{z}_0 - прискорення ЦТ підресореної частини;

\ddot{z}_1 та \ddot{z}_2 - прискорення точки кузова над першою та другою віссю відповідно;

ℓ_1 та ℓ_2 - відстань від першої та другої осі до ЦТ підресореної частини відповідно;

L - відстань від першої до другої осі.

Передатна функція $W_{\ddot{z}}(p)$ обох осей має вигляд

$$W_{\ddot{z}_i}(p) = \frac{p^2 \sum_{i=0}^1 B_{ij} p^j}{\sum_{i=0}^4 A_{ij} p^j};$$

де i - номер осі;

A_{ij}, B_{ij} - коефіцієнти поліномів, що функціонально залежать від параметрів підвіски.

Збурюючий вплив поступає на другу вісь з запізненням τ , яке дорівнює

$$\tau = L/v,$$

де v - швидкість руху автомобіля.

Будемо вважати, що збурюючий вплив описується спектральною щільністю виду

$$S_q(\omega) = D_0 v \frac{\omega^2 + \omega_1^2}{\omega^2 (\omega^2 + \omega_2^2)},$$

де $\omega_1 = v_a \cdot \lambda_1$; $\omega_2 = v_a \cdot \lambda_2$;

λ_1, λ_2 - дорожні частоти, m^{-1} ;

D_0 - коефіцієнт апроксимації.

Для імітаційного моделювання вертикальних коливань оберемо автомобіль з масогабаритними параметрами, відповідними автомобілю ЗАЗ11055. Розглянемо його рух по бруківці та асфальтовій дорозі в поганому стані зі швидкостями 20 та 25 м/с. Значення прискорення ЦТ підресореної частини двоосного автомобіля в поздовжній площині накопичується в файлі даних та статистично оброблюється з метою отримання значення середньоквадратичного відхилення прискорення $\sigma_{\ddot{z}}$. Імітаційна модель (рис. 1) складається з генератора білого шуму, масштабуючого блоку, формуючого фільтра, на виході якого з'являються значення збурюючого впливу, що відповідає типу дороги та значенню швидкості. Збурюючий вплив поступає на блок з передатною функцією, відповідною першій осі. Такий самий вплив потрапляє на блок з передатною функцією, відповідною другій осі, але з запізненням τ . Сигнали з виходів цих блоків підсумовуються з ваговими коефіцієнтами ℓ_2/L та ℓ_1/L відповідно. На виході суматора отримуємо значення вертикального прискорення ЦТ підресореної частини. Відносні коефіцієнти затухання ψ_1 та ψ_2 , що характеризують динамічні параметри автомобіля, змінюються від 0,1 до 0,5 з кроком 0,1. Для кожного набору ψ_1 та ψ_2 проводимо моделювання. Отримані значення $\sigma_{\ddot{z}}$ представлені у вигляді графіків для різних типів доріг та швидкостей руху на рис. 2 (а, б -

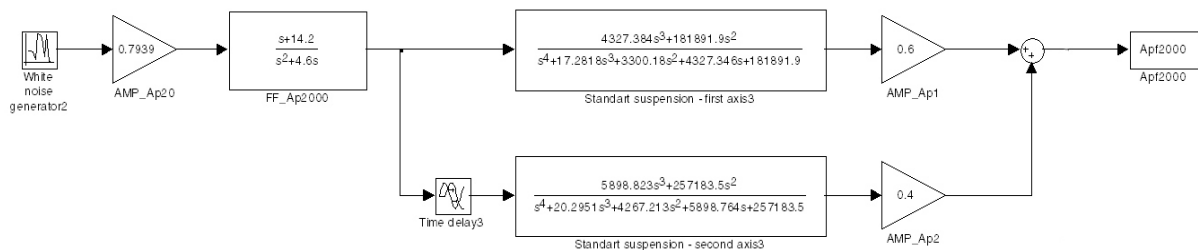
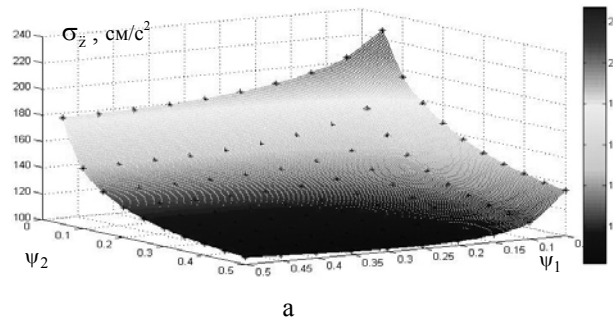
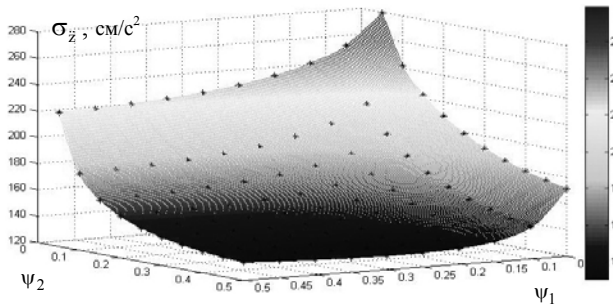


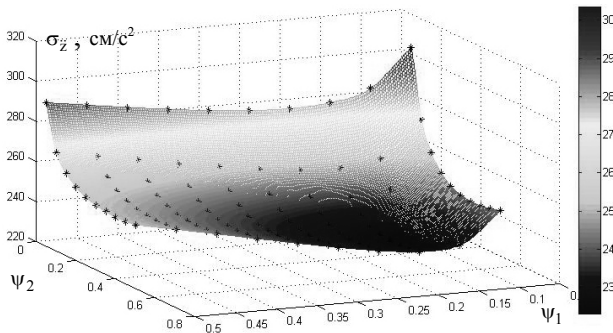
Рисунок 1 - Схема імітаційної моделі вертикальних коливань автомобіля ЗАЗ 11055



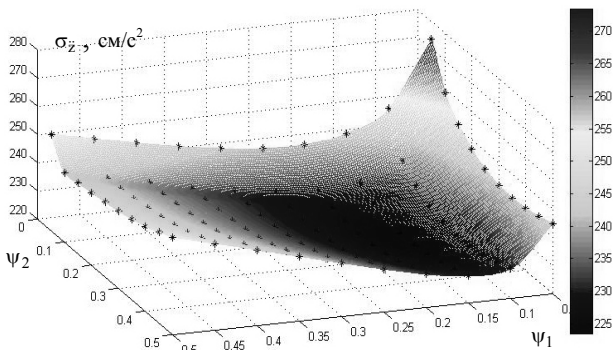
а



б



в



г

Рисунок 2 – Результати імітаційного моделювання

асфальтове покриття дороги в поганому стані; в, г – бруківка; а, в – швидкість руху складає 20 м/с; б, г – 25 м/с). Характер поверхонь на рис. 2 свідчить про наявність мінімуму середньоквадратичного відхилення.

Аналіз графіків показує, що оптимальними значеннями коефіцієнтів затушення для дороги з асфальтовим покриттям є $\psi_1 = 0,25$ та $\psi_2 = 0,5$, незалежно від швидкості. Для бруківки вони складають $\psi_1 = 0,15$, $\psi_2 = 0,3$. Слід зауважити, що для дороги з асфальтовим покриттям зростання швидкості призводить до зростання σ_z , а для бруківки значення σ_z для швидкості 20 м/с більше ніж для швидкості 25 м/с. Це свідчить про те, що швидкісний режим руху складно впливає на плавність руху.

Висновки. Аналіз результатів моделювання показує, що цілеспрямовані зміни відносних коефіцієнтів затушення за рахунок зміни коефіцієнтів опору амортизаторів автомобіля здатні суттєво зменшити σ_z та поліпшити плавність ходу автомобіля.

Список використаних джерел

1. Интернет журнал об автомобилях Авто Грет. – Режим доступа: <http://sjinks.org.ua/equipment/audi/>
2. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля / Р. В. Ротенберг. - М.: Машиностроение, 1985. – 200 с.

Аннотация

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ АВТОМОБИЛЯ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ДВИЖЕНИЯ

Рожков П. П., Рожков С. П.

Проведено імітаційне моделювання вертикальних коливань легкового автомобіля для різних швидкостей і типів дорожніх поверхностей.

Abstract

IMITATION DESIGN OF VERTICAL VIBRATIONS OF CAR IS IN DIFFERENT TERMS OF MOTION

P. Rozhkov, S. Rozhkov

The imitation design of vertical vibrations of passenger car is conducted for different speeds and types of travelling surfaces.