

УДК 621.82

Прачук О. – ст.гр.АТ-401

Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж  
ТНТУ імені Івана Пулюя»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ПІДВІСКИ І УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ПЛАВНІСТЬ РУХУ АВТОМОБІЛЯ

Науковий керівник: викладач вищої категорії, викладач – методист  
Заверуха Р.Р. , викладач II – категорії Венгер М.П.

Prachuk O. - student groups AT-401

A separate structural unit "Ternopil Vocational College of TNTU named after  
Ivan Puluj"

## INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF SUSPENSION PARAMETERS AND OPERATING CONDITIONS ON THE SMOOTHNESS OF THE VEHICLE

Supervisor: teacher of the highest category, teacher - methodologist  
R.R. Zaverukha , teacher II - category M.P. Wenger

Ключові слова: підвіска, параметри підвіски, плавність руху автомобіля  
Keywords: suspension, suspension parameters, smoothness of the car

Досліджена модель, яка використовується при вивченні коливань автомобіля, може бути моделлю 1/4, 1/2 або моделлю просторових коливань автомобіля.

На рисунку 1 показана модель 1/4 коливання автомобіля, прийняті наступні позначення:  $F_M$  і  $F_m$  - сили, що діють на підресорну і не підресорну масу автомобіля;  $k_s$ ,  $c_s$  - коефіцієнт жорсткості і опору підвіски;  $k_t$  і  $c_t$  коефіцієнт жорсткості і опору шин;  $z$  і  $q$  - нерівна поверхня дороги.

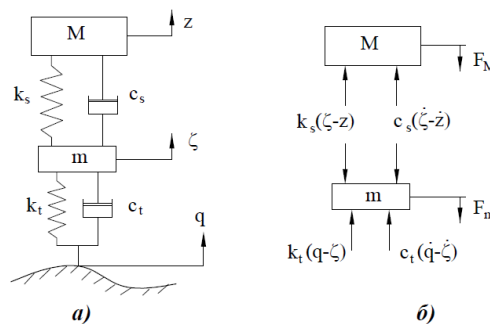


Рисунок 1 - Модель чверті автомобіля

(а) діаграма вільного тіла підресорених; і безпружинних мас (б).

Представлені результати дослідження впливу конструктивних параметрів підвіски і умов роботи на плавність руху автомобіля. Для проведення дослідження була побудована модель 1/4 коливання автомобіля з двома ступенями свободи. Джерелом стимуляції коливання автомобіля є профіль по-поверхні дороги, обраний відповідно до ISO 8086. Середнє значення квадрата прискорення транспортного засобу ( $a_{rm}$ ) в вертикальному напрямку було обрано в якості критерію для оцінки плавності руху автомобіля.

За підтримки програм Matlab / Simulink 2018 і Minitab 16 результати дослідження показали, що коефіцієнт жорсткості підвіски  $k_s$  робить істотний вплив на середнє значення квадрата прискорення автомобіля і навпаки, коефіцієнт опору  $c_s$  має незначний вплив на  $a_{rm}$ ; чим вище швидкість руху автомобіля  $V_a$ , тим вище значення  $a_{rm}$  і чим нижче якість дороги, тим вище значення  $a_{rm}$ ; значення підресорної маси  $M$  обернено пропорційно значенню середнього значення квадрата прискорення автомобіля  $a_{rm}$ , збільшення значення підресорної маси  $M$  призведе до зменшення значення  $a_{rm}$ . Фактори, які впливають на  $a_{rm}$  в залежності від рівня впливу від високого до низького, такі: тип дороги, швидкість автомобіля, жорсткість підвіски, підресорна маса, коефіцієнт опору підвіски.

Для побудови математичної моделі, що описує рух систем, використовують принцип D'Alambe, який поєднує в собі теоретичні основи багатоб'єктної системи. Грунтуючись на встановленні рівняння рівноважної сили між підвішеними і не підвішеними масами, рівняннями коливань системи показано наступним чином:

$$\begin{aligned} M \cdot \ddot{z} - k_z(\zeta - z) - c_z(\dot{\zeta} - \dot{z}) + F_M &= 0 \\ m \cdot \ddot{\zeta} + k_z(\zeta - z) + c_z(\dot{\zeta} - \dot{z}) - k_t(q - \zeta) - c_t(\dot{q} - \dot{\zeta}) + F_m &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

Встановлено що моделі коливання автомобіля, показаної на рисунку 1, нерівна поверхня дороги вважається одним з джерел вертикальних коливань. Не рівна поверхня дороги може бути виражена у формі гармонійної функції, функції зупинки або в довільній формі. Використовуємо функцію для представлення поверхні дороги в довільній формі відповідно до ISO-8068 таким чином:

$$S_q(n) = S_q(n_0) \left( \frac{n}{n_0} \right)^{-\omega} \quad (2)$$

де:  $n$  - частота поверхні дороги (цикл/м);

$n_0$  - частота вибірки (цикл/м);

$S_q(n_0)$  - щільність спектра висоти поверхні дороги ( $m^3$ /цикл),

$\omega$  - частотний коефіцієнт, який описує спектральну щільність поверхні дороги.

Нерівна поверхня дороги передбачається Гауссовским випадковим процесом, і генерується через зворотний Фур'є випадкових величин:

$$\begin{aligned} q(t) &= \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{2\pi n_0^2 S_q(n_0)}{f_{mid,i}^2}} \Delta f \cdot \cos(2\pi f_{mid,i} t + \varphi_i) \\ f_{mid,i} &= f_1 + \frac{2i-1}{2} \Delta f; i=1,2,3 \dots n, \varphi_i \end{aligned} \quad (3)$$

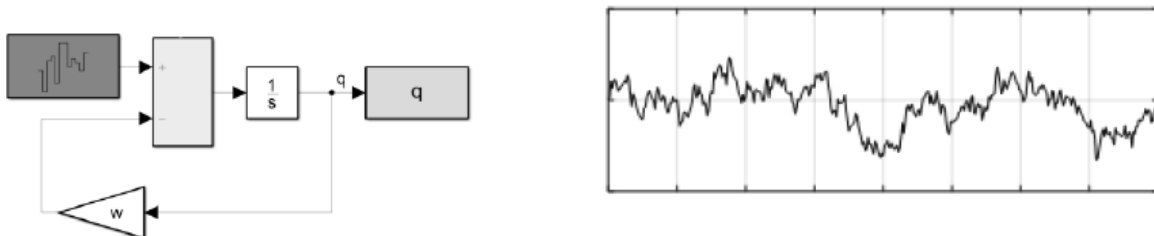


Рисунок 2 – Модель Simulink та результати моделювання випадкової стимуляції поверхні дороги ISO-D

### Література

1. Nguyen Thanh Cong, Nguyen Khac Tuan, Le Van Quynh, Study on influence of design parameters of suspension system on F-SAE racing car ride comfort // Journal of Scient and Technology Thai Nguyen University of Technology, 118(04), 2014, pp. 49-54.