

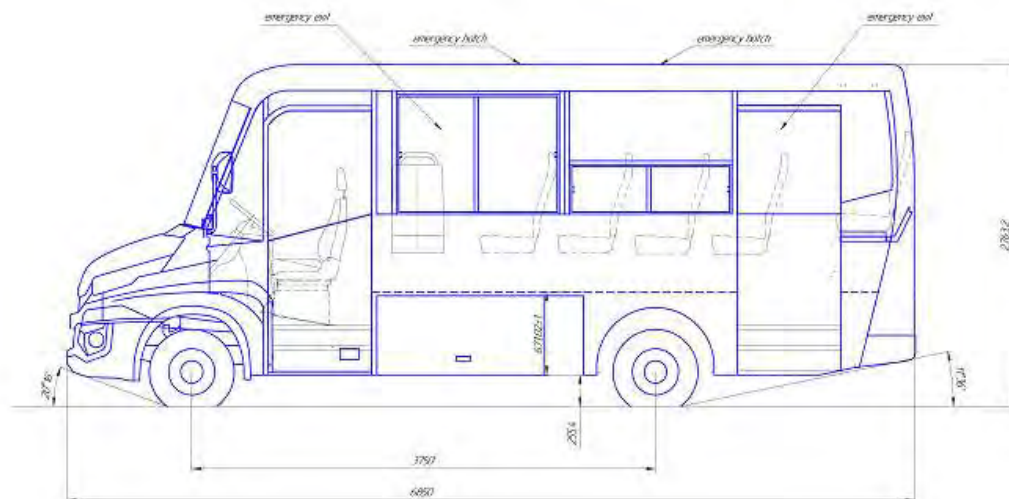


Рис.2 - Модель автобуса на базі кузова ТУР А407

Відповідно до цього, на базі кузова ТУР А407, було також опрацьовано дві моделі автобусів – у малому (для міських перевезень на 22 сидіння, повною масою до 5,6-6 т) та середньому (для місцевого/міжміського сполучення на 33-35 сидінь, повною масою до 8,4 т) класах, що базуються (за бажанням замовника) на 4-х моделях шасі (окрім Mercedes-Benz та IVECO також виробників з Бразилії та Індії).

УДК 629.45.027.35

ОПТИМІЗАЦІЯ НАПІВАКТИВНОЇ ПІДВІСКИ

SEMI-ACTIVE SUSPENSION OPTIMIZATION

Богдан Дівеєв, Ігор Коник, Ігор Вельган, Ігор Дерев'янка, Михайло Глобчак,

*Національний університет «Львівська політехніка»,
Україна, 79000, м. Львів, вул. С. Бандери, 12;*

The problems of the car framework vibration and strength under dynamic excitation are discussed. For the semi-active suspension it dynamical mechanical properties are established. Some methods of parametric optimization are applied to minimize the vibration levels.

Однією з важливих проблем проектування сучасних транспортних засобів, зокрема колісних машин є амортизація кузова при збереженні оптимальних техніко-економічних показників, а саме таких, як функціональність, комфортність, економічність, енерго- та матеріаломісткість, експлуатаційні витрати, витрати на ремонт та інше. Первинною задачею в цьому напрямку є необхідність удосконалення аналітичного методу розрахунку дії динамічних навантажень з метою наближення теоретичних результатів до експериментальних даних та досягнення раціонального і ефективного проектування систем амортизації.

Напів-активні схеми амортизації використовують контроль, щоб скорегувати настройку пристрою з урахуванням фактичної структури вібрації. Як це характерно для структурного

контролю, існує безліч типів пристроїв і законів управління, деякі з них більш реалістичні, ніж інші різного ступеня складності. Значну кількість практичних реалізацій напів-активних ДГК можна знайти в літературі, деякі з яких описані в [1-6]. Широкий опис алгоритмів керування, що може бути використаний для керування цими пристроями, можна знайти в [1], які у свою чергу поділяються на дві групи. Одні з них базуються на основі стратегій, які постійно змінюють у динамічному режимі параметри ДГК, а інший - на ON / OFF стратегії контролю. Останній варіант, хоча і не вражається таким ефективним як перший, як правило, призводить до алгоритмів, які є простіші, більш реалістичні і простіше для реалізації. В [7-12] запропоновано адаптивний метод розрахунку складних конструкцій.

Розглянемо схему на рис 1 як схему підвіски автомобіля, де m_1 – невіднесена маса, m_2 – маса автомобіля, m_A – маса пасажирів (чутливий елемент).

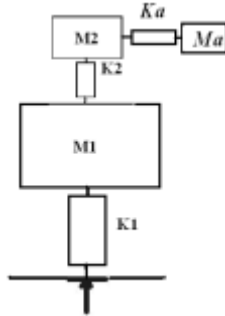


Рис.1. Модель конструкції з чутливим елементом та ДГК

Розглянемо оптимізацію цієї моделі при різних параметрах елементів $K1$ і $K2$. Розглянемо спочатку лінійний випадок в'язкого тертя.

$$\begin{aligned} m_1 \frac{d^2 u_1}{dt^2} + c_1 \left(\frac{du_1}{dt} - \frac{du_0}{dt} \right) + k_1 (u_1 - u_0) + c_2 \left(\frac{du_1}{dt} - \frac{du_2}{dt} \right) + k_2 (u_1 - u_2) &= 0, \\ m_2 \frac{d^2 u_2}{dt^2} - c_2 \left(\frac{du_1}{dt} - \frac{du_2}{dt} \right) + k_2 (u_2 - u_1) - c_A \left(\frac{du_A}{dt} - \frac{du_2}{dt} \right) + k_A (u_2 - u_A) &= 0, \\ m_A \frac{d^2 u_A}{dt^2} + c_A \left(\frac{du_A}{dt} - \frac{du_2}{dt} \right) + k_A (u_A - u_2) &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Розглянемо цю систему рівнянь при параметрах:

$$\begin{aligned} m_1 &= 100 \text{ кг} & k_1 &= f_1^2 m_1 / (2\pi)^2, \quad f_1 = 15.0 \text{ Гц} & c_1 &= k_1 \eta_1 = k_1 \cdot 0.10 \\ m_2 &= 400 \text{ кг} & k_2 &= f_2^2 m_2 / (2\pi)^2, \quad f_2 = 1.0 \text{ Гц} & c_{20} &= k_2 \eta_2 = k_2 \cdot 0.10 \\ m_A &= 100 \text{ кг} & & & \eta_A & \end{aligned}$$

Розглянемо оптимізацію коливань основної маси автомобіля при зміні демпфування η_2 у підвісці за законом при імпульсі

$$\text{sign} \left(x_1 \left(\frac{dx_2}{dt} - \frac{dx_1}{dt} \right) \right) > 0 \quad c_2 = c_{2A}, \quad \text{sign} \left(x_1 \left(\frac{dx_2}{dt} - \frac{dx_1}{dt} \right) \right) \leq 0 \quad c_2 = c_{2B} \quad (2)$$

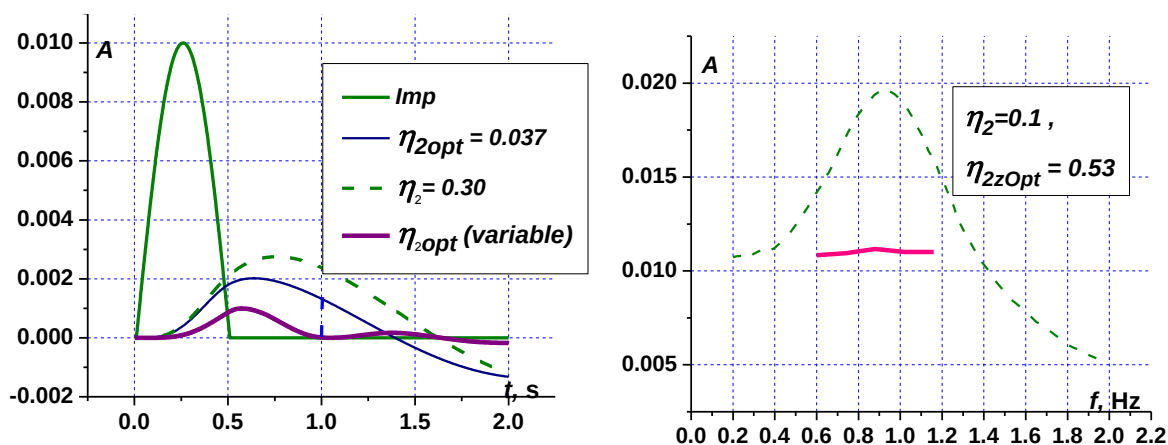


Рис. 3 Оптимізація коливань основної маси автомобіля при зміні демпфування у підвісці: (а) – імпульсне навантаження; (б) – в частотній області

Тут демпфування досить значне. Практично цей же результат отримується і у пасивній підвісці за допомогою збільшення демпфування. Проте це збільшення негативно впливає на захист від ударів (рис. 3).

Розглянуто властивості напівактивної підвіски, оптимальної по гасінню ударів та вібрації. Можна помітити, що оптимальна протиударна підвіска має менші демп-фуючі властивості, ніж підвіска оптимальна по вібрації у деякому діапазоні (рис. 3).

Список літератури

1. Casciati F, Magonette G and Marazzi F 2006 Technology of Semiactive Devices and Applications in Vibration Mitigation (New York: Wiley).
2. [Weber F and Distl H 2013 Real-time controlled tuned mass dampers for Wolgograd Bridge Beton Stahlbetonbau 08 362–72 (Heft 6).
3. Seiler G, Fischer O and Huber P 2002 Semi-active MR dampers in TMD's for vibration control of footbridges: II. Numerical analysis and practical realisation Footbridge Conf. (Paris).
4. Setareh M, Ritchey J, Murray T, Koo J and Ahmadian M 2007 Semiactive tuned mass damper for floor vibration control J. Struct. Eng. ASCE 133 242–50.
5. Nagarajaiah S 41, 2009 Adaptive passive, semiactive, smart tuned mass dampers: identification and control using empirical mode decomposition, Hilbert transform, and shortterm Fourier transform Struct. Control Health Monit. 16 800–41.
6. Spencer B and Nagarajaiah S 2003 State of the art of structural control J. Struct. Eng. ASCE 129 845–56.
7. Б.М.Дівесев Рациональне моделювання динамічних процесів у складних конструкціях. Вісн. НУ “Львівська політехніка”//Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. – Львів. № 41. 2007. – С.103-108.
8. Б.М.Дівесев, О.М.Дубневич, Я.М.Олексюк. Проектування динамічних гасників коливань для транспортних процесів. Вісн. НУ “Львівська політехніка”//Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. – Л. № 41. 2007. – С.109-116.
9. Дівесев Б.М., Коваль Т.Б., Бутитер І.Б. Динамічні гасники коливань у машинах з гнучкими подовгастими елементами. Вібрації в техніці та технологіях. №1(46), 2007.-С.76-79.
10. Diveyev Bohdan, Vikovych Igor, Dorosh Ihor, Kernytsky Ivan. Different type vibration absorbers design for beam-like structures. Proceeding of ICSV19, Vilnius, Lt., July 08-12, 2012.
11. Hennadiy Cherchuk, Diveyev Bohdan, Yevhen Martyn, Roman Sava. Parameters identification of particle vibration absorber for rotating machines. / Proceeding of ICSV21, Vilnius, Lithuania, July 08-12, 2012.
12. Bohdan Diveyev, Ihor Vikovych, Viktor Martyn, Ihor Dorosh. Optimization of the impact and particle vibration absorbers, 22th International Congress on Sound and Vibration 2015 Florence, Italy. Vol. 2, (Electronic edition) 8p.