

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ ШЛЯХОМ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АМОРТИЗАТОРІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Низький рівень дорожнього покриття в Україні призводить до інтенсивнішого зносу елементів підвіски, в роботі проаналізовано методи моніторингу технічного стану підвіски автомобіля на прикладі амортизаторів.

Ключові слова: моніторинг, технічний стан, автомобіль, амортизатор.

Abstract

Low level of road surface in Ukraine leads to more intensive wear of the suspension elements, the methods of monitoring the technical condition of the vehicle suspension on the example of shock absorbers are analyzed in the work.

Keywords: monitoring, technical condition, car, shock absorber.

Вступ

На сьогоднішній день найбільш повно відповідають вимогам об'єктивної оцінки технічного стану підвіски автомобіля, лінії інструментального контролю, що містять в своєму складі гальмівний стенд, стенд перевірки ходової частини автомобіля, тестер бічного відведення автомобіля та ін. Цікавим є метод діагностування підвіски по вільних коливаннях, заснований на порівнянні еталонної кривої згасаючих коливань кузова з кривою, отриманої в процесі випробувань. Ці криві можуть бути отримані двома методами: підйомом і скиданням автомобіля з певної висоти (зазвичай 10 ... 15 см).

Результати дослідження

Найбільш поширені стенди, в яких застосовуються резонансний метод вимірювання амплітуди коливань МАНА / BOGE і метод вимірювання зчеплення з дорогою (EUSAMA). Незважаючи на відмінності методів діагностики стану підвіски, їх об'єднує одне - діагностика здійснюється періодично і проводиться тільки в умовах СТО. Відсутній безперервний контроль стану підвіски, що залежить від умов експлуатації транспортного засобу, суб'єктивних чинників і навіть заводської якості елементів підвіски. Це може впливати на показники автомобіля і вартість ремонту.

Зазвичай, коефіцієнт опору амортизатора розглядається як постійна величина. Таке припущення не дозволяє визначити вплив ступеня зносу елементів амортизатора на коливання кузова автомобіля в різних дорожніх

умовах. Крім несиметричності динамічних характеристики автомобільних амортизаторів на ході відбою і стиснення. Також необхідно враховувати їх нелінійність та зміну нелінійності в процесі експлуатації. У зв'язку з цим, особливий інтерес представляє завдання розробки системи моніторингу автомобільних амортизаторів, що дозволяє своєчасно виявити знос елементів амортизатора в процесі експлуатації транспортного засобу.

Система моніторингу складається з восьми датчиків прискорень, наявних на сучасних автомобілях з керованою підвіскою, мікроконтролера і інформаційного табло. Перша група датчиків закріплюється на важелях підвіски, пов'язаних з не підресореними масами автомобіля, а друга група - на кузові, в зоні колісних арок.

У процесі руху колеса автомобіля при наїзді на нерівності здійснюються коливальні рухи, прискорення яких фіксуються датчиками. Так само, але вже з іншими параметрами коливань переміщається кузов транспортного засобу. Інформація про прискорення з колісних датчиків і датчиків, закріплених на кузові, передається на мікроконтролер. Далі відбувається обробка результатів із застосуванням математичного апарату спектрального аналізу. При розбіжності теоретичної і експериментальної спектральної щільності вертикальних прискорень підресореної маси, мікроконтролер подає сигнал на інформаційне табло, яке показує, який амортизатор вийшов з ладу.

Математична модель програми полягає в описі роботи одномасової коливальної розрахункової схеми підвіски в загальній коливальній системі автомобіля. Так як, необхідно враховувати нелінійність і несиметричність динамічних характеристик гасителя коливань, то для опису застосовується диференціальне нелінійне рівняння другого порядку:

$$m \frac{d^2y(t)}{dt^2} + \mu \frac{dy(t)}{dt} + cy(t) = \mu \frac{dq(t)}{dt} + cq(t),$$

де m - підресорена маса, кг; $y(t)$ - переміщення підресореної маси, м; μ - коефіцієнт опору амортизатора, Нс / м; c - жорсткість підвіски, Н / м; $q(t)$ - повернення від дорожнього покриття.

Для дослідження впливу процесу зносу амортизатора будемо розглядати силу його опору як функцію двох змінних, при цьому розглянемо два варіанти залежності сили опору від параметрів зносу:

$$P=f(V,k),$$

$$P=f(V,k_1).$$

де P - зусилля на штоку амортизатора, Н; V - швидкість переміщення поршня, $\frac{m}{c}$;

k - коефіцієнт що враховує ступінь зносу пружини клапана відбою;

k_1 - коефіцієнт, що враховує ступінь зносу поршневого кільця.

Коефіцієнти k і k_1 визначаємо експериментально на стенді. Для цього варіюємо зусилля зтяжки гайки клапана відбою (2,5; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0 і 30,0 Нм) і знос поршневого кільця (0,45; 1,00; і 1, 5 мм), що створюється штучно.

Вирішити диференційне нелінійне рівняння другого порядку з різними, залежними від швидкості поршня і зносу елементів амортизатора значеннями μ є можливим за допомогою чисельного методу Рунге - Кутта. Знайдені значення прискорень підресореною маси і значення прискорень безпружинних мас використовуються для побудови кореляційної функції $R_x(\tau)$.

Визначення спектральної щільності будемо проводити по кореляційній функції $R_x(\tau)$:

$$S_x(w) = \int_{-\infty}^{\infty} R_x(\tau) e^{i w \tau} d\tau = 2 \int_0^{\infty} R_x(\tau) \cos(w\tau) d\tau,$$

де $\tau = t_1 - t_2$, t_1, t_2 – межі часового інтервалу.

Критерій визначення технічного стану амортизаторів закладених в калібрувальних таблицях, завантажених в програму мікроконтролера. Зазначені таблиці дозволяють порівняти теоретичні та дійсні значення спектральної щільності вертикальних прискорень підресореною маси при різних спектральних щільностях вертикальних прискорень непідресорених мас.

Залишковий ресурс амортизатора при відомому напрацюванні з початку експлуатації визначимо як різницю між напрацюванням до граничного значення спектральної щільності вертикальних прискорень підресореної маси і напрацюванням в момент контролю за формулою:

$$t_{\text{ост}} = t \left[\left(\frac{S_x(w)_{\Pi}}{S_x(w)_t} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right],$$

де t - ресурс, використаний елементом від початку експлуатації до моменту контролю; $S_x(w)_{\Pi}$ - граничне зміна значення спектральної щільності; $S_x(w)_t$ - зміна значення спектральної щільності в момент контролю; α - показник ступеня, що характеризує зміну значення спектральної щільності.

Висновки

Допустимі відхилення значень опорів зусиллю і стисненню амортизатора не повинні перевищувати 20%. Таким чином, граничним значенням спектральної щільності буде величина, що відрізняється більш ніж на 20% від теоретичних значень, закладених в калібрувальних таблицях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Виноградов А.Н. Подшипники скольжения для возвратно- вращательного движения на основе новых трибологических принципов и эффектов / А.Н. Виноградов, В.Г. Куранов // Восстановление и упрочнение деталей машин: Межвуз. научн. сборник. Саратов. гос. техн. ун-т, - Саратов: СГТУ, 2003.- С.175-182.
2. Ночніченко І.В. Стабілізація характеристик автомобільної підвіски в змінних умовах експлуатації за рахунок адаптивних властивостей амортизатора / І.В. Ночніченко, О.В. Узунов // Промислова гідравліка і пневматика Всеукраїнський науково-технічний вісник. – Вінниця, 2012. – № 4 (38). – С. 90-95.

3. Василюк О.А. Експериментальне дослідження впливу температури на характеристики адаптивного дроселю гідравлічного амортизатора / О.А. Василюк, І.В. Ночніченко, О.В. Узунов, О.С. Галецький // Тези доповідей загально університетської науково- технічної конференції молодих вчених та студентів, присвяченої дню Науки. Секція: Машинобудування. Підсекція «Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка». – Київ, 2012. – 7-8 с.

Біліченко Віктор Вікторович – д-р.техн.наук, професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця. e-mail: bilichenko.v@gmail.com.

Коробов Сергій Сергійович – асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: dabl-s@ukr.net

Павлюк Дмитро Володимирович– студент групи 1АТ-18м, факультет машинобудування та транспорту, кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця

Науковий керівник: **Біліченко Віктор Вікторович** – д-р.техн.наук, професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця.

Bilichenko Viktor - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia. Email: bilichenko.v@gmail.com.

Korobov Serhii - Assistant, Department of Automobiles and Transport Management, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: dabl-s@ukr.net

Pavlyuk Dmitry - student of group 1AT-18m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Department of Automobiles and Transport Management, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: **Victor Bilichenko** - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia.