



A XVIII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
CLUJ NAPOCA, 2018

STUDIUL VIBRAȚIILOR APĂRUTE LA COLOANA DE DIRECȚIE A UNUI AUTOVEHICUL ÎN PROCESUL FRÂNĂRII

Paul-Dragoș FENEȘAN

STUDY OF THE VEHICLE STEERING COLUMN VIBRATIONS IN THE PROCESS OF BRAKING

Noise, vibration and harshness are considered some of the biggest challenges that automotive engineers face in the industry and are one of the biggest customer warranty complaints. Automotive engineers work with the entire design team including materials, physicists and even electrical engineers to identify the location of noises within the braking system and find ways to eliminate vibration, reduce noise and friction.

Keywords: vibration, brake, harshness, road, vehicle
Cuvinte cheie: vibrații, frânare, disconfort, rutier, vehicul

1. Introducere

Vibrația este mișcarea repetitivă a unui obiect (înainte și înapoi sau în sus și în jos). Această mișcare este o funcție a timpului și este măsurabilă în Hz. Vibrațiile pot fi constante sau variabile și pot apărea la autovehicule, în timpul funcționării, în unul sau mai multe intervale de viteză. În condiții normale, o componentă rotativă nu produce o vibrație vizibilă. Cu toate acestea, în cazul în care componenta prezintă o distribuție necorespunzătoare a greutateii (dezechilibru) sau se rotește într-un model excentric, atunci se poate produce o vibrație vizibilă. Dacă se pot măsura caracteristicile vibrațiilor, informațiile despre vibrații

pot fi utilizate pentru a se identifica componentele care sunt cauza probabilă [2].

2. Clasificarea vibrațiilor

Vibrațiile într-un vehicul pot fi clasificate în următoarele categorii: • Trepidații; • Tremur; • Vibrațiile din momentul frânării [2].

Trepidații. Vibrațiile la volan, la scaun sau o vibrație neplăcută la nivelul podelei, sunt indicatori ai "trepidării". Trepidația are în general o frecvență de 10 până la 30 Hz. Există două tipuri de mișcări:

- Verticală (în sus și în jos);
- Laterală (stânga - dreapta).

Trepidația verticală este o vibrație verticală severă a caroseriei, a scaunelor și a volanului. O capotă a autovehiculului sau o oglindă retrovizoare tremurătoare poate fi, de asemenea, un simptom de mișcare verticală [2].

Trepidația laterală este vibrația laterală a caroseriei, a scaunelor și a volanului. O vibrație tremurândă în talie sau șolduri poate fi un simptom al unei mișcări laterale [2].

Tremur. Vibrația care determină oscilarea volanului este cunoscută sub denumirea de "tremur". De asemenea, caroseria vehiculului poate vibra lateral.

Tremurul are în general o frecvență de 5 până la 15 Hz. Există două tipuri de tremur:

- de mare viteză;
- de viteză redusă [2].

Principalele surse de vibrații ale tremurului de mare viteză și viteză redusă sunt: ▪ Rugozitatea drumului; ▪ Dezechilibrul pneurilor; ▪ Anvelope neuniforme; ▪ Roți îndoite sau necirculare [2].



Fig. 1 Trepidația volanului [2]



Fig. 2 Tremurul volanului [2]

Vibrațiile din momentul frânării. Vibrațiile/tremurul din momentul frânării sunt transmise prin conductele hidraulice ale frânei la sistemul de suspensie, sistemul de direcție și pedala de frână. Pulsația pedalei de frână este generată atunci când se aplică o forță de frânare unui tambur cu diametru neuniform sau unui disc de frână cu grosime neuniformă [2].

Tremurul din momentul frânării determină vibrația verticală panoului de bord, a volanului și uneori a întregului vehicul. De asemenea, poate duce la o pulsare a pedalei de frână în legătură cu rotirea roții și poate apărea în orice condiții de frânare, depinzând sau nu de viteza vehiculului. În mod normal, tremurul de frânare are un vârf la 60-80 km / h și are o frecvență de 5 până la 30 Hz [2].

Anumite condiții de funcționare pot afecta cauza acestor vibrații. Acestea includ:

- Perioade îndelungate când vehiculul nu este în funcțiune;
- Neregularitățile suprafeței discului de frână datorate unor agenți străini (ulei sau grăsimi, antigel etc.);
- Deformarea discului de frână sau a tamburului [2].

Dacă discul de frână are o variație excesivă a grosimii, forța de frecare pe suprafața de frânare variază în timpul aplicării frânei. Modificarea forței de frânare generează o vibrație la o anumită frecvență. Această vibrație este transmisă suspensiei, direcției și pedalei de frână. De asemenea, vibrația poate să se transmită caroseriei, determinând-o să intre în rezonanță [2].



Fig. 3 Disc de frână [4]

3. Metodologia studiului

Prin această lucrare se urmărește evaluarea și înregistrarea vibrațiilor transmise volanului în momentul frânării, de la o viteză a autovehiculului de aproximativ 80 de km/h până la oprirea completă a

acestui. Pentru realizarea părții experimentale au fost utilizate, în primă fază, pe puntea din față a autovehiculului, discuri de frână uzate, iar mai apoi acestea au fost înlocuite cu un set de discuri de frână noi.

Metodologia cercetărilor experimentale întreprinse se definește prin dezvoltarea etapelor practice, după cum urmează:

- alegerea autovehiculului rutier pe care să se realizeze măsurătorile practice;
- definirea tipului de măsurători planificate;
- alegerea aparaturii și aplicației de măsurare a mărimilor experimentale;
- configurarea echipamentului și aplicației de măsurare experimentală;
- verificarea funcționalității tuturor echipamentelor utilizate în determinarea mărimilor practice;
- inițierea procedurii experimentale prin încercări în exploatare;
- realizarea măsurătorilor experimentale;
- achiziția și înregistrarea datelor efective;
- stocarea și procesarea datelor după faza experimentală [1].

4. Sinteza cercetării experimentale

Pentru realizarea activităților experimentale au fost utilizate următoarele echipamente:

- autovehicul: Seat Leon echipat cu motor diesel având cilindrul de 1896 cm³, transmisie manuală cu 5 trepte, an fabricație 2005;
- discurile de frână a autovehiculului având următoarele caracteristici: ventilate, diametru exterior 280 mm, grosime 22 mm;
- dispozitiv mobil Samsung A5;
- laptop Sony Vaio;
- aplicație BOSCH iNVH pentru măsurarea vibrațiilor;
- aplicație VCDS conectată la mufa OBD2 a autovehiculului, pentru măsurarea vitezei autovehiculului în timp real.

Vibrațiile apărute în momentul frânării au fost măsurate cu ajutorul aplicației Bosch iNVH instalată pe un dispozitiv mobil inteligent, acesta fiind fixat cu bandă adezivă pe volanul autovehiculului conform imaginii 5.



Fig. 4 Capturi de ecran a aplicației BOSCH iNVH



Fig. 5 Sistemul de fixare a dispozitivului inteligent pe volanul autovehiculului

Măsurătorile experimentale s-au desfășurat în două faze:

a. Faza 1 – autovehiculul testat este echipat cu discuri de frână uzate.

Condițiile de realizare a măsurătorilor sunt prezentate în tabelul 1 (Parametrii de desfășurare a primei etape de măsurători experimentale).

Tabelul 1

Element monitorizat	Valori
Temperatură mediu ambiant	3÷4 °C
Temperatură lichid răcire motor	80÷90 °C
Variație regim viteză autovehicul	0÷80 km/h
Suprafața de rulare	Asfalt uscat
Precipitații	0

Evoluția vitezei de rulare a autovehiculului în momentul frânării este redată conform graficului din figura 6.

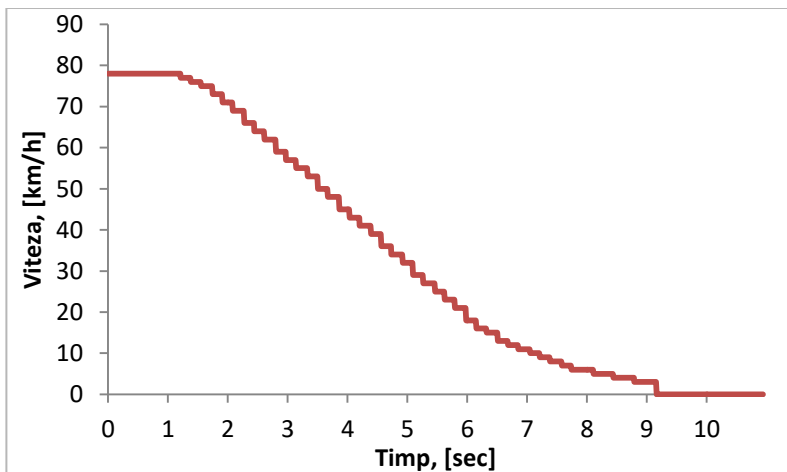


Fig. 6 Viteza autovehiculului

În figura 7 este prezentat graficul accelerațiilor produse de vibrația volanului în timpul frânării.

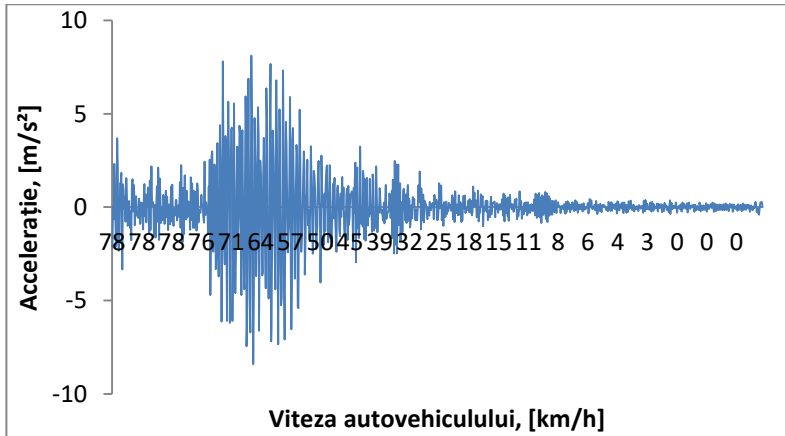


Fig. 7 Vibrațiile volanului în timpul fânării la un autovehicul cu discuri de frână uzate

b. Faza 2 – autovehiculul testat este echipat cu discuri de frână noi.

Condițiile de realizare a măsurătorilor sunt prezentate în tabelul 2 (Parametrii de desfășurare a etapei a doua de măsurători experimentale).

Tabelul 2

Element monitorizat	Valori
Temperatură mediu ambiant	11÷12 °C
Temperatură lichid răcire motor	80÷90 °C
Variație regim viteză autovehicul	0÷80 km/h
Suprafața de rulare	Asfalt uscat
Precipitații	0

Evoluția vitezei de rulare a autovehiculului în momentul frânării este redată conform graficului din figura 8.

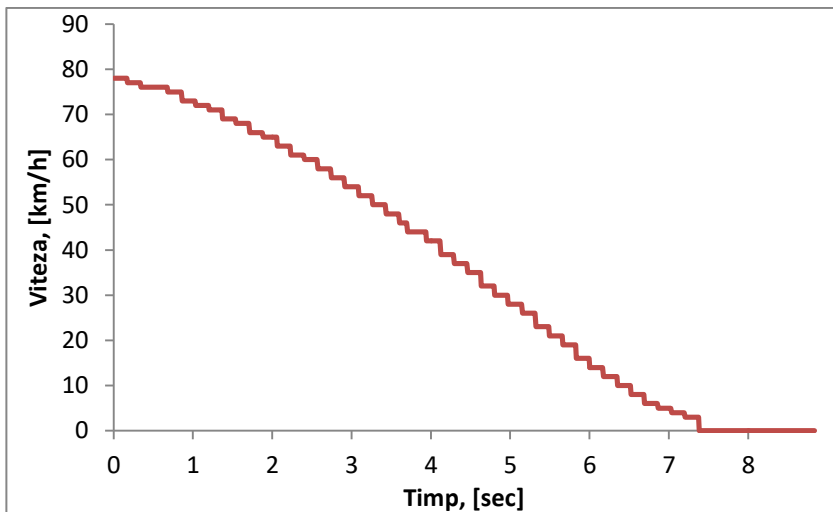


Fig. 8 Viteza autovehiculului

În figura 9 este prezentat graficul de variație a accelerațiilor produse de vibrația volanului în timpul frânării.

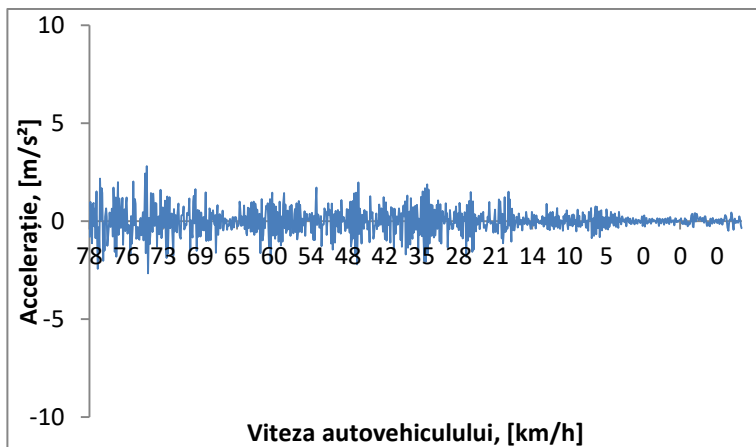


Fig. 9 Vibrațiile volanului în timpul frânării, la un autovehicul cu discuri de frână noi

Graficul comparativ a accelerațiilor rezultate în urma vibrațiilor volanului produse pe durata frânării autovehiculului, conform celor două faze de testare sunt redată în graficul din figura 10.

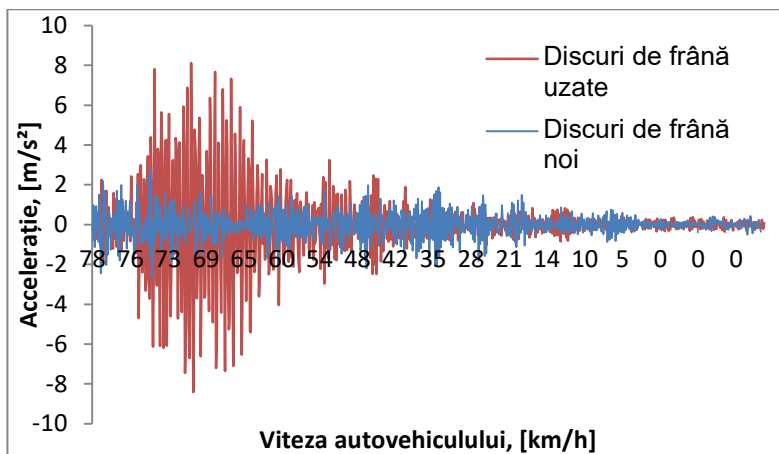


Fig. 10 Grafic comparativ a vibrațiilor volanului rezultat în urma celor două etape de testare

5. Concluzii

Cercetările realizate au facilitat elaborarea următoarelor concluzii:

- intervalul de viteză în care au fost înregistrate cele mai mari vibrații, folosind un set de discuri de frână uzate a fost 75÷50 km/h, atingându-se valori de 8 m/s², zonă în care este provocat un disconfort considerabil conducătorului autovehiculului;
- în urma uzurii neuniforme a discurilor de frână s-a produs, în timp, o variație de grosime a acestora care se manifestă prin vibrații ale volanului autovehiculului în timpul frânării, efectul maxim manifestându-se când sistemul ajunge în zona de rezonanță, în cazul cercetării de față, în intervalul de viteză 75÷50 de km/h;
- conform înregistrărilor făcute cu setul de discuri de frână noi s-a constatat că vibrațiile înregistrate au avut valori relativ similare pe tot intervalul de testare, acestea menținându-se în general sub 3 m/s², fapt care nu a provocat disconfort conducătorului autovehiculului;

- aplicația BOSCH iNVH a fost foarte utilă pentru realizarea studiilor, aceasta având aplicabilitate practică în scop didactic la materiile care studiază zgomotele, vibrațiile sau disconfortul (NVH) în domeniul auto.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Băldean D-L (2017) N.V.H., Studii și cercetări ale aspectelor N.V.H. legate de modul de exploatare al autovehiculelor rutiere
- [2] ***, Volkswagen of America I (2005) Self Study Program Course Number 861503 - Noise, Vibration and Harshness
- [3] ***, (2018) <http://www.automotiveengineeringhq.com/vibration-analysis-nvh/>
- [4] ***, (2018) <https://community.cartalk.com/t/2009-toyota-camry-shakes-and-vibrates-when-braking-at-high-speeds/94770/13>

Paul-Dragoș FENEȘAN
Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi,
Facultatea de Mecanică, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
e-mail: paulfenesan@yahoo.com; 0727799625