



A XIX-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”,
CLUJ NAPOCA, 2019

STUDIUL EFECTULUI VIBRAȚIILOR ASUPRA DEFORMĂRII DISCULUI DE FRÂNĂ ÎN TIMPUL FRÂNĂRII BRUȘTE PRIN UTILIZAREA INSTRUMENTELOR CAD

Andreas SITAR

STUDY OF VIBRATIONS ON BRAKE DISK DEFORMATION DURING SUDDEN BRAKING BY USING CAD TOOLS

This paper is dedicated to those students who are in an early stage in the Noise Vibration Harshness (NVH) discipline. In this paper we study the effect of vibrations on the deformation of the rotor of a car brake disk in the event of sudden braking. Since the brake disk is often subjected to extreme conditions, in addition to vibration simulation, it has been decided that it is useful to carry out an additional study, namely a static one in which the pressure and force parameters are taken into account to see the potential deformations of the rotor. These parameters simulate the pressing of the brake pads on the surface of the rotor. The paper begins with the definition of basic terms, then presents a logical scheme of actions and finally illustrates the result of the simulations, as well as suggestions for the continuation of the study.

Keywords: NVH, vibration, harmonic study, static study, SolidWorks simulation
Cuvinte cheie: NVH, vibrații, studiu armonic, studiu static, SolidWorks simulation

1. Introducere

Există multe moduri de a studia fenomenul de vibrație. Obiectele solide, incluzând corpul uman, vibrează la o anumită frecvență. De fapt, tot ceea ce percepem în jurul nostru este de natură

vibratorie. Prin urmare, având în vedere și această perspectivă metafizică, în prezenta lucrare, vom aborda vibrația exclusiv dintr-un unghi ingineresc.

Zgomot, vibrații și disconfort (NVH) este studiul caracteristicilor de zgomot și vibrații ale autovehiculelor. NVH este adesea folosit pentru a exprima colectiv aceste trei fenomene pe care șoferul le experimentează în timpul conducerii unui autovehicul.

Vibrația este un fenomen mecanic prin care oscilațiile apar în jurul unui punct de echilibru. Numărul de cicluri se numește frecvențe și se măsoară în Hertz (Hz). Vibrația poate fi de dorit: mișcarea unei furci de tuning sau a unui telefon mobil. În multe cazuri, totuși, vibrația este nedorită deoarece se disipă energie și se creează un sunet nedorit.

2. Metodologia studiului

În figura 1 sunt expuși pașii de acțiune și ordinea acestora pentru a putea efectua studiile de simulare din lucrarea de față.

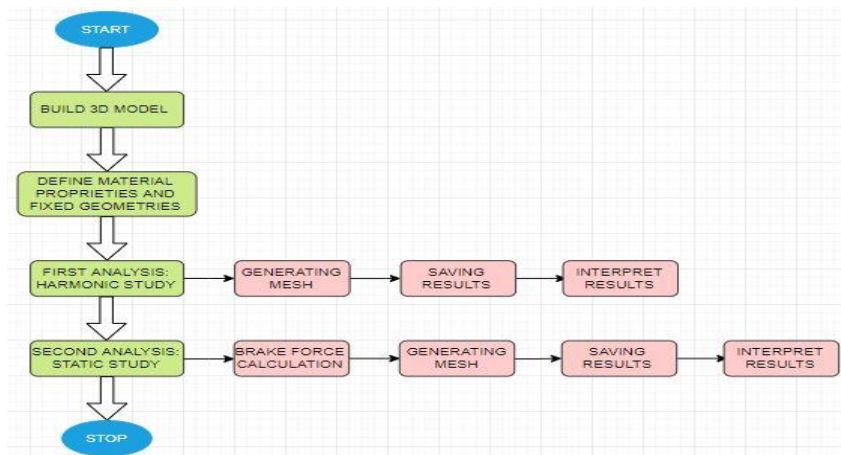
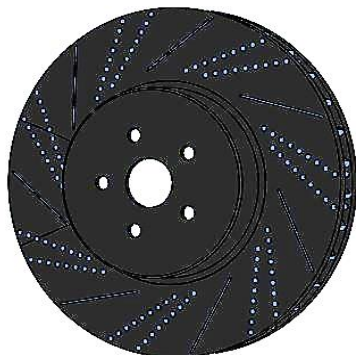


Fig. 1 Ordinea pașilor întreprinși pentru efectuarea lucrării

Pentru realizarea simulărilor s-a utilizat softul de proiectare SolidWorks 2016. Acesta conține un modul de simulare în cadrul căruia s-au realizat cele două studii. Ca și prim pas de acțiune s-a proiectat 3D reperul disc de frană pentru automobil, după cum se vede în figura de jos.

Fig. 2 Disc de frână supus simulării



Ca pas următor, s-a ales din biblioteca de materiale fonta cenușie, material folosit uzual în fabricația discurilor de frână pentru autovehicule. După aceea, s-au stabilit încastrările geometrice necesare pe cele două suprafețe urmată de crearea unei rețele (mesh) ilustrată în figura 2.3. La final s-a efectuat rularea studiului.

Modelator product
ThyssenKrupp Engineering (Dortmund)
MasterType: SolidWorks

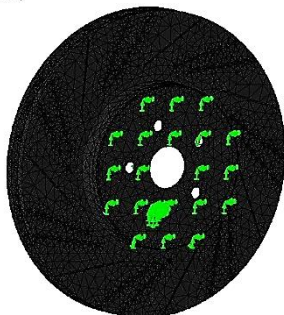


Fig. 3 Aplicarea rețelei (Mesh)

3. Sinteza cercetării experimentale

Valorile de intrare sunt redată în tabelul 1.

Tabelul 1

Parametru	Valoare	Unitate de măsură
Forța de frânare	990	kN
Presiune	1.000.000	MPa
Masa autovehicul	2.200	kg
Viteza de deplasare autovehicul	110	km/h
Distanța pentru a ajunge la v=0	10	m

În primul studiu s-a supus simulării rotorul discului de frână. Valorile obținute din simularea armonică a vibrațiilor sunt redată în Tabelul 2. Valorile se citesc de pe captura de ecran de la stânga sus (Plot 1), stânga jos (Plot 2), dreapta sus (Plot 3), dreapta jos (Plot 4).

Este important să menționăm că, pentru o bună vizualizare și apreciere, deformațiile sunt ilustrate exagerat.

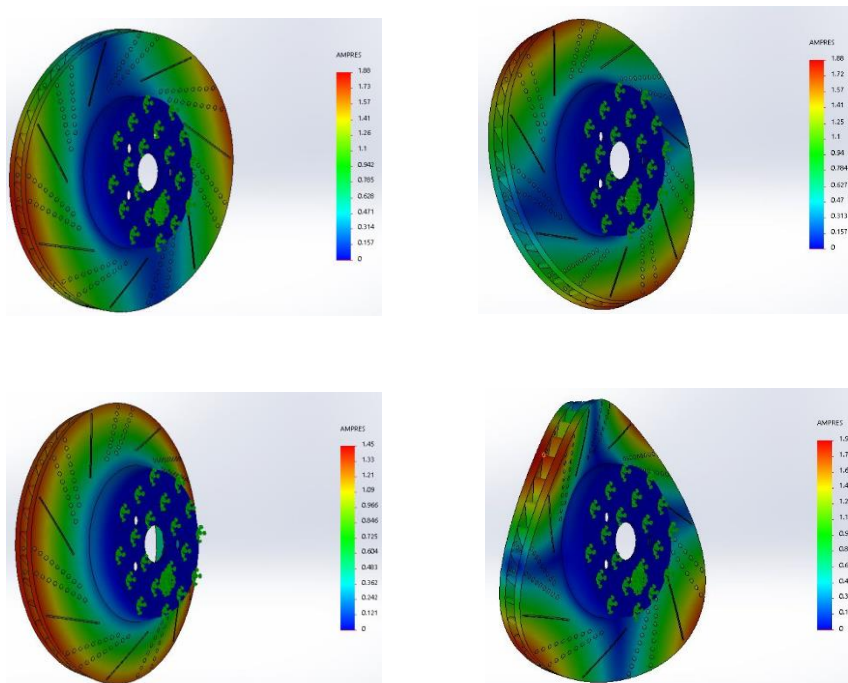


Fig. 4 Rezultatele simulării studiului armonic al vibrațiilor

Tabelul 2

Nume	Frecvență	Scală de deformație
Plot 1	1088,4 Hz	0,00941188
Plot 2	1095 Hz	0,00950101
Plot 3	1440,8 Hz	0,0112512
Plot 4	1494,3 Hz	0,0090079

În cadrul celui de-al doilea studiu, s-a supus simulării același rotor de frână. Adicional primului studiu s-au luat în considerare parametri de presiune și forță. Aceștia au rolul de a simula o frânare bruscă în timpul mersului.

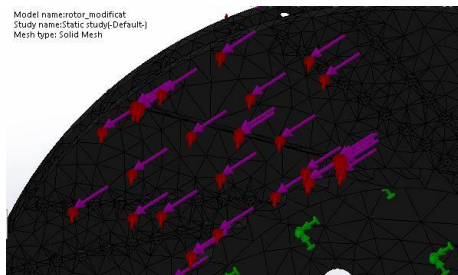


Fig. 5 Aplicarea forței de frânare

Pentru presiune s-a considerat o valoare standard de 1.000.000 MPa. Forța este calculata după scenariul de mai jos. Aceasta prezintă săgețile violete și s-a ales sa fie

perpendiculara cu planul frontal al rotorului, după cum se vede în figura 5. Pentru determinarea forței de frânare (F_f) considerăm următorul scenariu: Un automobil cu masa $m = 2.200$ kg se deplasează cu o viteză de 110 km/h. Ce valoarea trebuie să aibă forța de frânare astfel încât automobilul să ajungă la viteza 0 în 10 metri ? Efectuând calculul, am obținut valorile expuse în tabelul 1.

Valorile obținute din simularea statică sunt redate în captura de ecran de mai jos. Ele se citesc de la stânga sus (1), stânga jos (2), dreapta sus (3). Dreapta jos (4). Rezultatele sunt redate în tabelul 3.

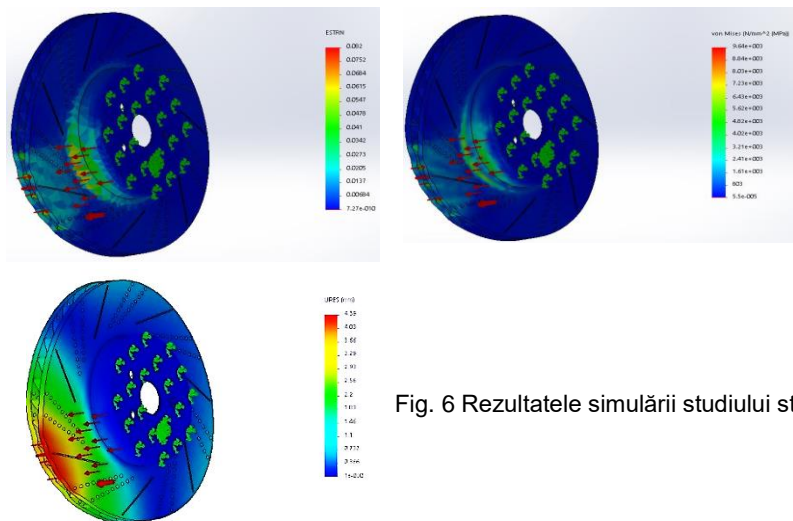


Fig. 6 Rezultatele simulării studiului static

Tabelul 3

Nume	Tip	Scală de deformație
Stress	von Mises Stress	3.88272
Displacement	Resultant Displacement	3.88272
Strain	Equivalent Strain	3.88272

4. Concluzii

■ Concluziile generale care pot fi trase din rezultatele obținute sunt următoarele:

● Vibrațiile pe care le simte conducătorul unui autovehicul în timpul mersului se pot datora unor deformații plastice ale discului de frână. În cadrul primului studiu, concluzionăm o deformație considerabilă a rotorului care crește o dată cu mărirea frecvenței vibratorii.

● În cadrul celui de-al doilea studiu concluzionăm faptul că, aplicând o presiune și o forță pe ambele părți ale rotorului cu scopul de a simula frânarea bruscă, rotorul tinde să reprezinte deformații în zona specifică.

■ Adicional studiilor efectuate mai sus, autorul acestei lucrări recomandă următoarele abordări pentru continuarea studiilor: analiza termică a componentelor sistemului de frânare în condiții extreme de uzură, efectul aplicării unei teșituri pe plăcuțele de frână și previziunea și reducerea sunetului din timpul frânării (brake squealing).

BIBLIOGRAFIE

[1] T. Sireteanu, O. Gündisch, S. Părăian, Vibrațiile aleatoare ale automobilelor, Editura Tehnică, București 1981;

[2] * * * Firma Textar, Evaluarea erorilor plăcuțelor frânei cu disc și a discurilor de frână – Informații tehnice;

[3] * * * Înțelegerea și aplicarea studiului armonic în SolidWorks Simulations: http://help.solidworks.com/2017/english/solidworks/cworks/t_performing_frequency_analysis.html (link accesat în data de 20.11.2018, ora 16:00);

[4] * * * Înțelegerea și aplicarea studiului static în SolidWorks Simulations: https://help.solidworks.com/2017/English/SolidWorks/cworks/t_Performing_Static_Analysis.html (link accesat în data de 20.11.2018, ora 17:00);

[5] * * * Definierea corectă a disciplinei NVH https://en.wikipedia.org/wiki/Noise,_vibration,_and_harshness.html (link accesat în data de 20.11.2018, ora 18:00).

Andreas SITAR

Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transport,
Facultatea de Autovehicule Rutiere, Mecatronică și Mecanică,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca