



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

## **STUDIUL INFLUENȚELOR TIPULUI DE MATERIAL UTILIZAT ÎN REALIZAREA SCAUNULUI PENTRU UN VEHICUL RUTIER ASUPRA NIVELULUI DE VIBRAȚII**

Mihai-Vasile TURC

### **STUDY OF THE INFLUENCES OF THE TYPE OF MATERIAL USED IN MAKING THE SEAT FOR A ROAD VEHICLE ON THE VIBRATION LEVEL**

This paper is a brief representation and interpretation of the specialized literature and international standards about the importance of vibrations action of a seat from road vehicle to the human body.

The main subjects analyzed in this paper are the action the vibrations on the human body and the influence of the used material for the manufacturing a bicycle saddle on the vibration level.

In order to manufacture a top-quality product a high level of knowledge of the bad effects of vibrations on the human body is required. By studying these aspects, we can obtain a part with an optimized structure both from a technical point of view, as well as from a medical point of view.

Keywords: vibrations, bicycle saddle, whole body vibrations

Cuvinte cheie: vibrații, șa de bicicletă, vibrații asupra întregului corp

#### **1. Introducere**

Din punct de vedere al vibrațiilor confortul poate fi asociat cu nivelul și proporția în care vibrația este transmisă din spre obiectul ce o cauzează spre corpul uman. Datorită acestui fapt în ultimii ani tot mai multe domenii de activitate includ studii referitoare la vibrații și la efectul pe care acestea le au asupra confortului, siguranței și sănătății umane.

Datorită acestor aspecte există o serie de reglementări și prescripții făcute de către standardele ISO asupra nivelului de vibrații la care sunt sau pot fi expuși oamenii [1].

Abordând problema din punct de vedere medical este cunoscut faptul ca expunerea corpului uman la vibrații pe o perioadă îndelungată de timp poate cauza apariția unor afecțiuni. Afecțiunile care pot apărea în urma acestei expuneri sunt: Sindromul osteo-musculo-articular; Afecțiuni digestive; Sindromul Raynaud; Afecțiuni ale sistemului nervos [2].

## **2. Efectele acțiunii vibrațiilor transmise asupra corpului uman**

În vederea obținerii rezultatelor referitoare la influența materialelor folosite pentru construcția scaunului trebuie mai întâi identificate principalele moduri de acționare a vibrației asupra corpului uman.

Mișcarea vibratorie se definește ca o mișcare a unui sistem mecanic, ea fiind limitată spațial, în care parametrii geometrici și cinematici care definesc pozițiile elementelor sistemului își schimbă alternativ sensul de variație în timp între valori bine definite. [3]

În funcție de zona afectată, vibrațiile pot acționa în general asupra corpului uman în două feluri:

- vibrații ale întregului corp uman care generează efecte asupra întregului organism – whole body vibration (WBH). Acest fel de vibrații este caracterizat de transmiterea vibrațiilor prin intermediul membrelor inferioare situate pe o suprafață care vibrează sau în cazul în care corpul se află în poziția de stat jos pe un scaun care vibrează, vibrația este transmisă în acest caz prin intermediul părții dorsale. Domeniul în care se regăsesc aceste tipuri de vibrații este cuprins între 0-20 Hz;

- vibrații la nivelul unor segmente din corpul uman. Aceste vibrații au frecvența cuprinsă între 20-200 Hz [2].

Situația ce prezintă interes pentru această lucrare este aceea în care vibrațiile acționează asupra întregului corp uman, adică cea în care corpul uman este în poziția de stat jos, scaunul pe care se așază acesta fiind în situația curentă unul de bicicletă.

Studiile de specialitate efectuate cu privire la expunerea îndelungată la vibrații asupra întregului corp indică posibilitatea de apariție a unor probleme de sănătate. Se va lua în calcul doar expunerea de lungă durată la vibrații deoarece este situația similară cu

cea a cicliștilor de performanță, șaua studiată fiind destinată pentru acest segment de folosire.

În urma expunerii la vibrații pe o perioadă îndelungată de timp efectele adverse apărute sunt [2][4]:

- Dureri lombare
- Scăderea în înălțime
- Disconfort al spatelui
- Tulburări ale sistemului osos (leziuni ale oaselor și ale articulațiilor)
- Tulburări ale sistemului muscular (diminuarea forței musculare, oboseală musculară)

Efectele vibrațiilor asupra corpului uman sunt dependente de frecvența cu care acestea acționează asupra lui. În tabelul 1 sunt prezentate efectele adverse ale vibrațiilor asupra corpului uman, concentrate în special pe intervalul de frecvență specific vibrațiilor asupra întregului corp.

Tabelul 1 [2]

Frecvență	Problemele apărute
4-9 Hz	Senzație generală de disconfort
4-8 Hz	Dificultăți în respirație
5-7 Hz	Dureri în piept
6-8 Hz	Acuze la nivelul maxilarului
4-10 Hz	Dureri abdominale
10-18 Hz	Nevoia imperioasă de a urina
12-16 Hz	Senzație de nod în gât
13-20 Hz	Dureri de cap
> 20 Hz	Probleme cu vorbirea

### 3. Efectele acțiunii vibrațiilor asupra integrității pieselor

În general corpurile au tendința ca în urma unor solicitări dinamice să vibreze. Fiecare corp are anumite frecvențe la care prezintă o comportare mai aparte, aceste frecvențe se numesc frecvențe proprii sau frecvențe normale. Importanța determinării acestor frecvențe apare ca o consecință a faptului că respectivul corp este supus unor solicitări dinamice, astfel apare pericolul ca acesta să intre în rezonanță. Atunci când frecvența cu care se exercită solicitările asupra piesei este egală sau apropiată de frecvența proprie, piesa va începe să execute oscilații de amplitudine mare care pot pune în pericol integritatea acesteia. [4]

Forma pe care un corp o ia atunci când oscilează la o anumită frecvență proprie se numește mod de vibrație. Astfel fiecărei frecvențe proprii îi este asociat un mod de vibrații caracteristic. Frecvențele proprii ale unui corp precum și modurile de vibrație corespunzătoare sunt influențate în principal de forma corpului, proprietățile mecanice ale materialului din care sunt alcătuite și de rezemările corpului. Frecvențele proprii și modurile de vibrație caracteristice sunt influențate de solicitările exterioare doar dacă acestea schimbă în mod semnificativ configurația corpului [4].

Teoretic un mediu continuu are o infinitate de frecvențe proprii, totuși prin discretizare acestea rămân cu un număr finit de grade de libertate. Astfel numărul frecvențelor proprii devine finit. De obicei reprezintă o mai mare importanță doar primele frecvențe proprii, ele fiind cele mai mici. În multe situații este de interes doar prima frecvență proprie a unui corp, numită și frecvență fundamentală, aceasta definind modul de vibrație dominant al unui corp [4].

Ca urmare a caracteristicilor prezentate această lucrare se va concentra în continuare pe analiza construcției scaunului de bicicletă din diferite materiale pentru a determina frecvențele normale ale fiecărei variante. Această analiză va contribui la alegerea celei mai bune variante pentru a fi folosite întrucât pornind de la frecvența proprie a piesei se poate determina cazul în care piesa intră în starea de rezonanță și implicit situația cea mai defavorabilă atât pentru ciclist pentru că nivelul de vibrații transmis va fi maxim, cât și pentru piesă deoarece starea de rezonanță ar putea duce la compromiterea structurii și rezistenței acesteia.

#### **4. Analiza frecvențelor normale în funcție de materialul utilizat**

Pentru a întreprinde o analiză a frecvenței proprii a piesei în funcție de materialul utilizat se va folosi un studiu al frecvențelor – Frequency Study – din cadrul modulului SolidWorks Simulation, parte a softului SolidWorks. Pentru efectuarea analizei asupra frecvențelor naturale ale piesei analizate în cadrul acestei lucrări se va lua în calcul utilizarea a două materiale pentru construcția scaunului de bicicletă. S-a analizat astfel un model alcătuit din material compozit carbon-epoxi T200 și un model din nailon 6/10.

În continuare se vor analiza doar primele 3 frecvențe normale pentru cele două materiale ele fiind suficient de explicite pentru a releva rezultatul final.

Primul material analizat este materialul compozit carbon-epoxi T200. În figurile 1, 2 și 3 sunt prezentate primele 3 frecvențe normale ale piesei analizate și materialul carbon-epoxi.

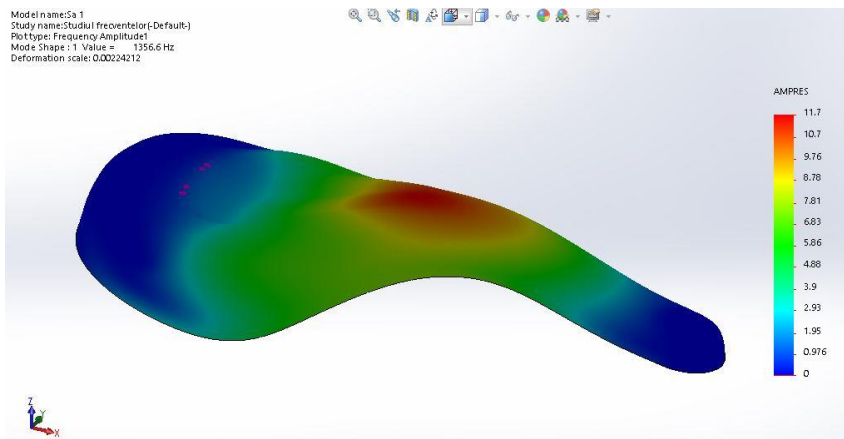


Fig. 1 Prima frecvență normală, material carbon-epoxi

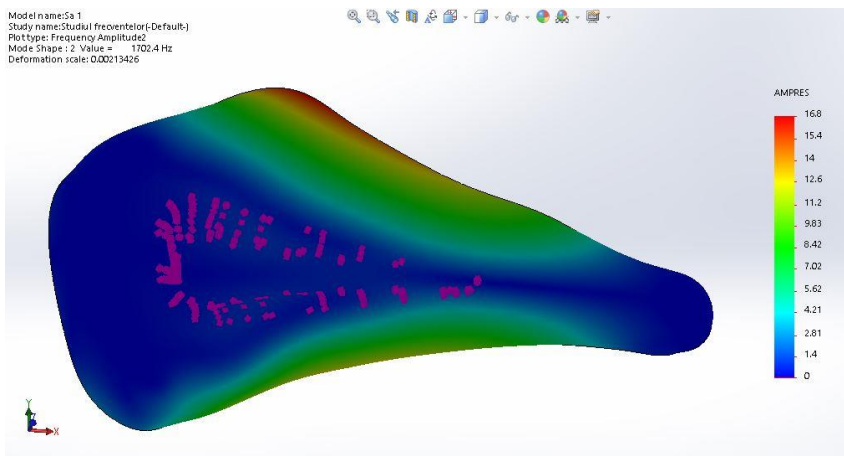


Fig. 2 A doua frecvență normală, material carbon-epoxi

În urma analizei executate asupra modelului din material compozit carbon-epoxi s-a determinat ca prima frecvență normală a piesei are o valoare de 1356 Hz, modul de comportare al piesei fiind prezentat în figura 1. A doua frecvență normală rezultată în urma

analizei este de 1702 Hz, modul de deformare al piesei fiind reprezentat în figura 2.

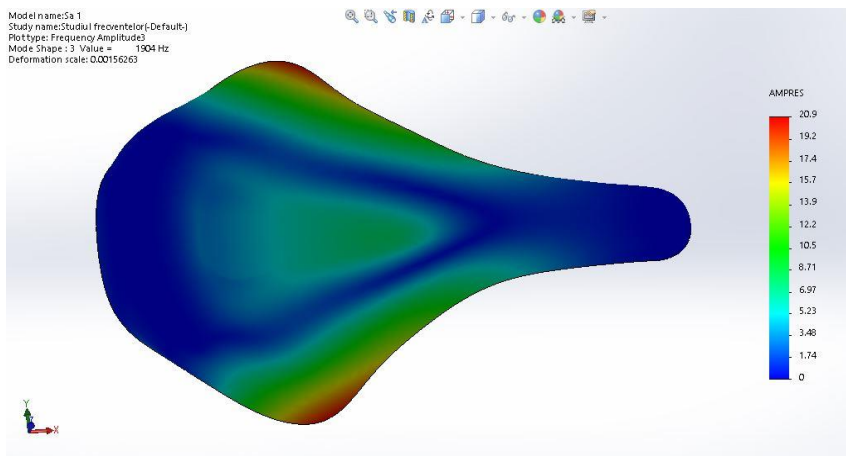


Fig. 3 A treia frecvență normală, material carbon-epoxi

Cea de-a treia frecvență normală rezultată în urma simulării numerice este de 1904 Hz, modul în care se comportă piesa este reprezentat în figura 3.

În continuare se vor prezenta rezultatele simulărilor pentru piesa executată din nailon 6/10. Astfel în figurile 4, 5 și 6 sunt reprezentate primele trei frecvențe normale rezultate.

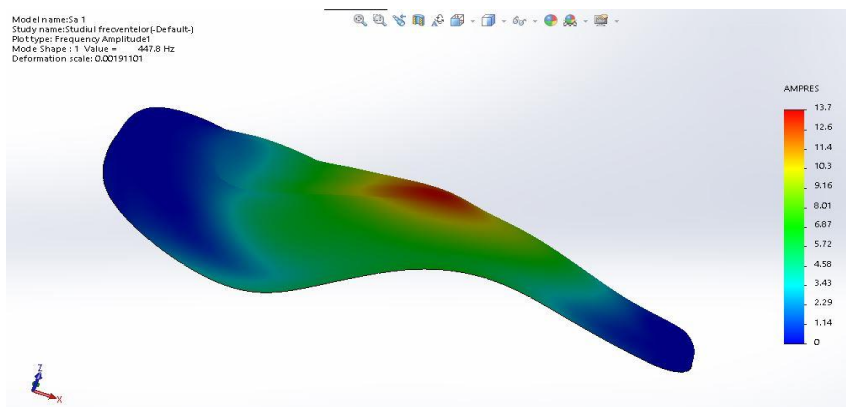


Fig. 4 Prima frecvență normală, material nailon 6/10

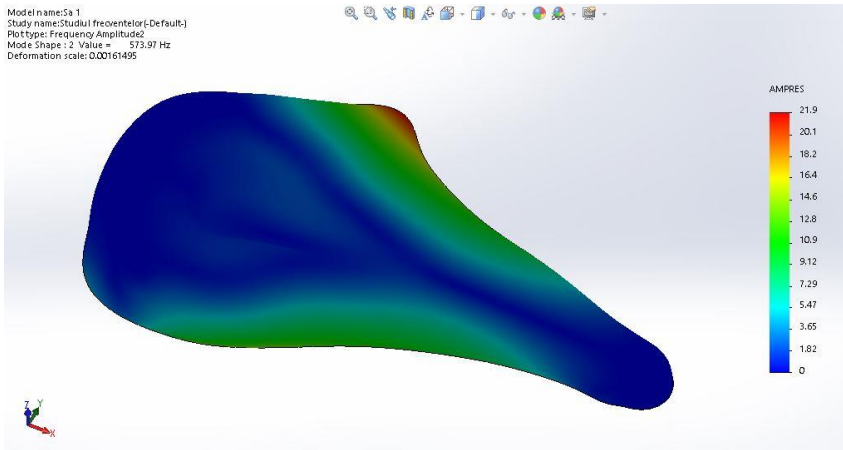


Fig. 5 A doua frecvență normală, material nailon 6/10

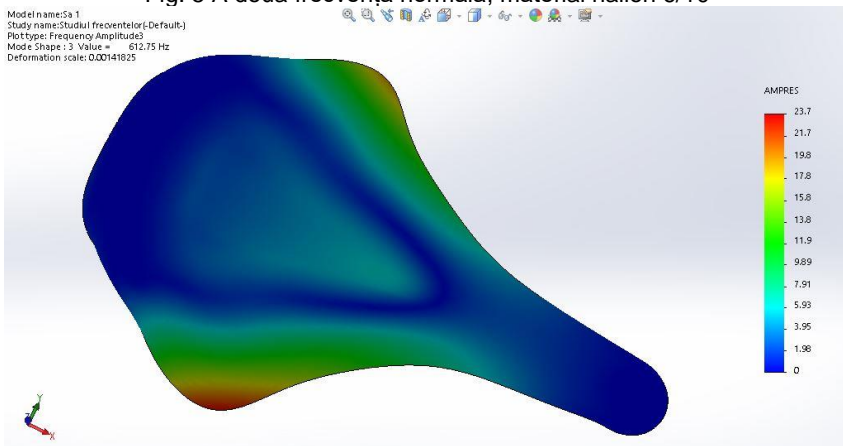


Fig. 6 A treia frecvență normală, material nailon 6/10

În urma analizei cu element finit și simulărilor numerice prima frecvență normală rezultată pentru configurația cu material nailon 6/10 este de 448 Hz, iar modul de comportare al piesei este reprezentat în figura 4. A doua frecvență normală rezultată este de 574 Hz, reprezentată împreună cu modul de comportare al piesei în figura 5. A treia frecvență rezultată în urma studiului frecvențelor este de 613 Hz, iar modul de comportare al piesei este reprezentat în figura 6.

Analizând cele două tipuri de material din punct de vedere al frecvențelor se poate observa și afirma că piesa alcătuită din material

compozit carbon-epoxi este mai stabilă și superioară din punct de vedere al frecvențelor normale celei din executate din nailon.

## 5. Concluzii

Expunerea corpului uman la vibrații asupra întregului corp poate avea efecte negative asupra acestuia. Afecțiunile care pot rezulta în urma unei durate îndelungate de expunere sunt: ● Dureri lombare; ● Scăderea în înălțime; ● Disconfort al spatelui; ● Tulburări ale sistemului osos (leziuni ale oaselor și ale articulațiilor); ● Tulburări ale sistemului muscular (diminuarea forței musculare, oboseală musculară)

Fiecare obiect are o frecvență normală de vibrație, iar dacă solicitările dinamice efectuate asupra acesteia sunt de o frecvență apropiată poate apărea starea de rezonanță. Aceasta poate compromite integritatea piesei.

S-a efectuat un studiu al frecvențelor prin intermediul analizei cu element finit pentru a determina frecvențele naturale în cazul celor două materiale analizate.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Lépine, J., Champoux, Y. & Drouet, JM. Sports Eng (2014) 17: 113. <https://doi.org/10.1007/s12283-013-0145-8>
- [2] Biriș, A., Arghir, M., *Acțiunea vibrațiilor induse de mașinile unelte portabile asupra sistemului mână-braț*, În: A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională “Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”, SEBEȘ, 2012, pag. 215-222
- [3] \*\*\* SR ISO 2631-1:2001, *Evaluarea expunerii umane la vibrații globale ale corpului. Partea 1. Condiții generale*.2001.
- [4] Comșa, D. S., *SolidWorks Simulation 2009. Noțiuni de utilizare și aplicații*, CLUJ-NAPOCA, 2010.

Mihai-Vasile TURC

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