A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
*"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești"*,
SEBEȘ, 2012

# CONSIDERAȚII ASUPRA AMORTIZĂRII IMPACTULUI UNUI VEHICUL CU UN OBSTACOL RIGID
**Partea a II-a**

Ioan VIDICAN, Adriana CORDOȘ, Mircea BEJAN

## REFLECTIONS ON A VEHICLE WITH AN IMPACT DEPRECIATION RIGID OBSTACLE – Part II

Make a selection of work items and the factors that lead to unexpected event called "traffic accident". Are the concept of "safety" and the possibility of its optimization. The paper is presented a solution to reduce the negative effects that occur in the event of a frontal impact of vehicle with a fixed obstacle through equipping its bumper with shock absorbers magneto rheological.

Keywords: bumpers, crash, car, traffic, obstruction, safety, obstacle
Cuvinte cheie: amortizor, accident, automobil, obstacol, siguranța, circulație

### 3. Amortizor magnetoreologic

Amortizoarele magnetoreologice sunt amortizoare hidraulice care folosesc în locul lichidului din interior, de regulă ulei hidraulic, un material magnetoreologic (material cu memoria formei) care are nişte proprietăți reologice speciale astfel încât îşi modifică proprietățile (de exemplu vâscozitatea) când se găseşte într-un câmp magnetic. În calculul amortizoarelor magnetoreologice se folosește relația[1]:

[1] Relația a fost folosită de James C. Poynor în *Innovative Ddesigns for Magneto-Rheological Dampers*, Blacksburg, Virginia, 2001.

$$F = \frac{3\pi D^3 l\left(1+\frac{2d}{D}\right)}{4d^3}\mu V \qquad (15)$$

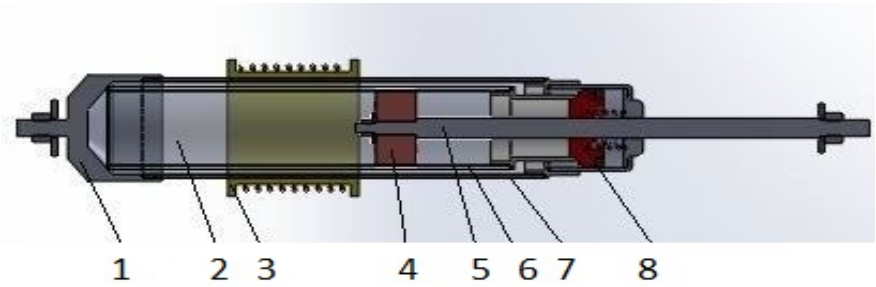


Fig. 5 Amortizor magnetoreologic. 1 – capac inferior, 2 – lichid magnetoreologic, 3 – bobină electromagnetică, 4 – piston, 5 – tijă piston, 6 – cilindru interior, 7 – cilindru exterior, 8 – capac cu presetupă

unde:

F- forța amortizorului

D - este diametrul pistonului

l - este lungimea pistonului

d - diametrul canalelor de laminare

$\mu$ - este vâscozitatea lichidului MR

V - este viteza de deplasare a pistonului din amortizor

În figura 5 este reprezentat schematic un amortizor MR cu care s-au făcut aplicații/experimentări pentru a determina *viteza V* de deplasare a pistonului prin cămașa amortizorului când acesta a fost solicitat la diferite forțe (încărcări), folosindu-se lichide magnetoreologice la diferite concentrații și vâscozități.

Variația vâscozității s-a obținut când aplicația s-a făcut în câmp magnetic produs de o bobină electromagnetică poz. 3 din figura 6.

● ***Comentarii și concluzii***

Bobina electromagnetică este alimentată cu curent între 12 V, 14 V, 16 V, 18 V, 20 V, și 24 V. Astfel pentru fiecare tensiune aplicată bobinei se obțin viteze diferite care se vor nota în tabelul cu date obținute în vederea prelucrării lor și interpretarea rezultatelor.

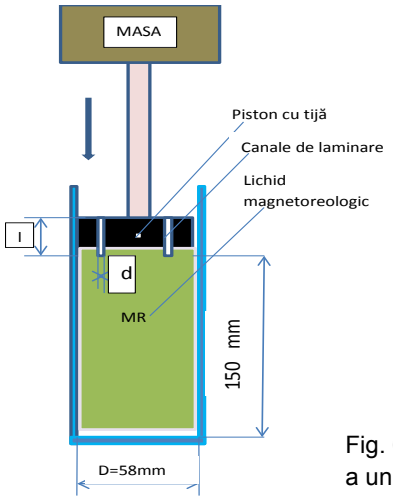


Fig. 6 Reprezentarea schematică a unui amortizor magnetoreologic

Datele obținute pe calculator le transpunem pe o filă Microsoft Excel și obținem graficul din figura 7.

Din grafic rezultă că odată cu creșterea tensiunii de alimentare (de la 12 V la 24 V), crește și timpul de deplasare a pistonului ce implicit înseamnă că scade viteza de deplasare a pistonului, fapt care duce la constatarea că s-a modificat vâscozitatea lichidului MR.

$$F = \frac{3\pi D^3 l\left(1+\frac{2d}{D}\right)}{4d^3}\mu V = \frac{3\pi \cdot 56^3 \cdot 20\left(1+\frac{5}{56}\right)}{4\cdot 2,5^3}\mu_0 \cdot 31.3$$

$$\Rightarrow 150 = 1126826\mu_0 31.3 \Rightarrow \qquad \mu_0 = \frac{150}{1126526\cdot 31,3} = 4,25\cdot 10^{-6} = 4.2\cdot 10^{-3}\,Pas$$

Tabelul1

| Tensiune V | Spațiu parcurs mm | Timp s | Viteza mm/s | Vâscozitatea Pas $10^{-3}$ | Creșterea vâscozității % |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 50 | 1,5 | 31,3 | 4,25 | 100 |
| 12 | 50 | 1,75 | 26,8 | 4,96 | 116 |
| 14 | 50 | 1,80 | 26,1 | 5,1 | 120 |
| 16 | 50 | 1,89 | 24,8 | 5,36 | 126 |
| 18 | 50 | 2,1 | 22,3 | 5,97 | 140 |
| 20 | 50 | 2,35 | 20 | 6,65 | 156 |
| 24 | 50 | 2,5 | 18,8 | 7,08 | 166 |

***Observații:*** Găurile de laminare din piston sunt d = 2,5 mm. Concentrația lichidului magnetoreologic este de 10 % (pulbere magnetică).

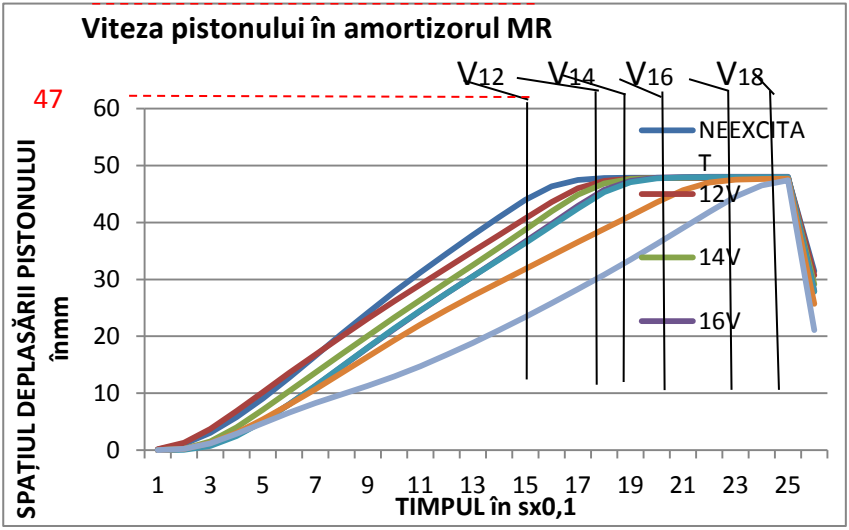


Fig. 7 Grafic cu viteza de deplasare a pistonului din amortizorul MR la diferite tensiuni, aplicate la bobina electromagnetică

## 4. Studiul mișcării corpului ocupantului autovehiculului în timpul impactului frontal

Pentru obținerea unui autovehicul cât mai sigur și pentru a se putea evita rănirile grave ale ocupanților în caz de impact, este foarte important să fie cunoscuți următorii factori: ▪ *parametrii mișcării ocupantului în timpul accidentului;* ▪ *factorii care depind de cinematica și dinamica ocupantului;* ▪ *care sunt zonele cele mai vulnerabile la riscul de rănire a corpului omenesc.*

Pentru a reduce efectiv și eficient vătămările suferite de ocupanți în cazul producerii unui accident rutier, trebuie analizat comportamentul dinamic al corpului uman în timpul acestui fenomen. În general există două metode pentru investigarea răspunsului dinamic și analiza gradului de vătămare a corpului omenesc implicat într-un accident rutier: *metode de investigare experimentală* și *metode de investigare prin simulare numerică*.

În domeniul cercetărilor și dezvoltărilor legate de siguranța pasivă prin metode de investigare prin simulare numerică și în cazul altor discipline inginerești, se observă o creștere semnificativă a simulărilor computerizate, datorită avansării rapide a tehnologiilor calculatoarelor, precum și a programelor de calcul.

Odată cu aceste dezvoltări, în domeniul siguranței pasive, s-a pus tot mai mult accentul pe dezvoltarea de modele care să descrie cât mai fidel comportamentul corpului uman într-o situație de impact, iar numeroasele studii de validare au fost făcute folosind aceste modele.

Modelarea matematică a corpului uman, cuplată cu descrierea matematică a structurii autovehiculului și a diferitelor sisteme de siguranță pasivă, reprezintă o metodă foarte economică, adaptabilă și eficientă pentru analizarea răspunsurilor în caz de impact ale sistemului dinamic complex reprezentat de autovehicul și ocupanții acestuia.

## 5. Model simplificat pentru studiul mișcării ocupantului în timpul impactului frontal

În timpul evenimentului de impact se deosebesc două faze principale ale acestuia, de la începutul impactului și până la oprirea finală a autovehiculului.

*a) Faza impactului primar*: autovehiculul considerat lovește un obstacol și se deformează. Înainte de impact, autovehiculul are o anumită accelerație, care imediat după impact scade abrupt și direcția acestuia se modifică. În același timp, corpul ocupantului se mișcă în direcția inițială de mișcare a autovehiculului, sub efectul inerției figura 8, a.

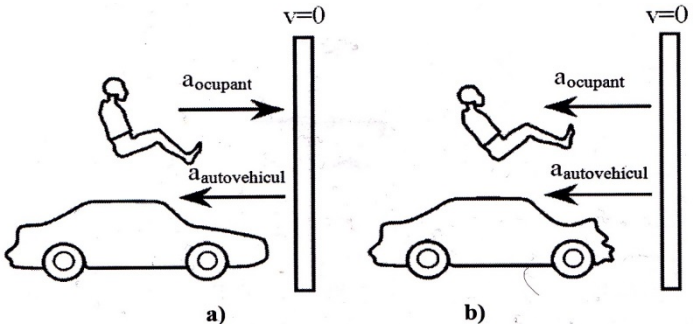


Fig. 8 Fazele impactului: a) impact primar; b) impact secundar

Intensitatea vătămării ocupantului este direct proporțională cu decelerația suferită de autovehicul în timpul impactului. Energia dezvoltată în timpul impactului este transferată ocupantului prin sisteme de reținere: centuri de siguranță, airbag-uri, scaune etc. De aceea la evaluarea parametrilor mișcării ocupantului trebuie luată în considerare

și influența acestora. În cazul centurii de siguranță, forța de pretensionare, forța din centură în timpul impactului, precum și interacțiunea dintre haine și centură. În cazul sistemelor airbag, de mare importanță este distanța dintre sac și ocupant, pentru că influențează direct deformarea sacului.

*b) Faza impactului secundar*: autovehiculul considerat și obstacolul luat în studiu, "*se împing*" reciproc și încep să se miște separate. Până la o anumită limită, autovehiculul se deformează sub influența elasticității și a forței centrifuge și se deplasează în sensul opus impactului. În acest moment, presiunea din airbag și forța din centură scad. Direcția accelerației ocupantului coincide cu cea a autovehiculului, iar ocupantul lovește spătarul scaunului (figura 8, b). Dacă direcția forței rezultante de impact este excentrică față de axa longitudinală a autovehiculului, apare accelerația unghiulară și forțe tangențiale, iar sub influența acestora, autovehiculul își schimbă direcția de mișcare sau axa de rotație. În momentul impactului, o parte din energia cinetică este absorbită de către componentele autovehiculului care se deformează, iar o altă parte este transmisă către interiorul habitaclului. Cu cât zona de deformare este mai mare, cu atât este mai mică probabilitatea de rănire a ocupanților.

- **Dinamica ocupantului în timpul impactului**

Un model simplificat pentru studiul dinamicii ocupantului în habitaclu în timpul impactului este cel alcătuit din trei mase concentrate capul, toracele, și pelvisul uman, împreună cu membrele inferioare, reprezentat în figura 10.

În figura 10 se vede că la începutul impactului, ocupantul se mișcă înainte sub efectul forței de inerție. Deoarece după impactul autovehiculului cu obstacolul, acesta se mișcă spre înapoi, mișcarea ocupantului spre înainte este diminuată. Notațiile din figura 10 au următoarele semnificații:

$t_0$ - timpul de început al impactului al automobilului cu obstacolul;

$t_1$ - timpul scurs din momentul impactului cu obstacolul până la impactul ocupantului cu obstacolul cel mai apropiat din habitaclu;

$t_2$ - timpul scurs din momentul impactului autovehiculului cu obstacolul până în momentul reculului ocupantului în urma impactului cu obstacolul interior;

$x_0$ - distanța dintre torace și obstacolul din habitaclu;

$x_1$ - distanța parcursă de ocupant între $t_0 = 0$ și $t_1$;

$x_2$ - distanța parcursă de ocupant între $t_0 = 0$ și $t_2$;
$v_0$ - viteza inițială a autovehiculului;
$v_1$ - viteza autovehiculului la începutul impactului;
$v_2$ – viteza de recul în urma impactului.

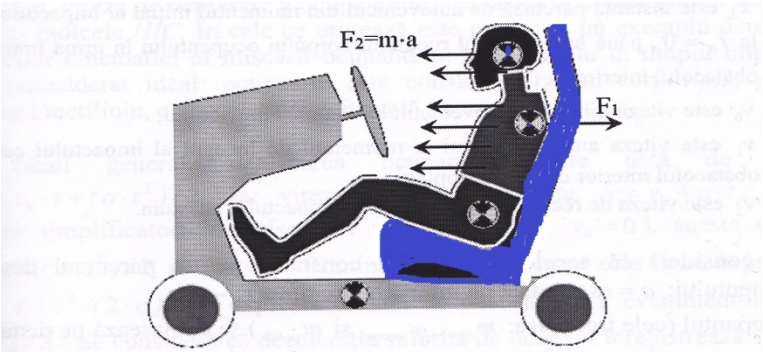


Fig. 9 Modelul simplificat al ocupantului

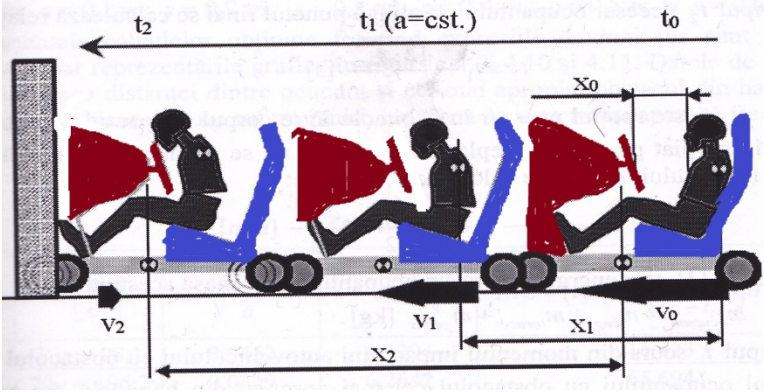


Fig. 10 Mișcările ocupantului până în momentul reculului

Ocupantul (celor trei mase: $m_{cap}$, $m_{torace}$, $m_{pelvis}$) se deplasează pe distanța:

$$x = x_0 - x_1 + x_2 \qquad mm \tag{16}$$

Timpul $t_2$ necesar ca ocupantul să ajungă în punctul final este:

$$t_2 = t_1 + \sqrt{\frac{2 \cdot x_{nec}}{a}} \quad s \tag{17}$$

în care $x_{nec}$ este spațiul necesar în habitaclu între corpul ocupantului și primul obstacol din habitaclu și se calculează cu relația:

$$x_{nec} = \frac{E_c}{m_{ocupant}} = \frac{v \cdot t}{2} \cdot \frac{a \cdot t^2}{2} \quad mm \tag{18}$$

în care $E_C$ este energia cinetică a ocupantului iar $m_{ocupant}$ este masa acestuia.

După calcularea spațiului necesar $x_{nec}$, acesta se compară cu spațiul parcurs de ocupant, existând două situații:

- $x > x_{nec}$ , ocupantul este vătămat, iar dacă
- $x \leq x_{nec}$ ocupantul nu este vătămat.

**BIBLIOGRAFIE**


[1] Ilie, S., *Modelarea fenomenelor de impact ale autovehiculelor*, Editura AGIR, București, 2012.

[2] * * * *International Road Traffic and Accidentss*. Database via http:www.swov.nl.

[3] Munteanu, M., *Introducerea în dinamica mașinilor vibratoare*, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București, 1979.



Dr. Ing. Ioan VIDICAN
e-mail: ionvidi@yahoo.com

Drd.Ing. Maria-Adriana CORDOȘ
e-mail: cordos.adriana@yahoo.com

Prof.univ.em.Dr.Ing. Mircea BEJAN
e-mail: Mircea.Bejan@rezi.utcluj.ro

Universitatea Tehnică din Cluj Napoca
membri AGIR