A XIII-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2013

CONSIDERAȚII DESPRE AMORTIZOARELE MAGNETOREOLOGICE LA VEHICULELE FROVIARE

Ioan VIDICAN, Radu MUREŞAN, Mircea BEJAN

MAGNETORHEOLOGICAL DAMPERS CONSIDERATIONS RAILWAY VEHICLES

This paper presents with a new type of hydraulic damper cylinder in which fluid is a special fluid called magneto rheological fluid. If this liquid is in a magnetic field when it changes its rheological properties of.

The magnetic field is stronger with the increasing liquid viscosity.

Cuvinte cheie: lichid, amortizor, câmp magnetic, vâscozitate
Keywords: liquid, damper, magnetic field, viscozity

1. Considerații generale

Amortizoarele utilizate în suspensia vehiculelor feroviare au rolul de a disipa rapid energia oscilațiilor verticale ale caroseriei și ale roților vehiculului prin transformarea ei în energie calorică cedată mediului ambiant.

Ele sunt montate în paralel cu elementele elastice principale ale suspensiei și reprezintă un element de bază în asigurarea confortului și siguranța circulației.

La vehiculele feroviare cele mai utilizate amortizoare sunt amortizoarele hidraulice telescopice. Principiul de lucru al acestor amortizoare constă în următoarele: la deplasarea relativă a masei suspendate față de masa nesuspendată, lichidul vâscos din corpul amortizorului este obligat să treacă prin orificii de secțiune mică.

Datorită frecării care apare la trecerea lichidului prin orificiile calibrate, energia oscilațiilor se transformă în energie cinetică.

Dependența dintre forța de rezistență a amortizorului F (forță opusă de lichid la trecerea prin orificiile calibrate) și viteza relativă dintre masa suspendată și nesuspendată (viteza pistonului V_p) definește caracteristica de amortizare.

Forța de rezistență a amortizorului telescopic este dat de relația:

$$F = CV^{-i}$$

în care: C - este coeficientul de rezistență al amortizorului;

i - exponentul vitezei

În funcție de exponentul vitezei i, caracteristica de amortizare poate fi liniară (i = 1), regresivă (i < 1) și progresivă (i > 1).

2. Amortizoare magnetoreologice

Amortizoarele magnetoreologice sunt construite ca și amortizoarele hidraulice, cu diferența că în cilindru de lucru se introduce *lichid magnetic*[36]. Lichidele magnetice (ferofluidele) sunt dispersii de particule magnetice subdomenice într-un lichid de bază. Fiecare particulă coloidală dintr-un fluid magnetic este un mic magnet permanent care tinde să se alinieze în direcția câmpului magnetic.

Mărimea particulelor fiind foarte mică (~10 nm), agitația termică preîntâmpină sedimentarea lor. În plus, particulele sunt învelite pentru a prevenii interacțiunea lor magnetică. În acest fel rezultă un amestec complex care se comportă ca un lichid omogen chiar în prezența unui câmp magnetic aplicat din exterior.

Realizându-se inițial din hidrocarburi ca lichid de bază, lichidele magnetice sunt produse în diferite lichide, având proprietăți fizice și chimice care variază într-un domeniu foarte larg.

Ferofluidele comerciale sunt produse în apă, silicon, fluorocarburi, esteri și alți solvenți. Ele au o gamă largă de vâscozitate, umiditate, densitate, miscibilitate, tensiune superficială și alte proprietăți. Prin controlul densității numerice a particulelor magnetice în

[36] *Lichidele magnetice - ferofluidele*. Aceste lichide magnetice au proprietăți net uzuale ale lichidelor, dar în plus se comportă ca un material puternic magnetizabil. Numărul acestor particule magnetice este foarte mare, o valoare de referință fiind 10^{23} particule pe metru cub. Primele lichide magnetice au fost preparate în 1960 la NASA, în cadrul cercetărilor de tehnologie spațială, pentru a pune la punct un sistem de curgere controlată a combustibililor în condiții de imponderabilitate.

suspensie, ele pot varia în limite largi magnetizația de saturație și permeabilitatea magnetică relativă a lichidelor magnetice.

Având componenta de bază a lichidelor magnetice, nanoparticulele magnetice, acestea se încadrează într-o categorie largă a nanoparticulelor inteligente, respectiv în domeniul de vârf al nanoștiințelor, nanotehnologiilor.

Dintre dispozitivele magnetoreologice[37], amortizoarele magnetoreologice au fost cele mai studiate și dezvoltate din punct de vedere al răspândirii aplicațiilor comerciale deoarece includ aplicații în domeniul auto (Corporația Delphi producând amortizoare magnetoreologice pentru anumite modele de Cadilac 2003).

Alte aplicații pentru amortizoarele magnetoreologice includ: construirea sistemelor de control, atenuarea cutremurelor și la amortizoarele de recul și conducerea dinamicii impactului pentru arme.

În figura 1 este reprezentat un amortizor care funcționează cu lichid magnetoreologic.

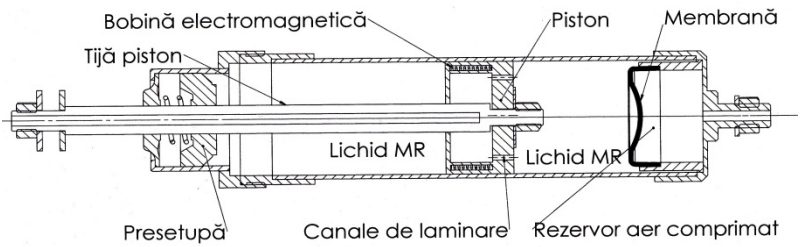


Fig. 1 Amortizor magnetoreologic cu bobina electromagnetică în interior

Amortizorul magnetoreologic monotubular are un rezervor pentru fluid magnetoreologic și un rezervor de aer comprimat pentru a acomoda schimbarea de volum care rezultă din mișcarea tijei pistonului. Membrana asigură o barieră între fluidul magnetoreologic și un gaz comprimat (de obicei azot), care este utilizat pentru acomodarea schimbărilor de volum ce se petrec atunci când pistonul se mișcă.

[37] Lichide magnetoreologice (MR) sunt suspensii stabile de particule feromagnetice ultrafine cu dimensiuni de ordinul a 0,05-10 μm într-un mediu fluid purtător, izolator. La aplicarea unui câmp magnetic, materialele MR au capacitatea de a-și modifica vâscozitatea cu până la șase ordine de mărime, datorită formării lanțurilor de particule aliniate.

Amortizorul magnetoreologic cu tub dublu în care amortizorul are o cameră interioară și una exterioară sunt separate una de cealaltă de o supapă de aspirație.

Camera interioară ghidează ansamblu tijă-piston, la fel ca și la amortizorul monotubular. Volumul dintre tubul interior și cel exterior este definit rezervor exterior.

3. Amortizor magnetoreologic pentru vehicule feroviare

În prezenta lucrare, autorii propun un amortizor magnetoreologic pentru vehiculele feroviare cu bobina electromagnetică montată la exteriorul amortizorului prezentată în figura 2.

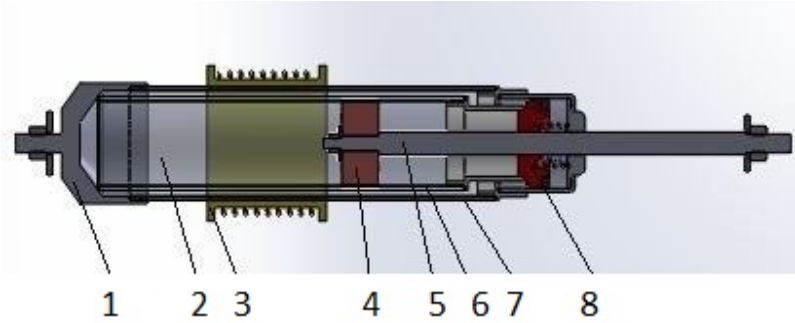


Fig. 2 Amortizor magnetoreologic cu bobina electromagnetică în interior.
1 - capac interior; 2 - spațiu de lucru; 3 - bobină electromagnetică;
4 - piston; 5 - tijă piston; 6 - tub interior; 7 - manta;
8 - capac cu presetupă

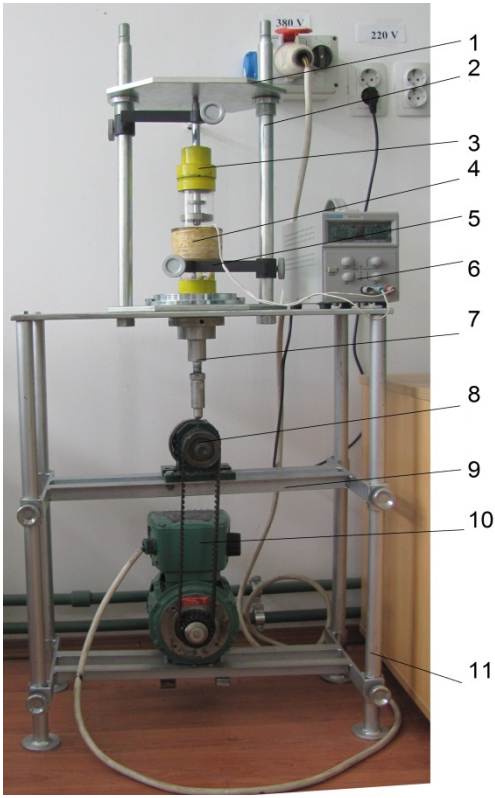
Principiul de funcționare a acestui amortizor este următorul: când o forță perturbatoare (roata vehiculului trece peste o denivelare) acționează asupra tijei piston (5), aceasta intră in zona câmpului magnetic produs de bobina electromagnetică (2), a cărui efect este de a magnetiza lichidul MR la care îi crește vâscozitatea având ca efect reducerea vitezei de înaintare a pistonului.

În timpul funcționării amortizorului intervin o serie de factori de care trebuie ținut seama la proiectare care pot fi calculate cu relația [6]:

$$F = \frac{3\pi D^3 l\left(1+\frac{2d}{D}\right)}{4d^3}\mu V_0 \qquad (1)$$

unde F- este forța de amortizare, [N]
D - diametru pistonului, [mm]
l - lungimea pistonului, [mm]
d - diametru găurilor din piston (găurile de laminare), [mm]
μ - vâscozitatea lichidului, [Nm/s]

De asemenea, vâscozitatea materialului MR depinde de mai mulți factori cum sunt: concentrația particulelor metalice în lichid, mărimea particulelor, intensitatea câmpului magnetic produs de bobina electromagnetică, viteza de impact asupra tijei amortizorului etc.



Pentru a studia parametrii mai sus menționați, este necesar un stand adecvat pentru simularea condițiilor de exploatare a unui amortizor MR, prezentat în figura 3, în care:

1- suport superior;
2 - coloană de ghidare;
3 - amortizor MR;
4 - bobină electromagnetică;
5 - suport traductor;
6 - sursă curent 0 – 60 V;
7- mecanism de reglare cursă;
8 - mecanism cu excentric;
9 - suport reglabil;
10- motor electric cu turație variabilă;
11- cadru stand

Fig. 3 Stand de probat amortizoare MR

Amortizorul (3) este montat cu partea superioară fixată de platan, iar tija amortizorului este cuplată la tija pulsatoare de la mecanismul de reglare a cursei (7). Motorul electric cu turație variabilă (2-10 rot/s) acționează tija pulsatoare din mecanismul (7) iar pistonul amortizorului începe să execute o mișcare de translație.

4. Concluzii

■ Pentru calculul și studiul oscilațiilor vehiculelor feroviare este necesară caracteristica amortizorului care reprezintă dependența forței de rezistență F de viteza deplasării pistonului.

■ Caracteristica amortizorului este data de diagramele de lucru obținute la mersul constant al pistonului și la oscilațiile cu frecvențe variabile.

- vâscozitatea poate fi modificată cu ajutorul câmpului magnetic produs de bobina electromagnetică montată la exteriorul amortizorului;
- amortizorul montat pe standul de probat este echipat cu un traductor de presiune; pe stand este montat un traductor de deplasare pentru a urmări cursa tijei amortizorului;
- în urma testelor obținute în urma măsurătorilor pe stand se obțin multe informații despre caracteristicile amortizorului astfel încât se pot adopta soluții constructive de îmbunătățire ale parametrilor amortizorului.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ardeleanu, R., ș.a., *Materiale nemetalice cu memoria formei*, *Structură-proprietăţi-aplicaţii*, Editura tehnică, ştiinţifică şi didactică CERMI, Iaşi, 2007.
[2] Bejan, M., *Rezistența materialelor*, vol. 1, ediţia a V-a, Editura AGIR, Bucureşti, 2009 și Editura MEGA, Cluj Napoca, 2009.
[3] Bujoreanu, L., ș.a., *Tehnologie și utilaje de obţinere a unor aliaje cu memoria formei*, Editura Științifică Fundaţia Metalurgică Română, Bucureşti, 1998.
[4] Mureșan, R., *Metalurgia pulberilor*, Editura U.T.Pres, 2005.
[5] Poynor, C.J., *Inovative Designs for Magneto-Rheological Dampers*, Masters of Science, Blacksburg, Virginia, 2001.
[6] Singiresu, S., *Mecanical Vibrations*, Addison Wesley Publishing Company, Edition, 1995, pag. 43.
[7] Sebeșan, I., Hanganu, D., *Proiectarea suspensiilor pentru vehicule pe șine*, Editura tehnică, București, 1993.

Drd. Ing. Ioan VIDICAN
e-mail ionvidi@yahoo.com
Conf.Dr.Ing. Radu MUREȘAN
e-mail radu.muresan@stm.utcluj.ro
Prof.em.Dr.Ing. Mircea BEJAN
e-mail: Mircea.Bejan@rezi.utcluj.ro
Universitatea Tehnică din Cluj Napoca
membri AGIR