

UTILIZAREA UNUI AMORTIZOR ELECTROVÂSCOS ÎN APLICAȚIILE ROTORULUI

THE USE OF AN ELECTRO-VISCOUS DAMPER IN CASE OF FLEXIBLE ROTOR SYSTEMS

Conf. univ. dr. ing. Amelitta LEGENDI¹, Prof. univ. dr. ing. Cristian PAVEL²,
Asist. univ. ing. Radu PANAITESCU-LIESS³

Universitatea Tehnică de Construcții București (UTCB), Romania

e-mail: ¹amelitta.legendi@gmail.com, ²cp cristianpavel@gmail.com, ³pa.radu@yahoo.com

Rezumat: Este propusă și argumentată utilizarea unui nou tip de amortizor în cazul sistemelor rotor flexibile. Amortizorul conține un fluid electrovâscos care se solidifică atunci când este parcurs de un curent electric și asigură astfel o amortizare datorită frecării de tip Coulomb. Cu toate acestea, posibilitățile de a restrânge atingerea vitezelor critice și de a reduce instabilitățile rotorului rămân încă neconfirmate.

Cuvinte cheie: electrovâscos, amortizor, rotor flexibil, viteză critică

Abstract: The use of a new type of damper in case of flexible rotor systems was proposed and argued. The damper contains an electro-viscous fluid that solidifies and ensures a Coulomb type friction damping when crossed by an electric current. Although, the possibilities to restrain the critical speeds reaching up and to decrease the instabilities of the rotor are still remaining unconfirmed.

Keywords: electro-viscous, damper, flexible rotor, critical speed

1. INTRODUCERE

Fluidele electrovâscoase au început să fie cunoscute încă de la sfârșitul secolului al XIX-lea. În 1885, Koenig a încercat fără succes să explice modificarea vâscozității unui fluid ca urmare a aplicării unei tensiuni electrice de o anumită valoare. Winslow este cel care în 1949 a demonstrat și a argumentat proprietatea de electrovâscozitate a unor fluide și amestecuri solid/fluid (de exemplu amidon în ulei de silicon). Abia în jurul anilor 1980-1985 progresele semnificative înregistrate în cercetările efectuate în domeniul polimerilor au condus la diversificarea aplicațiilor legate de fluidele electrovâscoase. Alcătuite din particule de polimeri aflate în suspensie într-un ulei de silicon, fluidele electrovâscoase își măresc de aproximativ 10 ori vâscozitatea μ dacă sunt activate pe parcursul unei milisecunde de un curent electric având tensiunea de 5-10 V și intensitatea de 10 mA.

2. PRINCIPIUL AMORTIZORULUI ELECTROVÂSCOS

Schema de principiu a unui amortizor electrovâscos este arătată în figura 1. Un arbore care se rotește este rezemat prin intermediul unui rulment având inelul exterior conectat la carcasa amortizorului prin așa-numita înfășurare în colivie de veveriță (sistem de conductoare în formă de bare așezate în creștăturile rotorice), fapt ce permite flexibilitatea radială a lagărului. Inelul exterior al rulmentului este de asemenea în contact cu un disc fix care este amplasat în interiorul carcasei amortizorului. Incinta carcasei este umplută cu fluid electrovâscos. Două membrane inelare de cauciuc încapsulează carcasa amortizorului. Straturile de fluid dintre disc și carcasă solidifică în momentul în care este aplicată o tensiune electrică. Fluidul solidificat produce o amortizare datorită frecării de tip Coulomb, care împiedică mișcarea radială a discului și în felul acesta sunt amortizate vibrațiile radiale ale arborelui.

Capacitatea de amortizare este controlată prin intermediul tensiunii electrice aplicate.

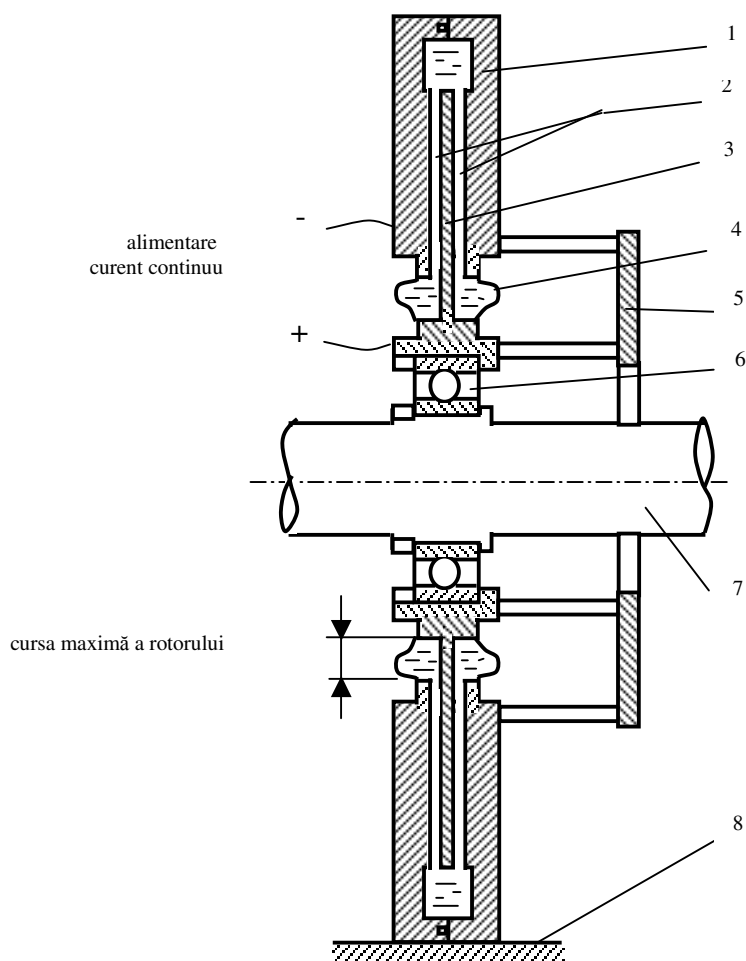


Fig. 1 Principiul amortizorului electrovâscos

1 - carcasa amortizorului; 2 - straturi de fluid; 3 - disc; 4 - membrana de cauciuc; 5 - colivie de veveriță; 6 - rulmentul; 7 - rotorul; 8 - platforma de bază

3. PREZENTAREA AMORTIZORULUI ELECTROVÂSCOS

a. Alcătuire (părți componente)

În figura 2 este prezentat un amortizor electrovâscos, având 6 discuri în mișcare și 5 discuri staționare (schemă constructivă), încorporat într-un sistem rotor flexibil simplu.

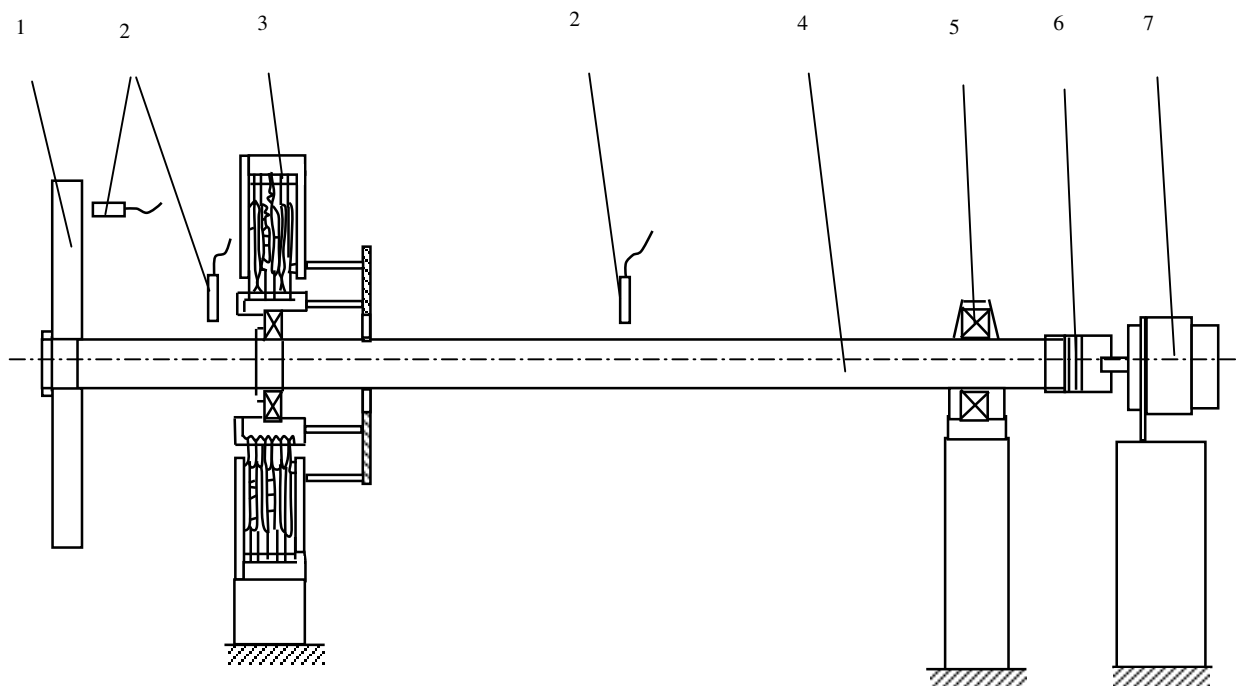


Fig. 2 Secțiune transversală prin amortizorul electrovâscos și dispozitivul experimental

- 1- disc; 2- traductori; 3 - amortizor electrovâscos; 4 - arbore flexibil;
5 - lagăr de rostogolire fixat rigid; 6 - manșon de cuplare; 7 - motor

Rotorul primește mișcarea de la arborele motorului prin intermediul unui manșon de cuplare. La amortizorul electrovâscos este cuplată de obicei și o pompă (care nu este prezentată în schema din figura 2) care întreține o circulație lentă a fluidului electrovâscos prin amortizor cu scopul de a preveni precipitarea particulelor de polimeri.

Colivia de veveriță constă în trei bare exterioare și alte trei bare interioare, fixate la 120° între ele și conectate prin intermediul unui disc izolat electric. Arborele este de asemenea izolat electric față de amortizor pe partea căii exterioare de rulare. Totodată, carcasa amortizorului este izolată din punct de vedere electric față de platforma de bază.

b. Proprietățile fluidului electrovâscos

Cele mai uzuale fluide electrovâscoase (particule de polimeri aflate în suspensie în ulei de silicon) au următoarele caracteristici:

- valoarea maximă a rezistenței la curgere: 4 kPa la 3,5 kV/m
- vâscozitatea: 100 cPoise la temperatura de 30°C (dezactivat)
- densitatea : 1110 kg/m³ la temperatura de 25°C.

c. Alimentarea de la rețea a amortizorului

Diagrama circuitului de alimentare de la rețeaua electrică a amortizorului electrovâscos este prezentată în figura 3.

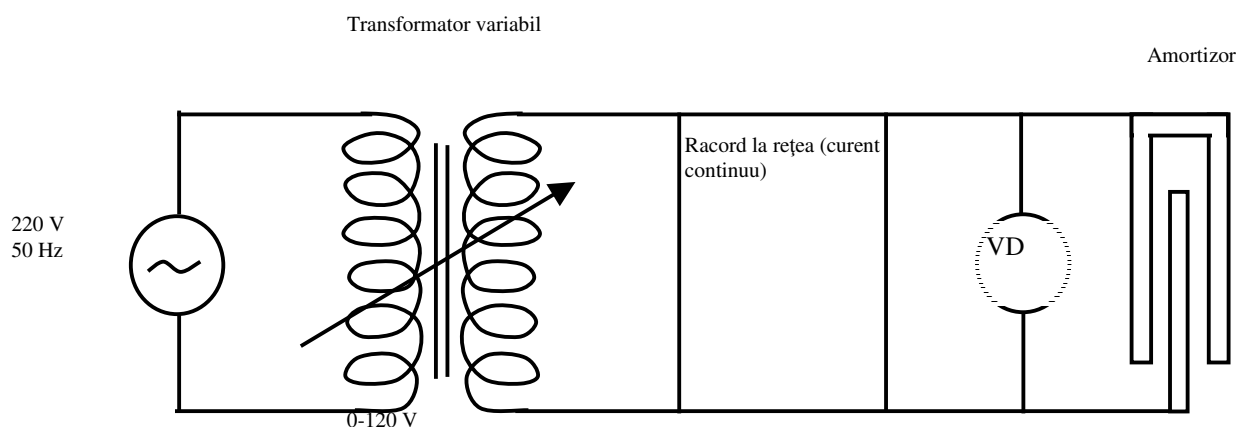


Fig. 3 Alimentarea amortizorului

Capacitatea de amortizare este controlată manual prin transformator variabil. Tensiunea maximă este limitată la valoarea de 2500 V, deoarece în dispozitiv se pot produce arce electrice pentru valori ale tensiunii de aproximativ 3000 V.

d. Performanțele amortizorului electrovâscos

Sistemul rotor flexibil prezentat în figura 2 ajunge să atingă viteza critică (turația la care un sistem aflat în mișcare de rotație intră în rezonanță) în jurul valorii de 1400 rot/min, moment în care se aplică tensiune electrică în amortizor.

Aplicarea rapidă a tensiunii electrice are ca rezultat instantaneu micșorarea amplitudinii deplasărilor rotorului. Traectoria descrisă de arbore în apropiere de amortizor este mult redusă (cam de 4 ori), așa cum arată figura 4 ca rezultat al aplicării unei tensiuni de până la 2500 V [2].

Se observă că odată cu aplicarea tensiunii electrice, amplitudinea corespunzătoare turației critice este redusă substanțial.

În cercetările ce vor urma este prevăzută producerea instabilității rotorului analizat prin înlocuirea lagărului de rostogolire din figura 2 (dreapta) cu unul de alunecare și apoi utilizarea amortizorului electrovâscos prezentat în vederea micșorării instabilității produse.

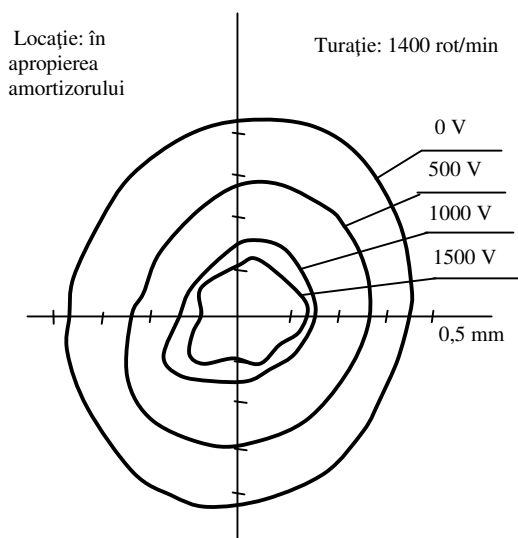


Fig. 4 Traiectoriile descrise de rotor în vecinătatea amortizorului

4. EVITAREA PERICOLULUI REZONANȚEI

Amortizorul electrovâscos are totodată potențialul capabil să elimine răspunsul sau să reducă efectul vitezelor critice ale arborelui. Atunci când turația rotorului se apropie de valoarea sa critică este aplicată o anumită valoare a tensiunii (aceasta rezultă în urma calibrării amortizorului). Fluidul electrovâscos va solidifica pe parcursul unei milisecunde și rămânând în această stare va opune o forță de rezistență suficientă ca valoare pentru ca filmul de fluid să preia integral forța perturbatoare (forța excitatoare care continuă să acționeze în timpul mișcării oscilante) transmisă prin amortizor. După depășirea turației critice a rotorului amortizorul se deconectează de la tensiune și, implicit, se produce relaxarea fluidului electrovâscos.

5. EXEMPLE DE UTILIZARE A AMORTIZORULUI ELECTROVÂSCOS

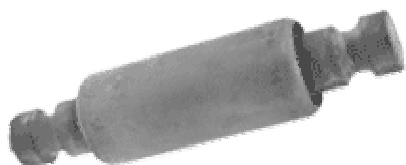
1. Amortizor vâscos rotativ - **ITT- Enidine Inc.**



Amortizorul vâscos rotativ este un dispozitiv ce încorporează un angrenaj care are rolul de a limita mișcarea unei piese mobile dintr-un mecanism. Acest tip de amortizor încetinește mișcarea de rotație în scopul de a reduce vibrația, zgomotul și uzura mecanismului, asigurând astfel o funcționare lină, fără șocuri. Conține diferite clase de amestecuri siliconate, fiind astfel capabil să dezvolte momente variabile și să asigure limitarea vitezei pieselor aflate în mișcare.

Acești amortizori rotativi sunt întâlniți în diverse domenii industriale: în industria mobilei, la automobile, în electronică (deschiderea și închiderea lentă a suportului de CD), la camere video, DVD playere, telefoane mobile, copiatoare, laptop-uri, panouri solare, sateliți.

2. Pivot pentru suspensie elastica - **Barry Controls**



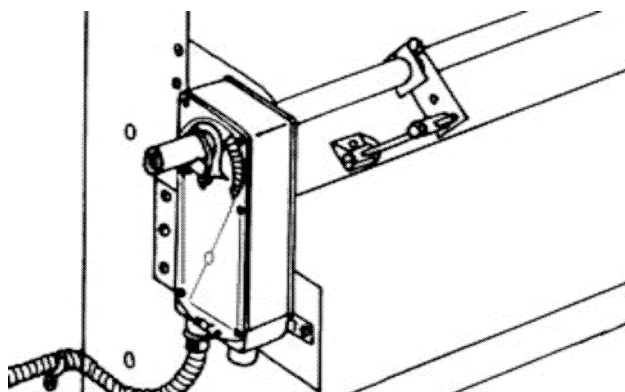
Utilizat cu succes în componentele suspensiilor auto, mărindu-le durata de viață.

Este proiectat astfel încât să nu necesite intervenții din punct de vedere al mentenanței și să asigure un nivel de durabilitate în timp cât mai ridicat.

3. Actuator amortizor pentru arbori- **Belimo Americas**



Schemă de montare a amortizorului pe arborele flexibil



4. Actuator amortizor pentru supape
– **Beck, Haqrold Beck & Sons**



Are rolul de a prelua și controla mișcările verticale și laterale ale șinelor.

Cele două camere interne pline cu lichid vâscos se interconectează prin intermediul unei valve de dozare.

Mărimea cuplului de amortizare depinde de viteza unghiulară a încărcării aplicate și de setarea valvei.

Sunt absorbitori de șoc de tip liniar capabili să ofere o calitate maximă a transportului în prezent.

5. Actuator amortizor pentru valve
– **Rotork** (Anglia)



Utilizate la rotirea cu un unghi de 90° a valvelor hidraulice pentru a reduce nivelul vibrațiilor și a preveni uzura excesivă a valvelor la debite mari .

6. ACE 1-1/2'' - **ACE Controls Inc.**



Sunt proiectate pentru condiții extrem de dure. Aceste modele durabile asigură decelerări substanțiale într-un interval larg impus de greutatea efectivă. Capabile să reducă mișcarea unor sarcini masive prin dezvoltarea unor forțe semnificative fără nicio deteriorare ulterioară. Sunt utilizate în fabricarea mijloacelor auto, în producția de echipamente, la roboți-pe scara largă, transportoare de tip greu, la echipamente din industria metalurgică și siderurgică.

6. CONCLUZII

Tipul de amortizor prezentat conține un fluid electrovâscos care produce efectul de amortizare prin apariția unei forțe coulombiene de frecare cu valoare variabilă reglabilă prin intermediul tensiunii electrice aplicate fluidului.

Putem anticipa o multitudine de alte aplicații ale acestui amortizor datorită simplității sale constructive, a controlabilității sporite și a posibilității de eliminare sau de reducere a efectului de rezonanță corespunzător turației critice. Totodată, amortizorul poate fi cu ușurință încorporat într-o buclă feed-back de control, utilizând valori exacte ale deplasării arborelui sau carcusei amortizorului (prin semnalele de accelerație), în vederea optimizării performanțelor corespunzătoare tuturor vitezelor și amplitudinilor vibrațiilor.

BIBLIOGRAFIE

- [1] **DEN HARTOG, J.P.** - 1984 , *Mechanical Vibrations*, Dover Publications Inc. New York, ISBN 0-486-64785-4
- [2] **NIKOLAJSEN, J.L., HOQUE, M.S.** - 1990, *An Electrovicous Damper, Vibration and Wear in High Speed Rotating Machinery*, pag. 445-453, Kluwer Academic Publishers Printed in the Netherlands
- [3] * * * - http://www.globalspec.com/industrial-directory/rotary_viscoous_damper