

## CONSIDERENTE TRIBOLOGICE PRIVIND UTILIZAREA MATERIALELOR PLASTICE ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

Rodica COZMA

Universitatea „Transilvania” din Brașov

*Abstract: The paper presents the advantages of using plastic materials in machines building, because of antifriction and selflubrication properties. The behavior of plastic materials is influenced by parameters such as: temperature, surface roughness, pressure of contact and working duration. There has also being made a description of the main forms of wear which can appear in the couples that use plastic materials: adhesive wear, abrasive wear and fatigue wear.*

*Cuvinte cheie: materiale plastice, cuple de frecare, parametri, uzare.*

### 1. INTRODUCERE

Cuplele de frecare utilizate în construcția de mașini folosesc o gamă largă de materiale care au caracteristici de antifricțiune. Printre acestea se află și materialele plastice.

Denumirea de materiale plastice cuprinde o mare diversitate de materiale nemetalice și sintetice, care într-o anumită fază de prelucrare se prezintă sub formă plastică. Astfel de materiale au la bază polimeri cu molecule de la 1 mm până la 1  $\mu$ m, legate prin puternice forțe intermoleculare.

Acestea se obțin din substanțe naturale și sintetice, prin reacții de policondensare sau polimerizare.

Materialele plastice se folosesc din ce în ce mai mult în construcția de mașini, fie ca lubrifianti solizi, sub forma unor straturi subțiri (nylon, teflon etc.) depuse pe suprafețele de frecare ale unor organe de mașini, fie ca lianți ai lubrifiantilor solizi.

Materialele plastice se utilizează ca înlocuitoare ale metalelor pentru confecționarea diferitelor organe de mașini.

### 2. SITUAȚII DE UTILIZARE

Materialele plastice se recomandă să fie utilizate în următoarele situații:

- în medii corozive, când nu se poate asigura ungerea fluidă;

- când suprafața de frecare are o temperatură care se află în afara domeniului recomandat pentru lubrifiții clasici;
  - în scopul simplificării sau eliminării sistemului de ungere;
  - când greutatea ansamblului trebuie redusă;
  - când zgomotul deranjează.
- Materialele plastice nu pot fi folosite când:
- temperatura de lucru se apropie de temperatura de înmuiere;
  - presiunea de contact depășește limita de fluaj;
  - viteza de alunecare este foarte mică sau foarte mare;
  - mediul de lucru produce modificări dimensionale importante;
  - se preferă uzarea piesei metalice.

### 3. INFLUENȚA PARAMETRILOR

Materialele plastice sunt influențate în principal de următorii parametri:

- **Temperatura** - influențează comportarea materialelor plastice. La temperaturi relativ ridicate, materialele plastice se comportă slab. Evacuarea căldurii din zona de frecare se face greu. Se constată o creștere a coeficientului de frecare  $\mu_a$  la reducerea temperaturii (-20...-40°C) (fig. 1).

La temperaturi mari sau la viteze mari, coeficientul de frecare și intensitatea de uzare cresc din nou, ca urmare a înmuierii

materialului plastic în zonele reale de contact și apoi întinderea lui pe toată suprafața nominală (fig. 2a și b) [1].

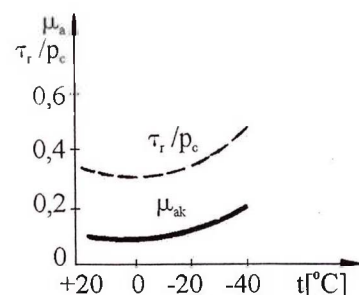


Fig. 1 Dependența de temperatură a raportului  $\tau_r/p_c$  și a coeficientului de frecare  $\mu_{ak}$  în cazul P.T.F.E

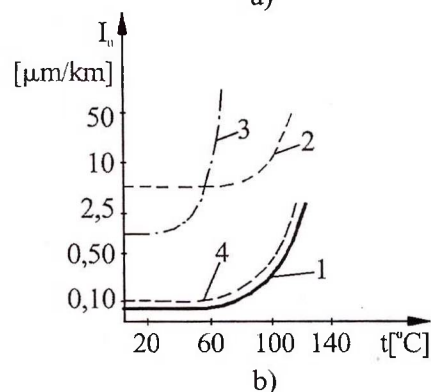
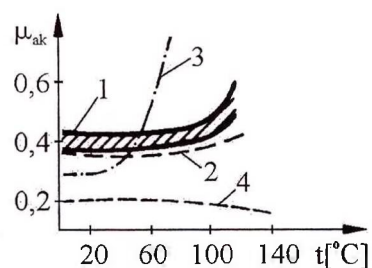


Fig. 2 Efectul temperaturii asupra coeficientului de frecare (a) și a intensității de uzare (b), pentru diferite mase plastice: 1-nylon 6,6; 2- poliformaldehidă; 3-polietilenă de mare densitate; 4-nylon 6,6 cu 10% polietilenă;  $R_a=2 \mu\text{m}$ ,  $p=0,5 \text{ daN/cm}^2$ ,  $v=0,6 \text{ m/s}$

• **Rugozitatea suprafeței metalice** influențează mult valoarea coeficientului de frecare (fig. 3a) și a intensității de uzare (fig. 3b) [2,3].

Valoarea optimă a rugozității  $R_z$  ce corespunde coeficientului minim de frecare este cuprinsă între 2 și 4  $\mu\text{m}$ . La rugozități mai mari, frecarea crește datorită mării grosimii stratului transferat, iar la rugozități mai mici,

datorită intensificării adeziunii stratului transferat.

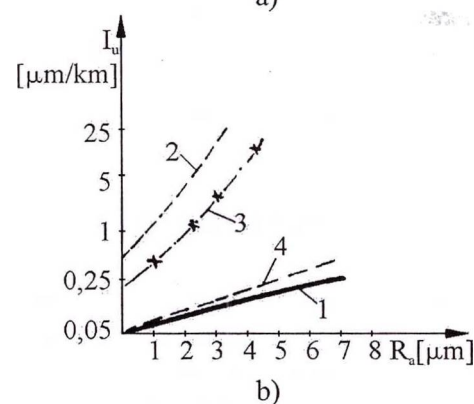
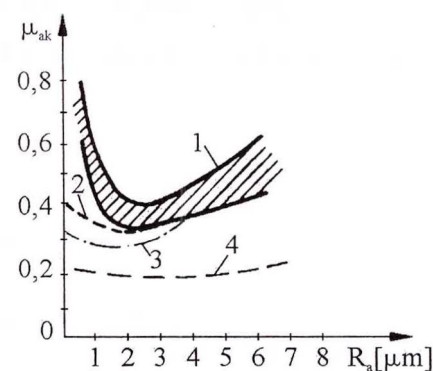


Fig. 3 Efectul rugozității asupra coeficientului de frecare (a) și asupra intensității de uzare (b), pentru diferite mase plastice (aceleași ca în fig. 2)

În general, la rugozități care depășesc 4  $\mu\text{m}$ , coeficientul de frecare și intensitatea de uzare cresc continuu.

• **Presiunea de contact** - influențează atât coeficientul de frecare cât și intensitatea de uzare. Din figura 4a și b se poate constata că deși materialul nylon (curba 1) are coeficientul de frecare cel mai ridicat, rezultă o uzură minimă, fapt ce demonstrează că între uzare și coeficientul de frecare al maselor plastice nu este o legătură directă.

Cu încărcarea, coeficientul de frecare inițial descrește, valoarea minimă corespunzând unei uzări inițiale care provoacă o autoungere, pentru ca apoi să crească din nou cu presiunea.

Materialele plastice compuse 4 și 5 (nylon cu 10% polietilenă și poliformaldehidă cu 22% PTFE) se comportă bine atât la frecare cât și la uzare. Pentru toate materialele însă creșterea presiunii de contact conduce la creșterea uzurii.

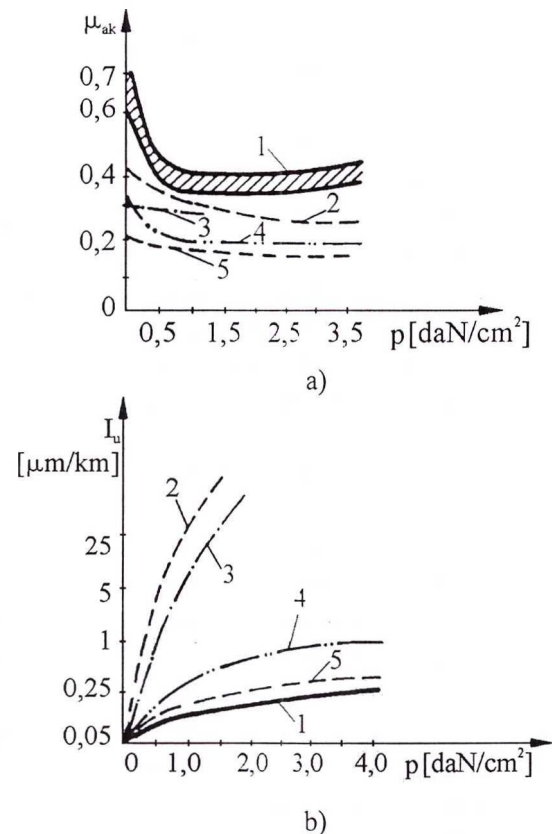


Fig. 4 Efectul presiunii asupra coeficientului de frecare (a) și asupra intensității uzării (b), pentru diferite mase plastice (aceleași notații ca în fig. 2)

- **Durata contactului** ca urmare a proprietăților vâsco-elastice ale materialelor plastice conduce la modificarea ariei aparente de contact și implicit a forței de frecare.

#### 4. UZAREA MATERIALELOR PLASTICE

Principalele forme de uzare ale materialelor plastice sunt: uzarea de adeziune, uzarea de abraziune și uzarea de oboseală.

- **Uzarea de adeziune** constă în transferarea de material plastic pe suprafața conjugată și formarea de microjoncțiuni. În funcție de efortul necesar pentru ruperea microjoncțiunilor, apar următoarele situații:

- joncțiunile sunt mai rezistente decât unul dintre materiale; ruperea va avea loc din materialul mai moale, iar uzarea este puternică;
- joncțiunile au aceleași caracteristici cu materialul din care provin; alunecarea impune ruperea acestora la nivelul suprafeței, iar cantitatea de material care se va

îndepărta este neglijabilă, chiar la o forță de frecare importantă;

- joncțiunile sunt mai rezistente decât ambele materiale între care se formează; ruperea va avea loc în masa stratului transferat, iar uzarea va fi severă deoarece asupra materialului plastic mai moale acționează ca abrazivi, joncțiunile dure și particulele devenite libere.

Uzarea va fi influențată de durata de viață și proprietățile stratului transferat. În timp, stratul transferat suferă transformări de natură chimică, ireversibile, care determină scăderea proprietăților, inclusiv a rezistenței la uzare. Experiențele efectuate au arătat că transferul de material plastic este mai intens pe suprafețele metalice față de suprafețele din alte materiale plastice.

Uzarea de adeziune crește odată cu mărirea sarcinii sau a presiunii de contact (fig. 5).

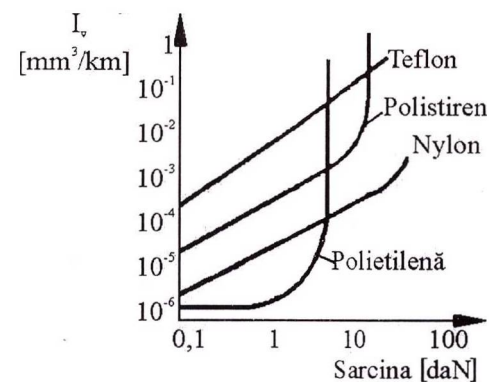


Fig. 5 Influența sarcinii sau a presiunii de contact asupra uzării de adeziune

Când în zona de contact se atinge limita de curgere intervine uzarea catastrofală. Pentru a evita o astfel de uzare, la cupla de frecare ce conține elemente din materiale plastice se limitează presiunea de contact la 1/3 din cea care produce uzarea catastrofală.

La viteze mari de alunecare, când intervine încălzirea puternică a materialului plastic, se constată o creștere rapidă a uzării. Același efect îl are și încălzirea în mediu de lucru (fig. 6) [3].

Rugozitatea suprafeței metalice acționează asupra intensității de uzare prin adeziune în mod diferit, în funcție de mărime (fig. 7). Asperitățile orientate după direcția de alunecare determină cele mai mici uzuri.



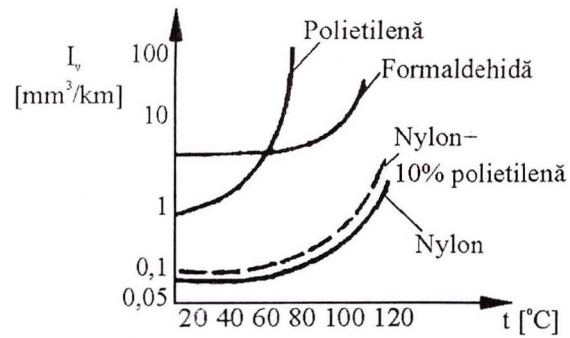


Fig. 6 Influența temperaturii asupra uzării de adeziune

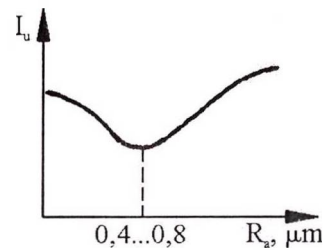


Fig. 7 Influența rugozității asupra intensității de uzare

Pentru a mări durata de funcționare a cuplei de frecare material plastic-metal se impune creșterea durității suprafeței metalice indiferent de sistemul de ungere adoptat.

Mediul de lucru acționează atât asupra materialului plastic propriu-zis, cât și asupra materialului transferat pe suprafața metalică. În caz de dizolvare, la nivelul suprafeței de frecare se formează polimeri ușor de îndepărtat. În caz de absorbție, caracteristicile stratului transferat se înrăutățesc și intensitatea uzării de adeziune se mărește continuu.

• **Uzarea de abraziune** poate fi produsă atât de asperitățile dure ale suprafeței metalice, cât și de particulele solide pătrunse în zona de contact. Acțiunea acestora este de micro-așchiere și de sfâșiere a materialului plastic. Suprafețele abrazate absorb o cantitate mai mare de lichide decât cele netede.

• **Uzarea prin oboseală** se manifestă în principal la alunecarea pe suprafețe metalice ondulate sau la rostogolire. Distrugerea prin oboseală este rezultatul unei succesiuni de procese ireversibile care au loc în masa materialului plastic și care conduc la acumularea locală de energie. Aceste procese complexe determină modificarea rigidității și a capacității de amortizare. Pe suprafața de frecare apar primele fisuri de oboseală care se dezvoltă perpendicular pe direcția de deplasare.

## 5. CONCLUZII

Cuplele de frecare se realizează dintr-o varietate foarte mare de materiale metalice și nemetalice. La alegerea cuplului de materiale se ține seama atât de condițiile de lucru, cât și de durata planificată de funcționare, de factorii economici și de cei de performanță. În ultimul timp au început să se folosească tot mai mult materialele plastice pentru realizarea cuplelor de frecare utilizate în construcția de mașini.

Deși caracteristicile mecanice și termice ale maselor plastice sunt în general inferioare celor ale aliajelor feroase și neferoase, totuși, datorită comportării la frecare și uzare, aceste materiale sunt utilizate pe scară largă ca materiale de antifricțiune sau autolubrifiante, chiar în medii abrazive sau corozive, fiind mult mai puțin sensibile la absența ungerii.

## BIBLIOGRAFIE

1. Bobancu, Ș., Cozma, R., *Tribologie, frecare – Ungere – Uzare*, Universitatea „Transilvania” Brașov, 1995;
2. Pavelescu, D., Mușat, M., Tudor, A., *Tribologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1997;
3. Pavelescu, D., *Tribotehnica*, Editura Tehnică, București, 1983.