

INGINERIE AGRARĂ ȘI TRANSPORT AUTO

CZU: 631.539.3

CERCETĂRI CU PRIVIRE LA INTENSITATEA UZĂRII CUPLELOR METALOPOLIMERICE CU JOC

V. ȚAPU

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Abstract. Wear in tribological couplings with clearance is defined as a process of destruction of the superficial layers during the mechanical interaction of spare parts. Since the mechanical interaction occurs as a force of friction, consequently, wear is defined as the wear by friction that arises as a result of solids interaction and represents a complex physical-mechanical, thermal and electrical process in the surface layers of the contact surfaces.

Wear intensification of tribological couplings with clearance reconditioned with porous polyamide-epoxidic composite materials were subjected to intensive experimental wear in different lubrication conditions.

Key Words: Friction, Intensive wear, Porous polymer composites, Reconditioning, Tribological couplings.

INTRODUCERE

Uzarea în cuplele tribologice cu joc se definește ca un proces de distrugere a straturilor superficiale la interacțiunea mecanică a pieselor componente. Deoarece interacțiunea mecanică se produce sub forma unei forțe de frecare, atunci și uzarea se definește ca uzare prin frecare, care este rezultatul interacțiunii corpurilor solide și prezintă un proces complex de natură fizico-mecanică, termică și electric din straturile superficiale ale suprafețelor de contact. În funcție de un șir întreg de parametri ai semicuplelor cum sunt caracteristicile fizice și mecanice, parametrii geometrici ai suprafețelor de contact, condițiile de exploatare influențează divers aria reală de contact în faza inițială și evident și curba uzării.

În lucrare se prezintă rezultatele cercetării dinamicii uzurii semiculelor acoperite cu material compozit poliamidoepoxidic pentru diverse condiții de lubrifiere.

MATERIAL ȘI METODĂ

Alegerea materialelor pentru compensarea uzurii stratului deteriorat al pieselor de mașini, exploatare în diferite condiții de lubrifiere și exploatare, s-a realizat prin teste de laborator pe tribomodele, care au pus în evidență procesele specifice ce pot apărea în îmbinări tribologice cu joc reale (Gr. Marian, 2005; V. Sîrghii, 2007).

Testele de laborator s-au desfășurat pe tribomodele pentru cuple de materiale tip: semicupla cuprinzătoare - bușă metalică; semicupla cuprinsă - cilindru acoperit pe suprafața exterioară cu compozit poliamidoepoxidic poros.

Experimentele au fost realizate pe mașina CMIQ 2, modificată pentru a putea fi utilizată și în regim de frecare accelerată limită. Procesul s-a realizat în condiții de frecare uscată și de lubrifiere cu apă curentă și cu unsori consistente de tipul ЛИТОЛ. Semicuplele metalice testate au fost fabricate din oțel în stare de livrare. Materialul compozit a fost aplicat pe substraturi din oțel carbon în stare de livrare *сталь 35*. Acoperirile au fost formate în două straturi: primul - de conversiune, preparat cu constituția 45% - oligomer epoxidic, restul poliamidă, iar al doilea strat din desulfură de molibden - 4 ... 5 %, fibre de sticlă tocate - 10 ... 14%, oligomer epoxidic - 25 ... 30 %, restul poliamidă 12 cu adaos de la 5 până la 10 % de NaCl omogenizată prin amestecare mecanică integral în toată masa compozitului cu dizolvarea ulterioară a sării conform recomandărilor.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pentru cuplele tribologice renovate cu materialul compozit studiat se prezintă evoluția durabilității acestora în funcție de diametrul nominal al îmbinării metalopolimerică. Caracterul evoluției uzurii este prezentat în figura 1 și descris prin ecuațiile 1 - 3, din care rezultă modul în care evoluția uzării este influențată de durata de frecare pentru diferite moduri de lubrifiere a tribomodelului. Tot în figura 1 sunt prezentate microstructurile straturilor superficiale pentru cazurile cercetate.

$$U(d)_{f.l.} = -0.0009x^3 - 0.0587x^2 + 2.5542x - 2.1394, R_c = 0.9957 \quad (1)$$

$$U(d)_{l.a.} = 0.0096x^3 - 0.1828x^2 + 2.7773x - 2.1818, R_c = 0.9939 \quad (2)$$

$$U(d)_{LITOL} = 0.004x^3 - 0.1604x^2 + 2.4841x - 1.7515, R_c = 0.9859 \quad (3)$$

Rezultatele monitorizării dinamicii uzării cuplei acoperite cu compozitul poliamidoepoxidic poros a permis evidențierea uzării diferențiate a celor trei grupe de cuple tribologice în funcție de modul de lubrifiere. În cazul frecării uscate, uzarea materialului compozit poliamidoepoxidic poros este mai pronunțată decât în cazurile lubrifierii cu apă și cu LITOL. Astfel, după 240 ore frecare, semicupla polimerică testată în condiții de frecare uscată a înregistrat o uzură de $U(d)_{f.l.} = 18,8 \pm 2 \mu\text{m}$, pe când cea testată în condiții de lubrifiere cu apă a cunoscut o uzură de $U(d)_{l.a.} = 16,8 \pm 2,7 \mu\text{m}$.

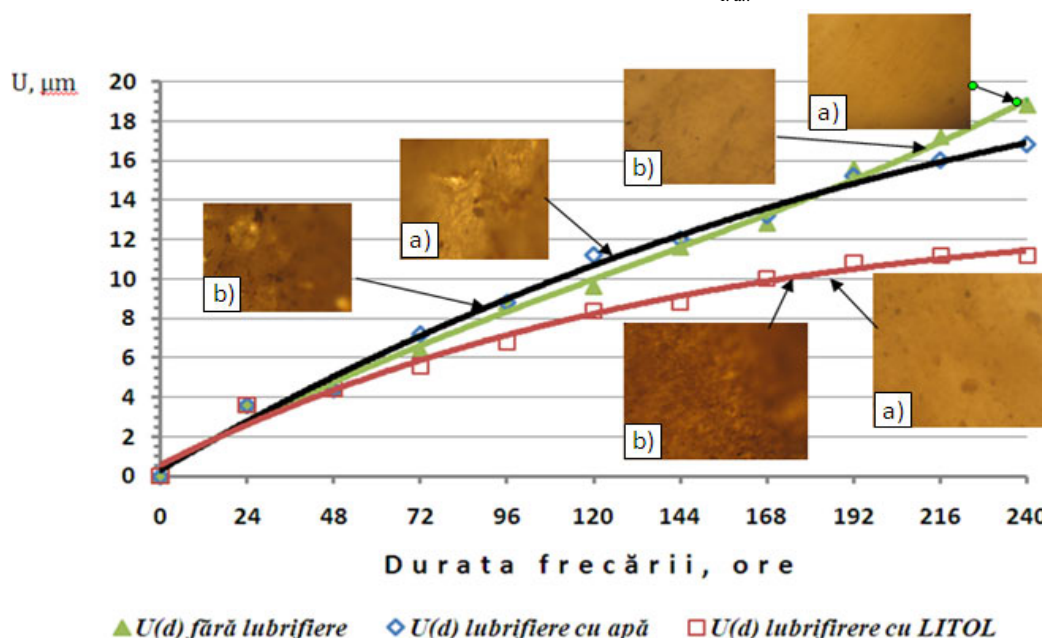


Figura 1. Dinamica uzării semicuplei acoperite cu material compozit poliamidoepoxidic testată în diferite condiții de lubrifiere:

Condiții de testare: semicupla cuprinzătoare – oțel carbon în stare de livrare, sarcina 1,5 MPa, viteza de alunecare $v_r = 0,63 \text{ ms}^{-1}$; rugozitatea inițială a suprafețelor de contact – arbore $Ra = 12,5 \mu\text{m}$; alezaj $Ra = 6,3 \mu\text{m}$., măsurările s-au realizat la temperatura pieselor $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Microstructuri: a) – după faza de rodaj; b) – la sfârșitul încercărilor.

Procedul de uzare a piesei acoperite, când frecarea a avut loc în condiții de frecare cu lubrifiere cu unsoare LITOL, a decurs mult mai lent, realizând, după 240 ore frecare, o uzură $U(d)_{LITOL} = 10,8 \pm 1 \mu\text{m}$. Astfel se demonstrează importanța pe care o are regimul de lubrifiere a semicuplei acoperite cu material compozit poliamidoepoxidic poros.

Viteza redusă a uzării semicuplei acoperită cu material compozit poliamidoepoxidic poros, pentru cazul testării acesteia în regim de lubrifiere cu LITOL, poate fi explicată prin garantarea gradientului pozitiv al rezistenței legăturilor moleculare interfaciale, care este mai jos în straturile superioare decât în straturile inferioare.

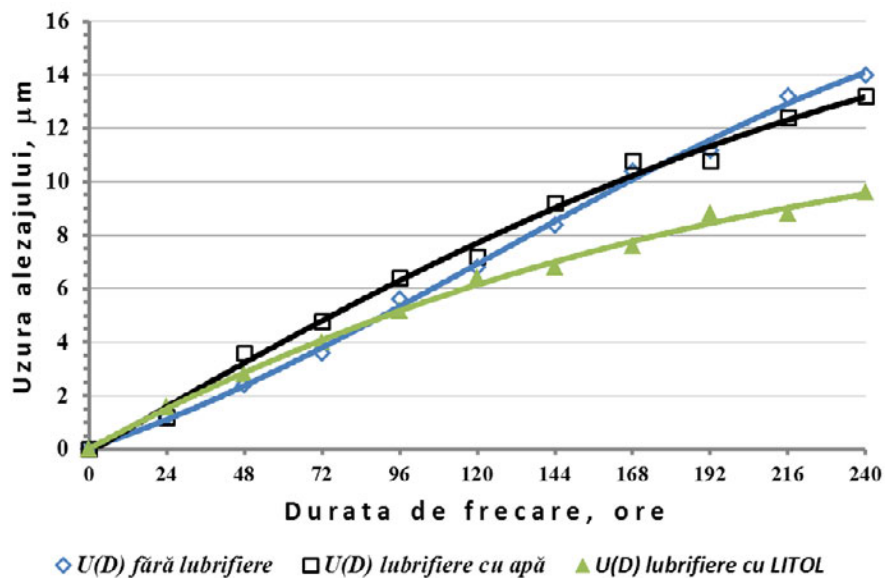
Determinările experimentale privind dinamica uzării semicuplei metalice cuprinzătoare pentru diverse regimuri de lubrifiere sunt prezentate în figura 2 și descrise prin relațiile 4 - 6, care, practic, este analogică cu cea din semicupla acoperită.

$$U(D)_{f.l.} = -0.008x^3 + 0.1497x^2 + 0.6728x - 0.7697, R_c = 0.998 \quad (4)$$

$$U(D)_{l.a.} = -0.0013x^3 - 0.0238x^2 + 1.7897x - 1.8848, R_c = 0.9939 \quad (5)$$

$$U(D)_{LITOL} = 0.0049x^3 - 0.1021x^2 + 1.7294x - 1.5818; R_c = 0.9994 \quad (6)$$

După 240 ore de frecare s-au înregistrat următoarele valori ale uzurii semicuplei metalice: pentru condiții de frecare fără lubrifiere $U(d)_{f.l.} = 14 \pm 1,2 \mu\text{m}$; frecarea în prezența apei curente $U(d)_{f.al.} = 13,2 \pm 1,6 \mu\text{m}$; frecarea cu lubrifiere LITOL $U(d)_{f.l.} = 9,6 \pm 1,5 \mu\text{m}$.



Fiura 2. Dinamica uzării semicuplei cuprinzătoare din oțel carbon în stare de livrare, testată în diferite condiții de lubrifiere:

Condiții de testare: semicupla cuprinsă – material compozit poliamidoepoxidic poros, sarcina 1,5 MPa, viteza de alunecare $v_r = 0,63 \text{ ms}^{-1}$; frecare uscată; rugozitatea inițială a suprafețelor de contact – arbore $Ra = 12,5 \text{ μm}$; alezaj $Ra = 6,3 \text{ μm}$., măsurările s-au realizat la temperatura pieselor $20 \pm 2^\circ\text{C}$

Pornind de la aceste determinări experimentale, se constată că în mișcarea de alunecare, pentru un contact de tip metal – material compozit poliamidoepoxidic poros, regimul de lubrifiere influențează în mod diferit rezistența la uzare atât a semicuplei acoperite cu MC, cât și a celei metalice.

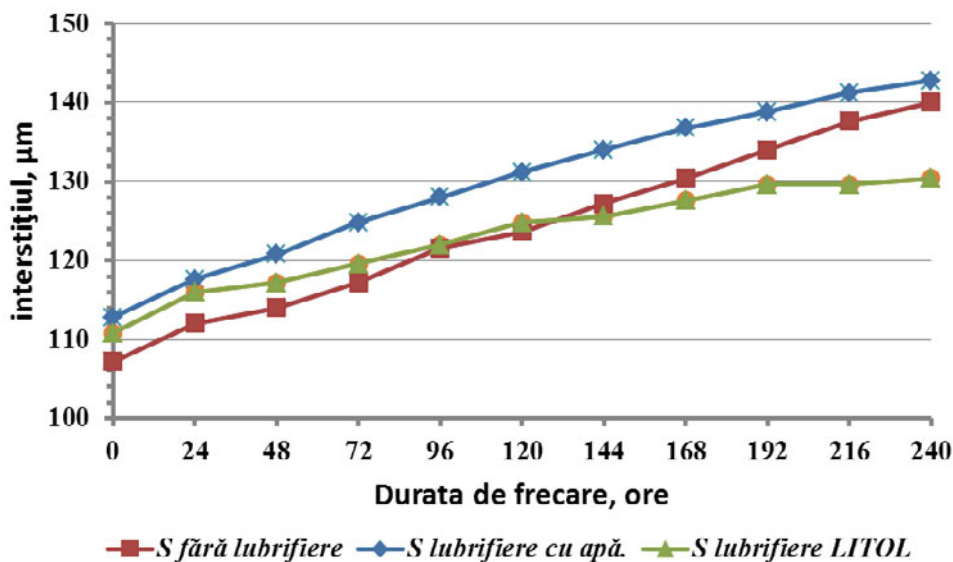


Figura. 3. Evoluția interstițiului efectiv funcție de durata frecării cuplei tribologice III40H9/e8 ($ES=0,063\text{mm}$, $EI=0$, $es=-0,050\text{mm}$, $ei=-0,112\text{mm}$): arbore (d) - cilindru acoperit cu compozit poliamidoepoxidic, alezaj (D) - bucșă din oțel în stare de livrare marca сталь 35:

Condiții de testare: sarcina 1,5 MPa, viteza de alunecare $v_r = 0,63 \text{ ms}^{-1}$; rugozitatea suprafețelor de contact – arbore $Ra = 12,5 \text{ μm}$; alezaj $Ra = 6,3 \text{ μm}$., măsurările s-au realizat la temperatura pieselor $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

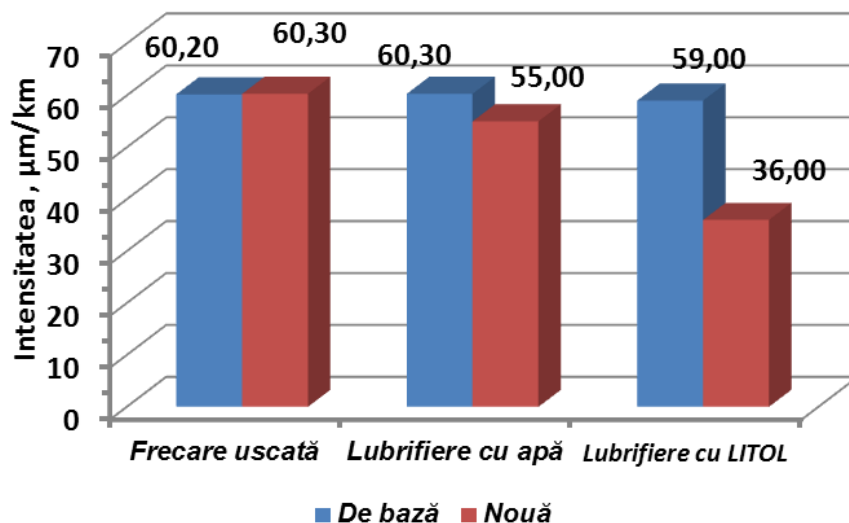


Figura 4. Intensitatea modificării interstițiului cuplelor tribologice metalopolimerice montate cu ajustajul III40H9/e8, testate timp de 240 ore în următoarele condiții: presiunea $p = 1,5$ MPa, $v = 0,63$ m/s, măsurările s-au realizat la temperatura pieselor $20 \pm 2^\circ\text{C}$:

Varianta de bază - arbore - cilindru acoperit cu compozit poliamidoepoxidic conform [2], alezaj - bucsă din oțel în stare de livrare marca сталь 35; varianta nouă arbore - cilindru acoperit cu compozit poliamidoepoxidic poros, alezaj - bucsă din oțel în stare de livrare marca сталь 35.

Deoarece durabilitatea cuplelor tribologice, în esență, este condiționată de modificarea interstițiului dintre semicuplele conjugate, adică de valoarea jocului real existent între suprafețele de contact, în continuare este prezentată evoluția interstițiului cuplelor metalopolimerice luate în studiu (fig. 3) (V. Sîrghii, 2007).

Cuplele au fost supuse frecării timp de 240 ore cu regimuri identice celor investigate anterior. Înainte de încercare piesele acoperite cu material compozit au fost supuse tratamentului termic de normalizare conform recomandărilor din (Gr. Marian, 2005) prin imersarea probelor în baie de ulei încălzit până la temperatura de 190°C , menținerea la această temperatură timp de 20-30 min și răcirea lentă împreună cu baia de ulei. Rezultatele comparative sunt prezentate în figura 4.

CONCLUZII

În concluzie se remarcă că încercările tribologice, realizate pe materialele compozite hibrid poliamidoepoxidice elaborate, au demonstrat faptul că structura poroasă a stratului superficial al semicuplei acoperite a influențat mult proprietățile tribologice, conducând la îmbunătățirea proprietăților de uzură la alunecare a îmbinărilor testate în condiții de lubrifiere cu LITOL. Astfel, pentru acest tip de lubrifiere s-a înregistrat o intensitate a modificării interstițiului dintre elementele conjugate de 1,64 ori mai mică în comparație cu a cuplelor acceptate ca variantă de bază, adică cu cuplele tribologice similare ale cărui strat aplicat este alcătuit din material compozit de aceeași constituție, dar obținut în condiții obișnuite.

BIBLIOGRAFIE

1. Marian, Gr. Contribuții teoretico-experimentale la studiul fiabilității pieselor și îmbinărilor utilajului agricol recondiționate cu compozite pe bază de polimeri: Teza de doctor habilitat în tehnică: 05.20.03. Chișinău, 2005, 252 p.
2. Sîrghii, V. Contribuții la asigurarea tehnologică a fiabilității pieselor utilajului agricol recondiționate cu aplicarea compozițiilor din mase plastic: Teza de doctor în tehnică: 05.20.03. Chișinău, 2007, 252 p.

Data prezentării articolului – 15.06.2011