

UNELE APRECIERI PRIVIND EVOLUȚIA PARAMETRILOR TRIBOLOGICI ȘI A MICROGEOMETRIEI SUPRAFETELOR, PENTRU O CUPLĂ NECONFORMĂ, ÎN PERIOADA RODAJULUI

Conf.univ.dr.ing. Anton Davidescu, U.T.C.B.

Prof.univ.dr.ing. Florin Petrescu, U.T.C.B.

Prof.univ.dr.ing. Ion David, U.T.C.B.

ABSTRACT

This paperwork presents the results of the experimental researches concerning the modifications of the microgeometry of the cylindrical surfaces (of a Timken coupling) during the running-in period. The dynamic of the roughness parameters is regarded in relation with the tribological performances of the friction coupling. At the end of this paperwork some conclusions concerning the researched aspects are evidenced.

1. CONSIDERAȚII GENERALE

Perioada uzurii inițiale a suprafețelor unei cuple de frecare - care prezintă anumite neregularități ale geometriei macro și micro- efectuată în prezența unui lubrifianț, este cunoscută și sub denumirea de **rodaj**. Ea presupune un timp relativ mic nu numai pentru adaptarea stării de suprafață a ambelor suprafețe, prin crearea unei suprafețe portante optime, ci și pentru crearea unei structuri corespunzătoare a stratului suprafeței de frecare.

După cum se arată în lucrările [1; 2], în timpul rodajului, deși efectuat în prezența unui lubrifianț, interacțiunea reciprocă a asperităților poate conduce la o rugozitate optimă, (rugozitate de echilibru) și la o stare îmbunătățită a stratului superficial care vor caracteriza suprafața de frecare în perioada de funcționare normală a cuplei de frecare respective. Atingerea unei stări de rugozitate optimă implică evident îndepărtarea unui anumit volum de material. Desigur că rodajul se efectuează cu grijă și obligatoriu în prezența unui anumit lubrifianț. Condițiile principale unui *rodaj optim* sunt: evitarea gripajului (chiar incipient), evitarea urmelor sau a degradării suprafețelor și o durată cât mai redusă. Este de fapt o perioadă de *uzură controlată* [3], care prezintă *importanță decisivă* asupra durabilității și fiabilității cuplei respective.

În lucrarea de față ne interesează rodajul controlat al suprafețelor cuplei tip TIMKEN, pentru a se asigura filmul continuu de lubrifianț, așa cum s-a mai arătat, dar și proprietăți fizico-mecanice adecvate ale stratului superficial. În condițiile unui rodaj corespunzător, controlat, microgeometria obținută la încheierea ultimei perioade a rodajului poate asigura condițiile cerute de menținere a unui film continuu de lubrifianț prin asigurarea unui regim de lubrificație EHD sau parțial EHD. Comportarea de frecare ungere și uzare din exploatare este la fel de importantă, cu toate măsurile de rodare controlată, pentru asigurarea unui regim de lubrificație adecvat.

2. PROGRAMUL DE ÎNCERCĂRI ȘI REZULTATELE EXPERIMENTALE

Programul de încercări [4], derulat cu ajutorul instalației TIMKEN, a urmărit punerea în evidență a modificărilor stării microgeometrice a epruvetelor inelare pe durata procesului de rodaj, precum și influența microgeometriei asupra parametrilor tribologici ai cuplei de frecare. De asemenea s-a

urmărit și influența procedurii tehnologice de prelucrare finală a suprafețelor active ale epruvetelor inelare, asupra comportării tribologice. În acest scop au fost utilizate cinci epruvete paralelipipedice (E1-E5) și zece epruvete inelare. Fiecare dintre epruvetele paralelipipedice au două suprafețe plane active, fabricate din OLC45-îmbunătățit, procedeul final de prelucrare al suprafețelor active fiind lepuirea. Epruvetele inelare (I1-I10) au fost fabricate din OLC45-îmbunătățit utilizându-se drept procedee tehnologice de prelucrare finală: strunjirea de finisare (I1-I4), rectificarea de degroșare (I5-I7) și rectificarea de finisare (I8-I10). Toate încercările s-au făcut în prezența lubrifiantului (ulei mineral T90EP2), cupla de frecare cilindru/plan fiind imersată în cuva cu lubrifiant; de asemenea pe durata încercărilor s-a păstrat o temperatură constantă lubrifiantului ($T=40^{\circ}\text{C}$) și a fost utilizată aceeași viteză relativă ($v=3,83\text{ m/s}$). Încercările s-au desfășurat cu două valori ale sarcinii normale F_n (50N respectiv 100N). Pe durata încercărilor s-au monitorizat parametri tribologici (forța de frecare, uzura și procentul filmului de lubrifiant) ai tribocuplelor și parametri de rugozitate ai epruvetelor inelare. Monitorizarea stării microgeometrice a fost realizată la următoarele intervale de timp: 10min., 30min. și 60min.

Parametri tribologici monitorizați pe durata rodajului au fost: uzura liniară a epruvetelor inelare (U_h [μm]), coeficientul de frecare (μ), indicele uzură-sarcină ($I_{us} = \frac{U_h}{N_c \cdot F_n}$; unde N_c este numărul de cicluri de solicitare iar F_n [N] este încărcarea normală a cuplei) și procentul filmului de lubrifiant din interstițiu.

Astfel în fig.1-3 este prezentată variația indicelui uzură-sarcină.

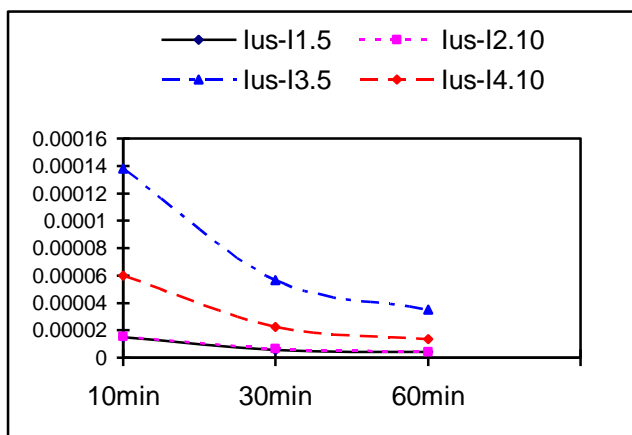


Fig.1 Variația indicelui I_{us} cu timpul pentru epruvetele strunjite

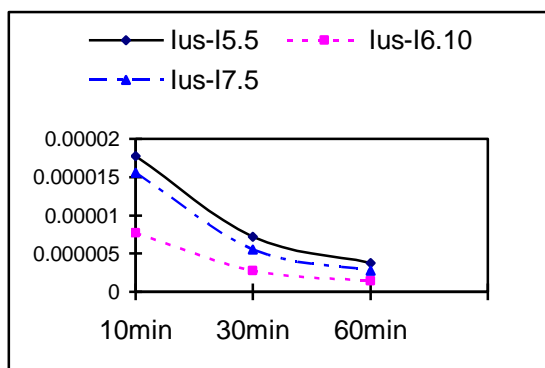


Fig.2 Variația indicelui I_{us} cu timpul pentru epruvetele rectificate de degroșare

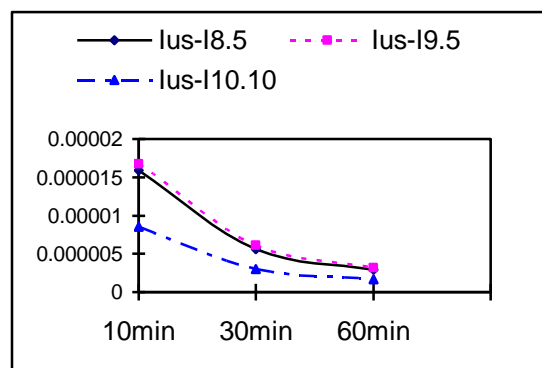


Fig.3 Variația indicelui I_{us} cu timpul pentru epruvetele rectificate de finisare

Se poate face o analiză a variației procentului filmului de lubrifiant, din interstițiul cuplei TIMKEN, în diferite etape ale rodajului. Astfel în figurile 4-6 sunt reprezentate grafic curbele de variație a procentului filmului cu timpul.

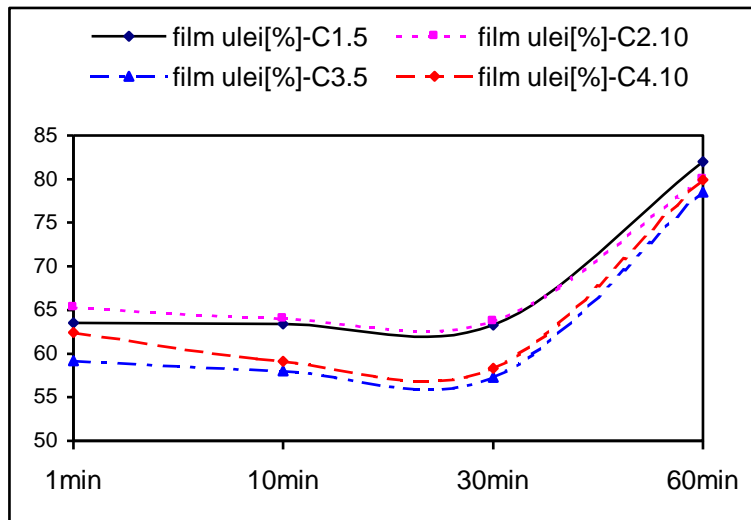


Fig.4 Variația procentului filmului de lubrifianț cu timpul pentru pentru cuplele de frecare C1.5,C2.10,C3.5,C4.10

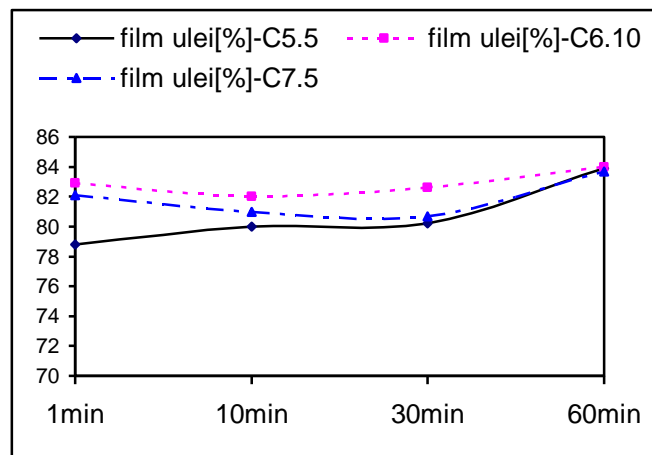


Fig.5 Variația procentului filmului de lubrifianț cu timpul pentru pentru cuplele de frecare C5.5,C6.10,C7.5

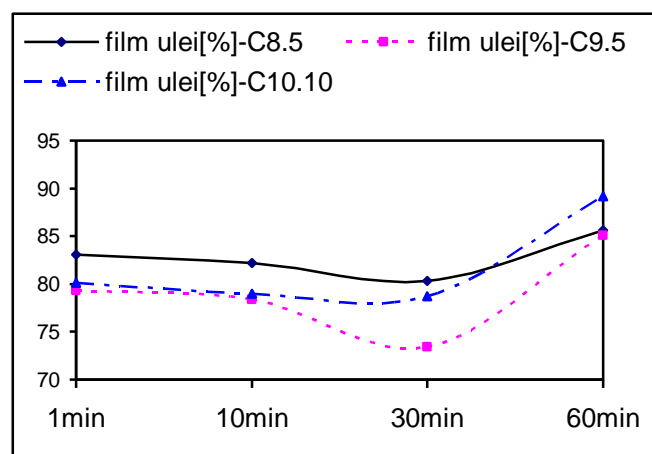


Fig.6 Variația procentului filmului de lubrifianț cu timpul pentru pentru cuplele de frecare C8.5,C9.5,C10.10

Evaluarea parametrilor de rugozitate a epruvetelor inelare s-a făcut cu ajutorul unui lanț de măsurare analogo-digital la Institutul de Mecanica Solidelor al Academiei Române. Astfel au fost obținute: profilogramele digitale, curbele de portanță Abbott-Firststone, distribuția înălțimilor

asperităților, înălțimea maximă a rugozităților (R_y), înălțimea medie a rugozităților (R_z), abaterea medie aritmetică a rugozităților (R_a), abaterea medie pătratică a rugozităților (R_q) și factorul de skewness (R_{sk}). Printr-o metodă originală [5], digitalo-analitică, am determinat raza medie (r) și unghiul mediu (β) la vârful microasperităților, precum și parametri curbei de portanță (b și v).

În fig. 7-12 sunt prezentate variațiile parametrilor de rugozitate R_a și R_{sk} . În fig. 13 și 14 sunt prezentate grafic modificările suferite de r și β pentru epruvetele obținut prin rectificarea de finisare.

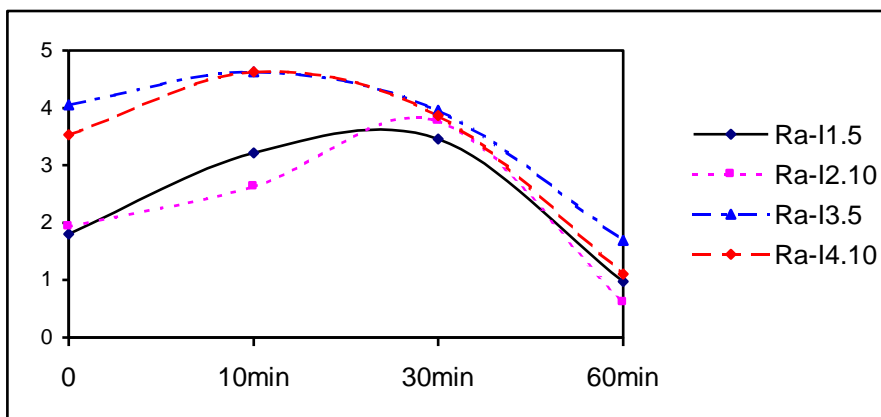


Fig.7 Variația lui R_a pe durata rodajului pentru epruvetele strunjite

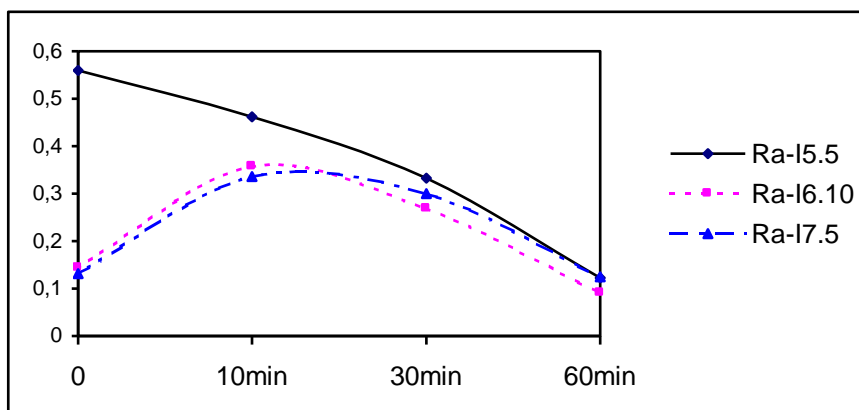


Fig.8 Variația lui R_a pe durata rodajului pentru epruvetele rectificate de degroșare

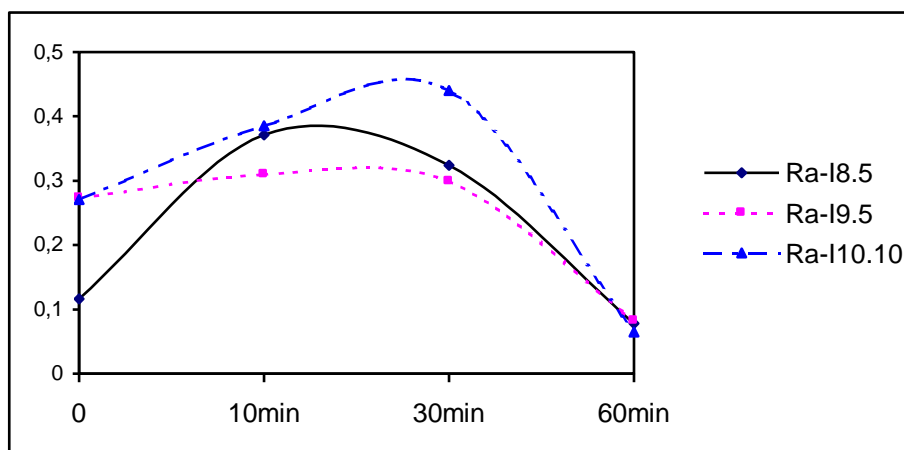


Fig.9 Variația lui R_a pe durata rodajului pentru epruvetele rectificate de finisare

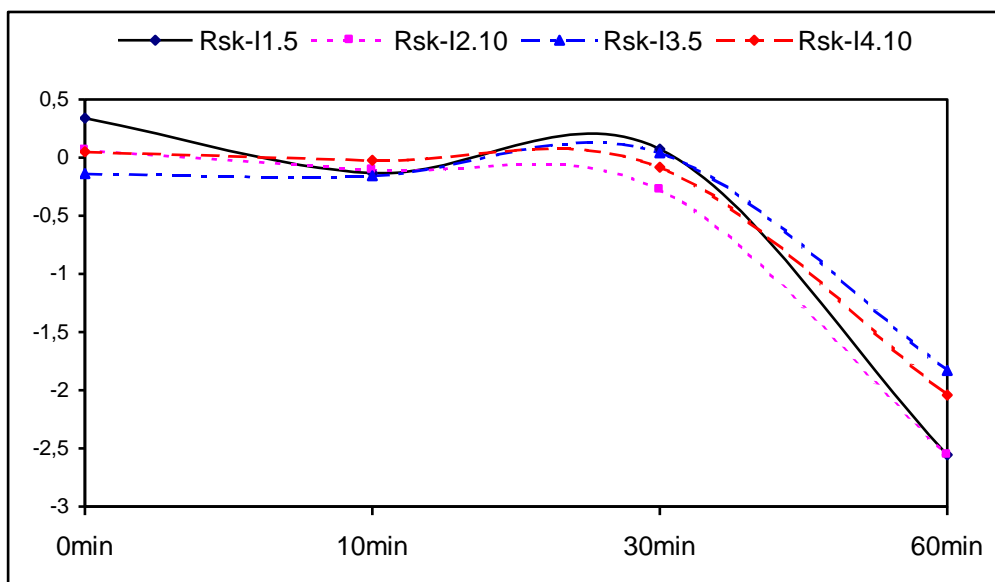


Fig.10 Variația parametrului R_{sk} în tipul rodajului pentru epruvetele strunjite

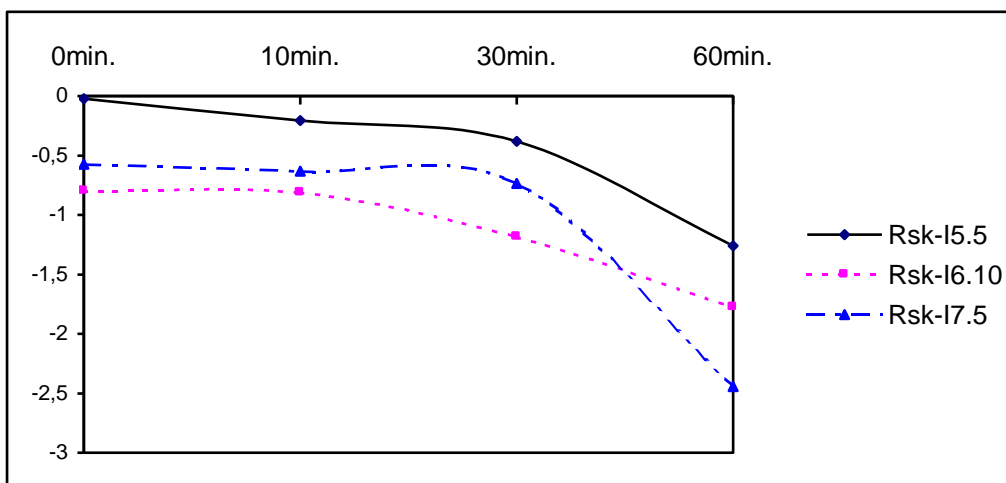


Fig.11 Variația parametrului R_{sk} în tipul rodajului pentru epruvetele rectificcate de degroșare

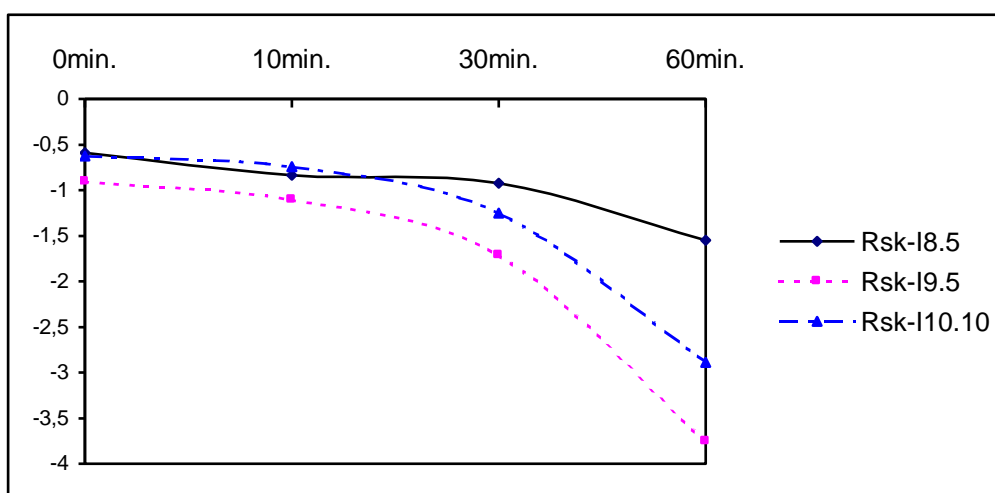


Fig.12 Variația parametrului R_{sk} în tipul rodajului pentru epruvetele rectificcate de finisare

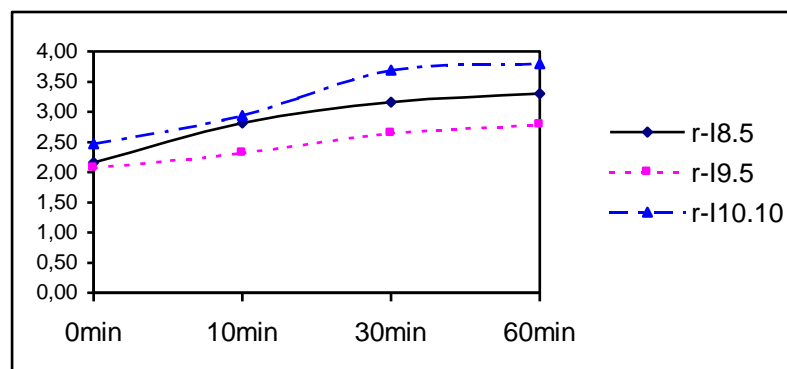


Fig.13 Variația razei la vârf (r) pe durata rodajului pentru epruvetele rectificcate de finisare

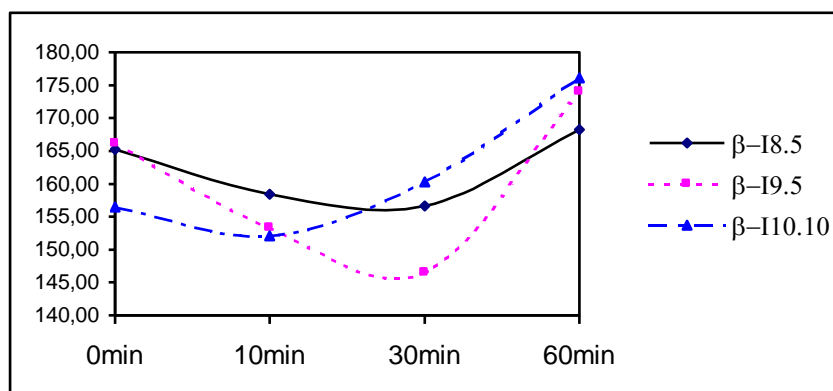


Fig.14 Variația unghiului la vârf (β) pe durata rodajului pentru epruvetele rectificcate de finisare

3. CONCLUZII

- Evaluarea încheierii perioadei de rodaj se poate face prin monitorizarea procentului filmului de lubrifianț (v. fig.4-6); urmărind acest parametru tribologic se poate observa că cea mai bună comportare a manifestat-o cupla C10.10;
- O comportare interesantă o are factorul de skewness (R_{sk}); valorile negative ale acestuia indică o asimetrie a profilului microgeometric sub linia medie, fapt ce conduce la creșterea ariei reale de contact, rezultând o bună portanță a suprafeței; toate epruvetele manifestă o tendință puternic descrescătoare a parametrului R_{sk} în al doilea interval de timp, în final obținându-se valori negative (<-2) indicând astfel încheierea perioadei de rodaj;
- Variația razei medii la vârful microasperităților a fost mereu ascendentă pentru toate epruvetele; valoarea cea mai mare a fost obținută pentru epruveta I1.5.60 ($r=24,6\mu\text{m}$) la sfârșitul rodajului, dar care nu a avut comportarea tribologică cea mai bună; deci se poate concluziona că valoarea razei nu poate fi un parametru de apreciere a comportării la frecare a unei suprafețe rugoase;
- Unghiul mediu la vârful microasperităților (β) suferă o micșorare a valorii în primul interval al perioadei de rodaj, după care are o evoluție ascendentă în final atingând valori mai mari decât cele inițiale cu maximum 20%; valoarea cea mai mare o capătă epruveta I.10.60 ($\beta=176^\circ$), epruvetă ce a manifestat și cea mai bună comportare tribologică; se poate concluziona că acest parametru (β) poate fi utilizat ca indicator al comportării la frecare;

BIBLIOGRAFIE

[1] Tudor, A.- Câteva aspecte privind modificarea microgeometriei suprafețelor de frecare în perioada de rodaj, TRIBOTEHNICA '80, Vol. IV, I.P.B., 1980, p. 1115 – 1118.

[2] Tudor, A.- Frecarea și uzarea materialelor, Editura BREN, București, 2002.

[3] Davidescu, A., Tudor, A.- Sinteză privind procesul de rodaj- fenomen de uzare controlat, Buletinul științific al UTCB, nr.4, 1998, p. 18-22.

[4] Davidescu, A.- Contribuții asupra interdependenței dintre calitatea suprafețelor și performanțele tribologice ale cuplelor neconforme cu alunecare, Teză de doctorat, Universitatea "Politehnica" București, 2003.

[5] Davidescu, A.- Metodă originală utilizată la determinarea experimentală a parametrilor curbei Abbott-Firstone, a razei medii la vârf și a pantei microasperităților, pentru suprafețele tribocuplelor, Al VIII-lea Simpozion Național de Utilaje pentru Construcții, București, 12-13 decembrie 2002, pag. 53-58.