

ASPECTE TEORETICE ȘI EXPERIMENTALE PRIVIND ALUNECAREA CU INTERMITENȚE

Prof. univ. dr. ing. Florin Nicolae PETRESCU , U.T.C.B. – Facultatea de Utilaj tehnologic
Conf. univ. dr. ing. Anton DAVIDESCU , U.T.C.B. – Facultatea de Utilaj tehnologic
Prep. Ing. Aristia - Ioana POPOVICI , U.T.C.B. – Facultatea de Utilaj Tehnologic

ABSTRACT

The paper highlights the dependence parameters intermittently sliding motion with the nature of materials in contact and the characteristics of lubricants.

Mișcarea intermitentă a două suprafețe în contact, caracterizată de alternanța perioadelor de alunecare și oprire este denumită alunecare cu intermitențe (denumire standardizată). De asemenea acest proces specific de frecare mai este cunoscut și sub denumirile: “stick-slip” (lipire-alunecare) sau “alunecare sacadată”.

Mișcarea cu intermitențe este caracteristică unor cuple ca: ghidaje caracteristice ascensoarelor, preselor, mașinilor unelte și frâne, ambreiaje etc. la care mișcarea de alunecare se realizează cu viteză redusă (0,18...180 [mm/min]), viteză considerată critică.

O altă condiție de producere a mișcării de alunecare cu intermitențe este existența proceselor de frecare uscată, limită sau mixtă pe suprafețele de contact.

Variația în timp a forței de frecare (coeficient de frecare) caracteristică alunecării cu intermitențe este redată în fig. 1.

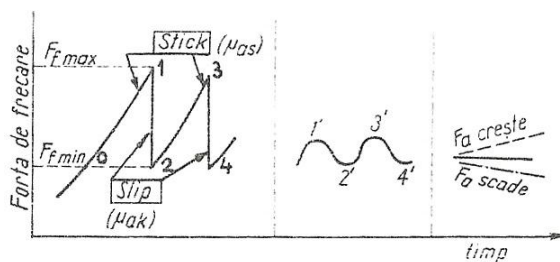


Fig. 1

Se constată, de asemenea, influența vitezei asupra procesului. La valori ale vitezei de alunecare superioare vitezei critice de stick-slip apare alunecarea cu autovibrații, care se caracterizează prin amplitudini mai mici, valori mai reduse ale forței de frecare și treceri într-un timp relativ mai mare de la valorile maxime la valorile minime ale forței de frecare. În sfârșit, la viteze de alunecare mari alunecarea practic nu mai prezintă sacadări, forța de frecare devine constantă crescătoare sau descrescătoare.

Alunecarea cu intermitențe este consecința fenomenului de aderență la nivelul asperităților suprafețelor în contact și respectiv de formare și forfecare a

microjuncțiunilor sudate. Acesta explică variația forței de frecare și implicit a coeficientului de frecare (fig.1).

În cazul cuplelor menționate, caracterizate printr-un regim termic al suprafețelor de frecare, relativ normal, contactul direct al asperităților și deformarea lor plastică este consecința distrugerii peliculei de lubrifianț. Microjuncțiunile sunt, în aceste condiții, suduri la rece, forfecarea acestora făcându-se la tensiuni de forfecare relativ mari.

MODELAREA PROCESULUI DE ALUNECARE CU INTERMITENȚE

Pentru studiul fenomenului de alunecare cu intermitențe se utilizează cuplele de frecare cu contact punctiform, linear, cilindric sau plan. În fig. 2 este prezentată schema de principiu a unei instalații de modelare a mișcării de alunecare cu intermitențe.

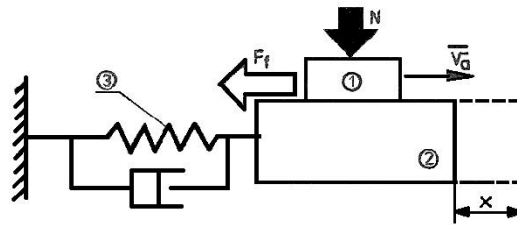


Fig. 2

Două elemente în contact plan (1 – epruveta mobilă și 2 – epruveta suport) constituie în acest caz cupla de frecare. Epruveta suport este în legătură cu un sistem elastic (3) care poate influența apariția sau amortizarea sacadării și care este folosit la măsurarea tensiometrică a amplitudinii alunecării sacadate.

Se aplică cuplei de frecare încărcarea N și epruvetei 1 o viteză constantă v_a .

Cuplele sunt inițial în repaos ($v_a = 0$); după un anumit timp încărcarea va produce la suprafața de contact o forță de frecare statică:

$$F_s = \mu_{as} \cdot N \quad (1)$$

În prezența acestei forțe se constată că în perioada $t_0 - t_1$ (fig. 1) ambele elemente (1,2), lipite, sub influența forțelor de adeziune moleculară, a microjuncțiunilor sudate la rece, se deplasează, împreună, cu viteza v_a impusă de sistemul de antrenare. Simultan resortul (3) este deformat în direcția mișcării, săgeata x_1 [mm] fiind direct proporțională cu forța de frecare F_s și invers proporțională cu rigiditatea K :

$$x_1 = \mu_{as} \cdot \frac{N}{K} \quad (2)$$

Acțiunii forței F_s i se opune deci forța F_r dezvoltată în resort. În momentul t_1 când forța F_r depășește valoarea forței de frecare:

$$F_r = K \cdot x_1 > F_s \quad (3)$$

epruveta suport (2) se desprinde, deplasându-se în sens contrar vectorului v . Are loc ruperea adeziunilor, microjuncțiunilor sudate. Deci t_1 marchează momentul începerii

faze a doua a fenomenului – alunecarea, care se desfășoară cu viteze mult mai mari, $v_{s1} \geq (25 \dots 200) \cdot v_a$. Când viteza relativă între cele două suprafețe devine zero (momentul t_2), cupla de frecare efectuează o nouă perioadă de lipire $t_2 - t_3$, procesul continuând.

Ordonata punctului 3 este mai mică decât precedenta deoarece forța de frecare statică este dependentă de timpul de repaus (contact static). Amplitudinea fenomenului devine constantă, după consumarea câtorva cicluri lipire-dezlipire.

STUDIUL VARIAȚIEI FORȚEI DE FRECARĂ

Instalația experimentală utilizată pentru studiul mișcării de alunecare cu intermitențe, realizată pe baza schemei de modelare a fenomenului este prezentată în figurile 3,4,5,6 și 7.

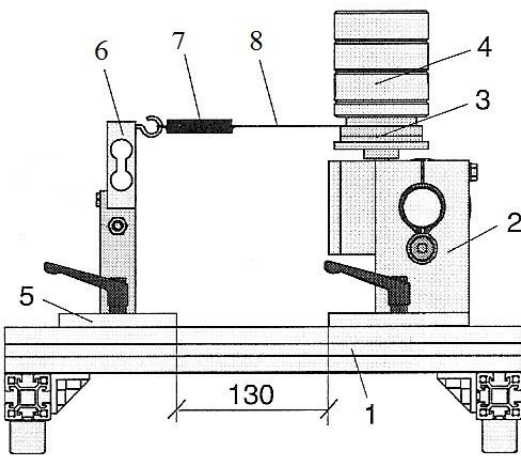


Fig. 3

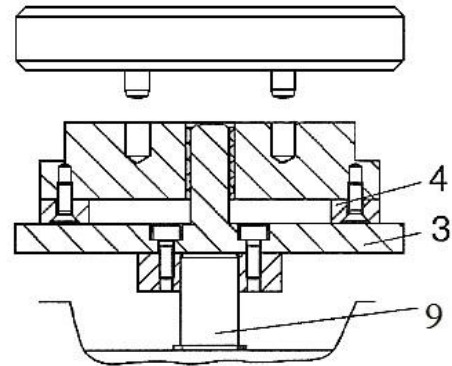


Fig. 4

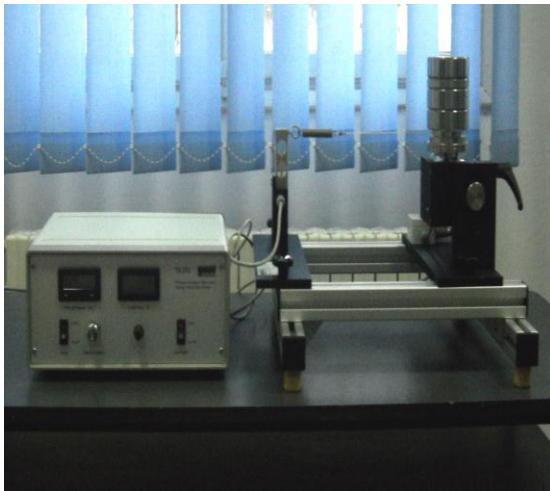


Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7

Alunecarea cu intermitențe localizată la contactul inelului conducător 3 cu inelul condus 4 este studiată în funcție de factorii de influență specifici: viteză, sarcină, vâscozitate, rugozitate și natura materialelor.

Inelul conducător este antrenat în mișcare de rotație de axul de ieșire 9 al reductorului sistemului de antrenare 2.

În contact cu inelul 3 se află inelul condus 4 parte integrantă a sistemului de încărcare. Așadar cele două inele au o mișcare relativă de rotație.

Inelul conducător este legat mecanic, prin cablul 8 cu arcul elicoidal 7, care la rândul lui este legat de traductorul de forță 6.

Forța de frecare la contactul celor două inele este măsurată tensometric în funcție de factorii de influență ai mișcării de alunecare cu intermitențe.

Inelul condus poate fi realizat din diferite materiale.

Contactul inelului conducător și condus poate fi uscat sau lubrifiat.

Instalația prezentată, conectată la aparate care măsoară electric forța de frecare, oferă date asupra variației procesului de frecare caracteristic alunecării cu intermitențe.

DETERMINĂRI EXPERIMENTALE

Cu ajutorul instalației prezentate s-a determinat forța de frecare critică caracteristică momentului forfecării microjuncțiunilor sudate, respectiv începerii perioadei de alunecare:

$$F_H = G \cdot \mu_0 \quad (4)$$

unde, G – încărcarea;

μ_0 – coeficientul de frecare critic .

S-au analizat cazurile a două uleiuri aditivat TIN 25 EP și TIN 125 EP în prezența a trei materiale: oțel, bronz și plastic.

Coeficientul de frecare μ_0 , pentru 8 valori ale încărcării și combinații de material-lubrifiant, a fost determinat experimental, valorile fiind înscrise în tabelul 1 și fig. 8 și 9.

Tabelul 1

Nr. Crt.	Încărcarea G [N]	Coeficient de frecare critic μ_0					
		OȚEL		BRONZ		PLASTIC	
		TIN 25EP*	TIN 125EP**	TIN 25EP	TIN 125EP	TIN 25EP	TIN 125EP
1	5	0,11	0,09	0,10	0,08	0,08	0,06
2	10	0,13	0,11	0,11	0,09	0,08	0,06
3	15	0,14	0,13	0,12	0,09	0,10	0,08
4	20	0,18	0,15	0,15	0,11	0,12	0,09
5	25	0,21	0,16	0,18	0,12	0,14	0,10
6	30	0,25	0,16	0,21	0,14	0,17	0,12
7	35	0,28	0,18	0,24	0,15	0,19	0,14
8	40	0,31	0,23	0,27	0,20	0,21	0,18

* - TIN 25 EP – $v_{50} = 21 \dots 26$ cst

** - TIN 125EP – $v_{50} = 125 \dots 140$ cst

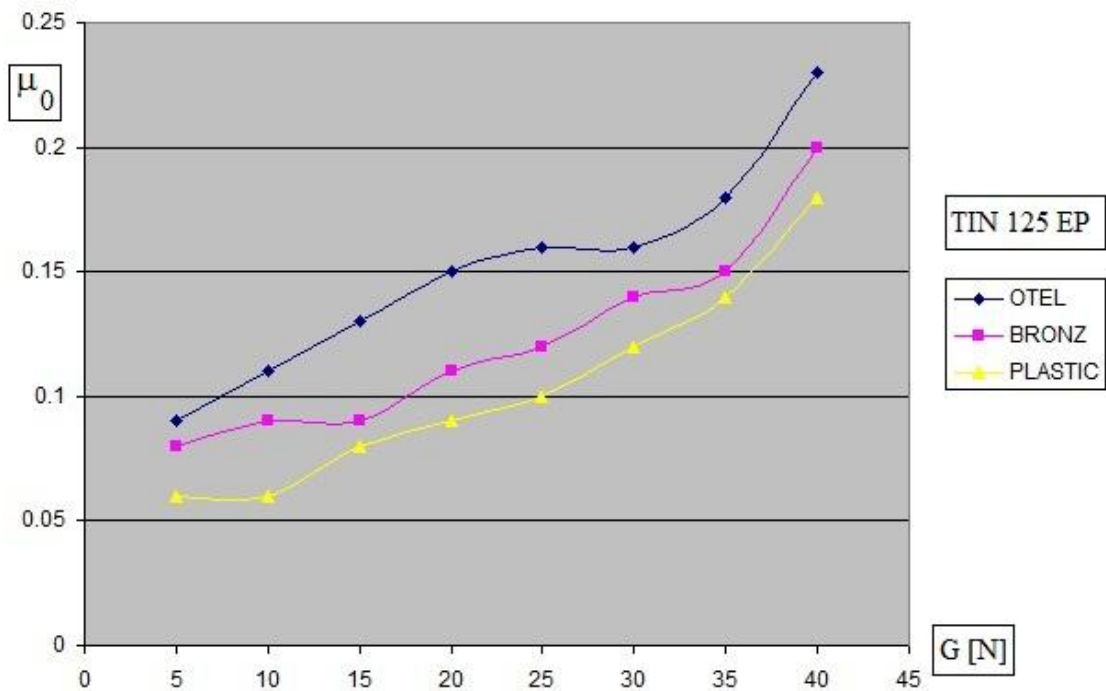


Fig. 8

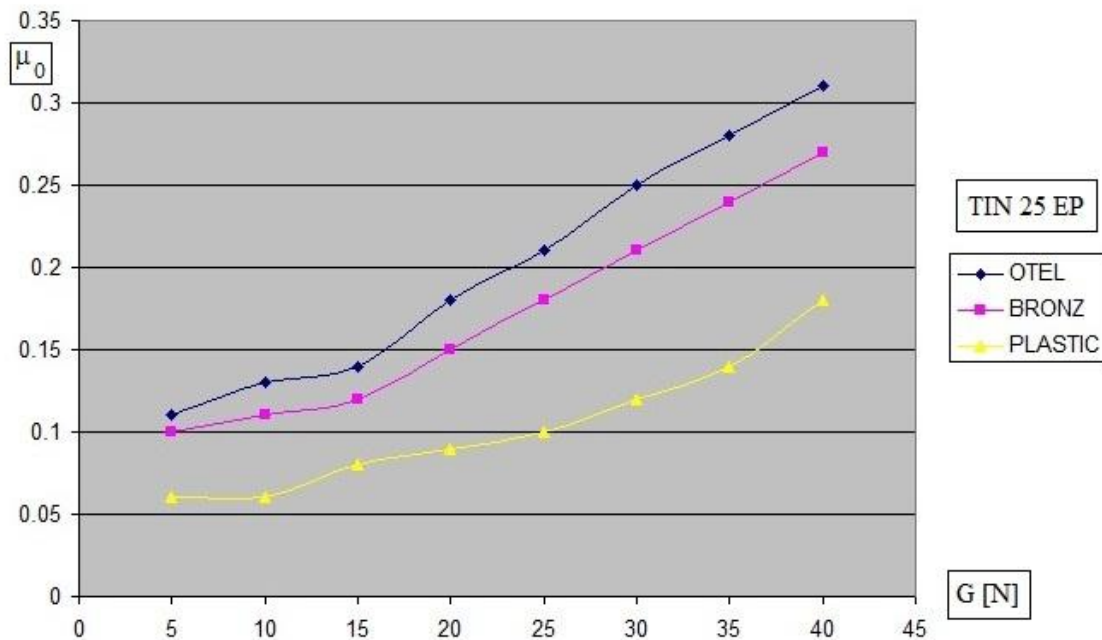


Fig. 9

CONCLUZII

- Evoluția fenomenului de alunecare cu intermitențe este influențată de mai mulți factori: viteză, rugozitate, încărcare, vâscozitatea lubrifianului și natura materialelor;
- Amplitudinea mișcării de alunecare cu intermitențe crește cu reducerea vâscozității și creșterea încărcării;
- Coeficientul de frecare critic μ_0 crește cu încărcarea și cu reducerea vâscozității;
- Materialele antifricțiune (bronz, plastic) sunt o soluție pentru reducerea forței de frecare și chiar amortizarea fenomenului de alunecare cu intermitențe.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Petrescu, F.N. – TRIBOLOGIE, Institutul de Construcții București, București, 1986
- [2] Instructions Manual – TM260.04 – Experimental Module Slip Stick and Friction Vibration – Gunt, Hamburg, Germany, 09/99