



A XVI-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2016

REZULTATE PRELIMINARE PRIVIND STABILIREA EXPERIMENTALĂ A MĂRIMII COEFICIENTULUI DE FRECARE LA ROSTOGOLIRE

Ioan SZÁVA, Holger HOȚA, Sorin VLASE, Pál Botond GÁLFI,
Péter DANI, Ildikó-Renata SZÁVA, Gabriel POPA

PRELIMINARY RESULTS CONCERNING ON EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE ROLLING FRICTION COEFFICIENT

The authors, in their preliminary investigations [xxxx], conceived an original testing bench, in order to establish the magnitude of the rolling friction coefficient.

Involving the mentioned testing bench, the authors started to perform some preliminary experimental investigations in several tribo-couples, foreseen with thin plastic cover layer.

In the described investigations, the authors offer useful correlations between the thickness of the layers and the magnitude of the rolling friction coefficient.

Their next topic will consist in combining different tribo-couples, having covered and uncovered elements, in order to diminish as soon as possible the magnitude of the rolling friction coefficient.

One has to underline the fact that the proposed original methodology will represent in the next period a high-accuracy approach in the evaluation of the rolling friction coefficient, corresponding to different pairs of elements, which constitute the tribo-couple.

Keywords: rolling friction coefficient, experimental evaluation, original testing bench

Cuvinte cheie: coeficient de frecare la rostogolire, investigații experimentale, stand original pentru teste

1. Introducere

Problema efectuării unor investigații experimentale cât mai precise, destinate obținerii mărimii coeficientului frecării la rostogolire este de mare actualitate.

Să ne gândim numai la elementele de rostogolire utilizate în cazul rulmenților axiali cu funcționare intermitentă, unde mărimea acestui coeficient de rostogolire condiționează funcționarea lină și eficientă a întregului ansamblu.

Din literatură sunt cunoscuți factorii principali, care influențează în mod decisiv mărimea coeficientului frecării la rostogolire, cum ar fi:

- Proprietățile elastice ale materialelor;
- Rugozitatea elementelor conjugate în zone de contact;
- Curbura și deformabilitatea suprafețelor aflate în contact, precum și
- Mărimea forței de apăsare aplicate.

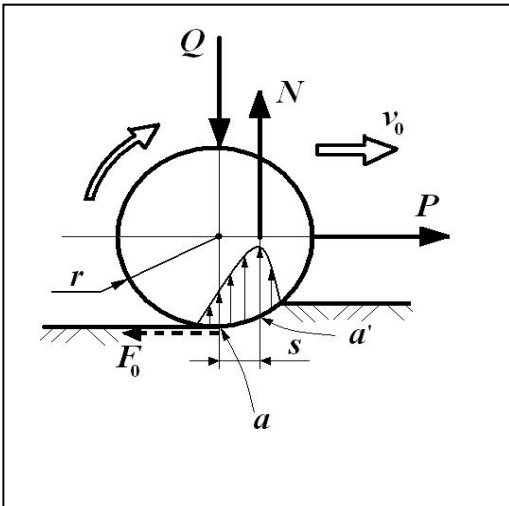


Fig.1 Modelul de calcul utilizat în tehnică [6, 7, 8]

Corelația dintre forța verticală aplicată Q , forța orizontală P necesară scoaterii din echilibru al rolei, respectiv învingerii momentului rezistent de frecare $N \cdot s$, precum și a forței de reacțiune N deplasată în fața rolei cu mărimea/distanța s , care este definită drept coeficientului frecării la rostogolire, este oferită sumar în figura 1.

Din Teoria Elasticității este demonstrat faptul că, datorită deformabilității corpurilor conjugate, mai cu seamă a suprafeței plane, pe care rola se rostogolește, forța de reacțiune N (care de fapt reprezintă rezultanta tuturor forțelor elementare de reacțiune) este deplasată în avans în direcția mișcării v_0 cu distanța s .

Autorii, în cadrul investigațiilor anterioare, au conceput un stand original, redat în figura 2, care a fost prezentat în mod amănunțit în cadrul lucrărilor [4, 5].

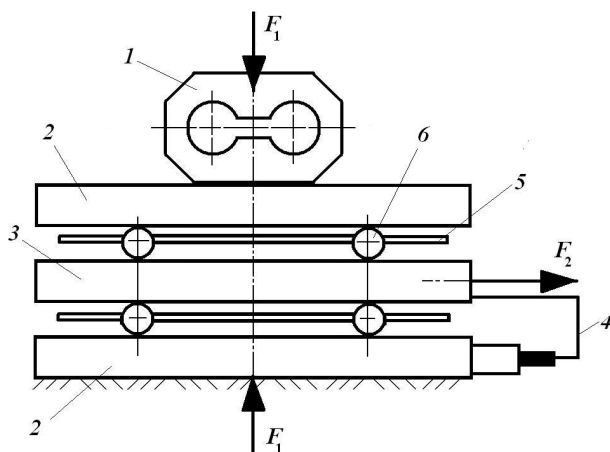


Fig. 2 Schema de principiu a standului original [4, 5]

În principiu, standul prezintă următoarele elemente de bază: cele patru role cilindrice **6** (aici: cu diametru de 12 mm și lungime de 50 mm) sunt poziționate prin intermediul unor colivii de Aluminiu **5**, între plăcile de oțel exterioare **2** și una intermediară **3**, având lungimile de 300 mm , lățime de 70 mm și grosime de 10 mm .

Elementele conjugate pot prezenta rugozități și acoperiri identice sau diferite. În cazul de față, au fost utilizate elemente acoperite cu straturi subțiri de material plastic dur.

Acest subansamblu se așează între bacurile unei mașini universale de tracțiune-compresiune, utilizând cele aferente solicitării de compresiune.

Forța de apăsare F_1 (corespunzătoare forței Q din figura 1) este monitorizată de către traductorul electro-tensometric octogonal de forță **1**, pe când aceea orizontală F_2 (corespunzătoare forței P din figura 1), de scoatere din poziția de echilibru, prin intermediul unui alt traductor inelar electro-tensometric (ne-reprezentat în figură).

Momentul pornirii plăcii intermediare (deci a învingerii rezistenței la rulare) este urmărit/monitorizat de către traductorul inductiv original **4**, având precizia de $1 \mu m$.

Un sistem original de acționare prin intermediul unui motor electric (deci, de aplicare al unor forțe orizontale F_2 cu senzuri alternative, necesară producerii unei mișcări du-te-vino), comandat electronic, asigură automatizarea procesului și totodată monitorizarea numărului ciclurilor întregi de mișcare du-te-vino.

Datorită geometriei sus-menționate, roțile vor efectua rostogoliri în ambele direcții de aproximativ 1,5 ori mărimea circumferinței lor.

2. Aspecte privind calculul analitic al coeficientului frecării la rostogolire

Pornind de la schema standului redată în figura 2, autorii au elaborat un model analitic generalizat, redat în figura 3.

În acest model generalizat au fost considerate valori distincte pentru toți coeficienții de frecare (s', s'_1, s, s_1); pentru toate forțele, care solicită cilindrii (Q_1, Q_2, Q'_1, Q'_2) datorită forței verticale Q' ; pentru toate forțele de frecare din mișcarea de alunecare (S_1, S_2, S'_1, S'_2), pentru toate momentele rezistente la rostogolire ($M_{f1}, M_{f2}, M'_{f1}, M'_{f2}$), precum și pentru cele normale de reacțiune (N_1, N_2, N'_1, N'_2). De asemenea, au fost considerate

greutăți identice G pentru toți cilindri, iar prin Q_0 s-a notat greutatea plăcii intermediare.

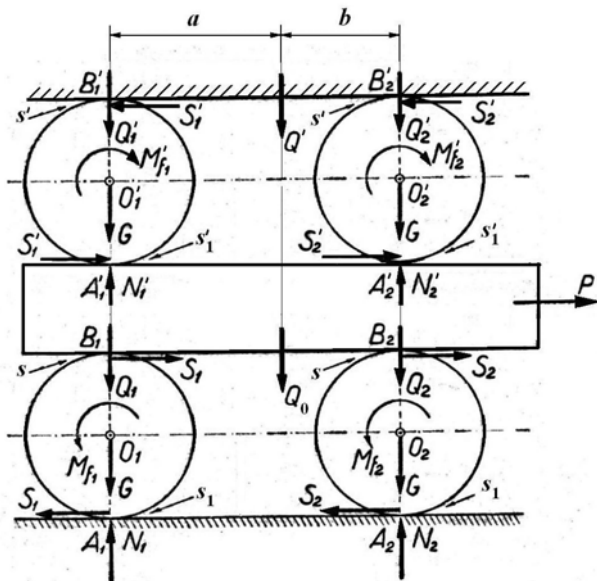


Fig. 3 Modelul de calcul analitic generalizat [4, 5]

Prin scrierea condiției de echilibru a plăcii intermediare, rezultă în urma calculului relația:

$$s'_1 \cdot (Q' + 2 \cdot G) + s' \cdot Q' + s_1 \cdot (Q' + Q_0 + 4 \cdot G) + s \cdot (Q' + Q_0 + 2 \cdot G) = 2 \cdot r \cdot P. \tag{1}$$

Dacă se acceptă condiții identice de frecare ($s'_1 = s_1 = s' = s$), atunci, din această relație (1), în final se va obține expresia coeficientului frecării la rostogolire:

$$s = \frac{2 \cdot r \cdot P}{(Q' + 2 \cdot G) + Q' + (Q' + Q_0 + 4 \cdot G) + (Q' + Q_0 + 2 \cdot G)} = \frac{P}{2 \cdot Q' + Q_0 + 4 \cdot G} \cdot r. \quad (2)$$

Dacă, în mod suplimentar se vor neglija și greutatea G ale rolor, precum și aceea Q_0 a plăcii intermediare, va rezulta o relație deosebit de simplă:

$$s = \frac{P}{Q'} \cdot \frac{r}{2}. \quad (3)$$

Evident, în funcție de precizia impusă, se va utiliza relația adecvată. Trebuie menționat faptul că, aceste greutăți au fost: $Q_0 = 15,46 \text{ N}$; $G = 0,43 \text{ N}$, $Q'_{\min} = 250 \text{ N}$; în consecință, în calculele uzuale ele se pot neglija.

3. Rezultate preliminare privind tribo-cuplele acoperite cu material plastic dur

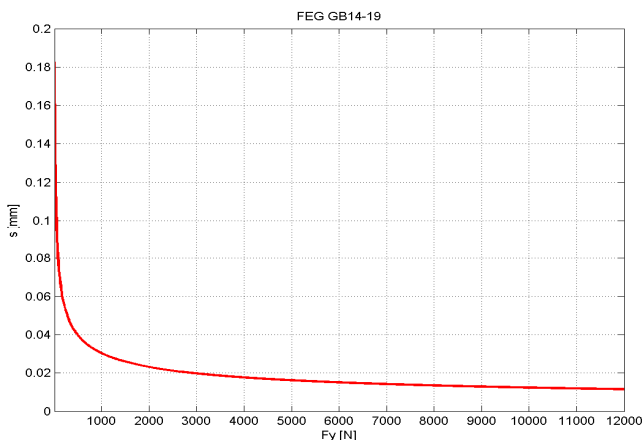


Fig. 4 Cazul plăcilor cu acoperire cu material plastic dur de 31 *microni* grosime, combinată cu role, având acoperire cu material plastic dur de 14-19 *microni*

În acest sens, drept ilustrare a eficienței metodologiei și standului original, în figurile 4, 5 și 6 sunt oferite diagramele de variație ale mărimii coeficientului frecării la rostogolire s , corespunzătoare unor grosimi diferite de acoperiri (menționate în figuri).

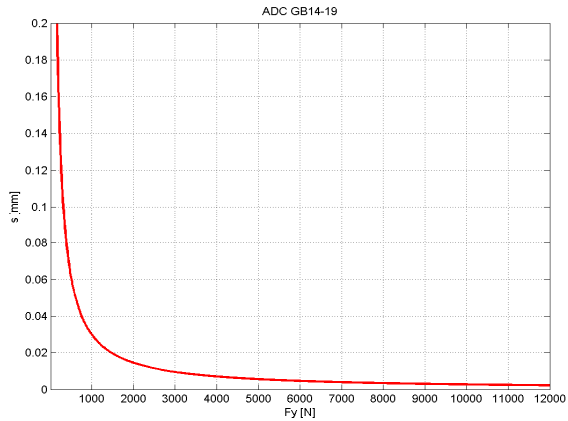


Fig. 5 Cazul plăcilor cu acoperire cu material plastic dur de 52 *microni* grosime, combinată cu role, având acoperire cu material plastic dur de 14-19 *microni*

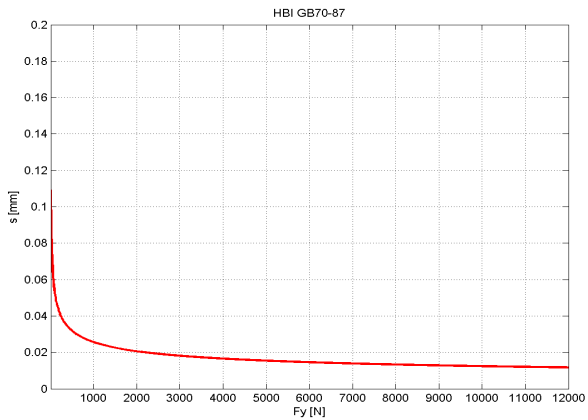


Fig. 6 Cazul plăcilor cu acoperire cu material plastic dur de 115 *microni* grosime, combinată cu role, având acoperire cu material plastic dur de 70-87 μm

Forța verticală aplicată este F_y , iar coeficientul frecării la rostogolire s [mm].

4. Concluzii

Autorii, pe baza rezultatelor obținute (unele ne-menționate în prezenta lucrare), au putut trage o serie de concluzii utile celor din domeniu, cum ar fi:

- creșterea valorii lui s odată cu creșterea grosimii acoperirii rolelor, la aceeași duritate a plăcilor;
- creșterea valorii lui s odată cu creșterea grosimii acoperirii plăcilor, la aceeași grosime a acoperirii rolelor;
- creșterea valorii lui s odată cu creșterea duriții rolelor, la plăci, prezentând aceeași grosime a acoperirii cu material plastic dur;
- efectul benefic al existenței unei acoperiri subțiri a rolelor, asupra reducerii mărimii lui s , în cazul rulării acestora pe plăci, având duritate din ce în ce mai mare;
- tendința de creștere a mărimii lui s , odată cu creșterea grosimii acoperirii plăcilor, la aceeași grosime a acoperirii rolelor.

Ținând seama de rezultatele obținute, autorii, într-un viitor apropiat intenționează să extindă investigațiile și asupra unor combinații de elemente acoperite și neacoperite, în vederea optimizării calității acestor tribo-cuple.

Totodată, calitățile standului original vor putea servi la obținerea unor rezultate utile industriei autohtone, dar și la întocmirea unor baze de date utile celor din proiectare-cercetare.

Mulțumiri:

Realizarea acestei contribuții a fost finanțată de Programul Operațional Sectorial de Dezvoltare a Resurselor Umane (SOP HRD), ID-134378, respectiv ID-137070, finanțate de către Fondul Social European și Guvernul României.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Balekics, M., *Tribologie – Frecarea*, Cluj-Napoca, Editura Toderco, 2000.
- [2] Bobancu, Ș., Cozma, R., *Tribologie, Frezare-Ungere-Uzare*, Editura Universității Transilvania din Brașov, 1995.
- [3] Czichos, H., *Tribologie Handbuch*, Vieweg Verlag, Braunschweig/Wiesbaden, 1992.
- [4] Hoța, H., Bobancu, Ș., Dani, P., Gálfi, B., Munteanu, I.R., Száva, I., *New testing bench for the rolling friction coefficient's evaluation*, vol. 4 (August), 2015 Acta Technica Corviniensis, - Bulletin of Engineering, e-ISSN: 2067 - 3809 (online), <http://acta.fih.upt.ro>
- [5] Hoța, H., *Ph.D thesis*, Transylvania University of Brașov, Romania, 2015.
- [6] Johnson, K.L., *Contact Mechanics*, Cambridge University Press, 1985.
- [7] Pavelescu, D., *Concepții noi, calcul și aplicații în frecarea și uzarea solidelor deformabile*, București, Editura Academiei, 1971.
- [8] Pavelescu, D., Mușat, M., Tudor, A., *Tribologie*, București, Editura Didactică și Pedagogică, 1977.

Prof.Dr.Ing. Ioan SZÁVA, Departamentul de Inginerie Mecanică,
Universitatea "Transilvania" din Brașov,
membru AGIR
e-mail: janoska@clicknet.ro

Dr.Ing. Holger HOȚA, Compania Wittronic, Germania, reprezentanță Jimbolia
holger.hota.ro@wittronic.de

Prof.Dr.Ing. Mat. Sorin VLASE, Departamentul de Inginerie Mecanică,
Universitatea "Transilvania" din Braşov, membru AGIR
e-mail: svlase@unitbv.ro

Dr.Ing. Pál Botond GÁLFI, şef laborator,
SC Autoliv Braşov, membru AGIR
e-mail: bgalfi@yahoo.com

Dr.Ing. Péter DANI, Departamentul de Inginerie Mecanică,
Universitatea "Transilvania" din Braşov,
bv55danip@yahoo.com

Drd.Ing. Ildikó-Renata SZÁVA,
e-mail: ildiko.munteanu@unitbv.ro

student Gabriel POPA,
Universitatea "Transilvania" din Braşov,
gabrielpopa1994@gmail.com