

IMPORTANȚA TEMPERATURII LA CONTACTUL LINEAR USCAT ÎNTRE O SUPRAFAȚĂ METALICĂ ȘI POLIMERII ARMAȚI CU FIBRE DE STICLĂ

THE IMPORTANCE OF TEMPERATURE TO DRY LINEAR CONTACT BETWEEN A METAL SURFACE AND POLYMERS ARMED WITH GLASS FIBERS

Dorin RUS

Technical University of Civil Engineering Bucharest,
Address: 124 Lacul Tei Boulevard, Bucharest 020396, Romania
corresponding author ; E-mail: rusdorin@gmail.com

Rezumat: În acest articol am făcut o prezentare calitativă bazată pe date experimentale, determinând evoluția coeficientului de frecare, temperatura de contact și uzarea suprafeței metalice. Aceste determinări au fost făcute în cazul unui contact linear uscat între un polimer compozit termoplastice armat cu fibre de sticlă și diferite suprafețe metalice. A fost măsurată temperatura de contact în timpul transferului de material termoplastice în funcție de cantitatea de fibre de sticlă conținută de polimerul compozit. Au fost înregistrate viteza de alunecare și sarcina normală. A fost studiată natura uzării pentru evoluția în timp a tribosistemului.

Cuvinte-cheie: transferul de material plastic, coeficientul de frecare, uzarea suprafeței metalice, compozit termoplastice, viteza de alunecare.

Abstract: In this article I made a qualitative presentation based on experimental data, determining the evolution of friction coefficient, contact temperature and wear of the metal surface. These determinations were made in the case of dry linear contact between a thermoplastic composite polymer reinforced with glass fibers and various metal surfaces. The contact temperature was measured during the transfer of thermoplastic material according to the amount of glass fibers contained in the composite polymer. The sliding speed and normal load were recorded. The nature of wear and tear has been studied for the evolution of the tribosystem in time.

Key-words: plastic transfer, coefficient of friction, metal surface wear, thermoplastic composite, slip speed

1. INTRODUCERE

Materialele compozite termoplastice au o componentă de rezistență la compresiune concomitant cu adăugarea de fibre de sticlă care dau duritate întregului material. În acest mod eforturile mecanice se pot transmite prin intermediul fibrelor de sticlă. Fibrele de sticlă conțin oxizi de metal care duc la creșterea proprietăților mecanice, în speță la creșterea modului de elasticitate. Toate fibrele conțin Na acest lucru face ca fibrele să aibă afinitate la umiditate. Masa

de polimer termoplastice previne această tendință a fibrelor de a avea afinitate față de apă. Uneori această afinitate duce la pierderea unor proprietăți mecanice ale polimerilor, deci fibrele se folosesc ponderat în componența polimerului termoplastice. Este imperios necesar un echilibru al celor două faze pentru realizarea unor caracteristici mecanice superioare. Omogenitatea materialului compozit este și ea importantă, ducând la obținerea unor caracteristici mecanice superioare. Are loc și o creștere a rezistenței la compresiune prin introducerea fibrelor de sticlă. Dar nu se realizează deformații mari la temperatura mediului ambiental. Sticla are deformație proprie de 0.5-0.6 Mpa, modulul de elasticitate ajunge la 750-790 Mpa, iar fibrele pot căpăta o elongație până la 2-3 %. În general fibrele de sticlă nu conțin defecte și au o duritate minimă de 25 MPa .

Jacobi [1] prezintă coeficientul de frecare ca având valori cuprinse între 0.04 și 0.5 pentru polimeri armați cu fibre de sticlă.

Guo și all [2] au studiat polimerii compoziți formați dintr-o masă epoxidică umplută cu particule hibride de nano-oxid de siliciu și fibre scurte de carbon.

Barlow [3] a arătat că pentru o suprafață lubrifiată o creștere a coeficientului de frecare va duce implicit la o creștere a vitezei relative de alunecare la nivelul suprafeței de frecare.

Chang și all [4] au studiat proprietățile materialelor compozite (PEEK) și poliamidei (PEI) cu fibre scurte de carbon (CSA), au adăugat particule de TiO₂ și ZnS pentru cupla de frecare pin-on-disk. Aceștia au remarcat o scădere a ratei de uzare.

L. Capitanu și all [5][6] au studiat policarbonați armați cu fibre de sticlă scurte (SGF) la frecarea cu suprafețele metalice.

U.S. Tewari, J. Bijwe [7] au arătat costurile de fabricație scăzute pentru polimerii compoziți injectați.

L. Chang, Z. Zhang [8] au arătat uzarea mare a mașinilor de injectat polimeri datorită introducerii fibrelor de sticlă.

Lancaster și Evans [9] au studiat comportamentul tribologic pentru polimerii cu fibre de sticlă asociată cu ungerea hidro dinamică.

Schwartz și Bahadur [10] au studiat transferul filmului de material folosind o tehnologie cu infraroșu. Au arătat că creșterea densității duce la o creștere a energiei de coeziune.

Clerico [11] a arătat că valoarea coeficientului de frecare crește pentru scurte perioade de timp concomitant cu modificarea comportamentului vâscoelastic al materialului compozit în timpul încercărilor.

Vos și all [12][13] au studiat polyetheretherketone composite armate cu fibre de sticlă și fibre de carbon, arătând că uzarea este influențată intrinsec de structura matricei compozite.

Lancaster [14] a studiat diferiți polimeri armați cu fibre de sticlă și a arătat că valoarea coeficientului de frecare scade concomitant cu scăderea rugozității suprafeței.

Jost [21] a arătat că ponderea uzării pentru cuplele de frecare polimer/metal este uzarea de adeziune.

Derjaguin-Muller-Toporov [15] (DMT) model. Acest model este utilizat pentru corpuri de dimensiuni nanometrice care au caracteristici metalice. O caracteristică importantă a polimerilor armați cu fibre de sticlă (SFRP) este nivelul lor mare de rezistență pentru încărcări rapide.

Hruscirov și Babicev [16][17] au arătat că o creștere a cantității de plastic pentru o cuplă polimer/metal crește forța tăietoare a forței de frecare.

Importanța Temperaturii la Contactul Linear Uscat între o Suprafață Metalică și Polimerii Armați cu Fibre de Sticlă

Chang și Friedrich [18] au aratat că nu toate particulele participă la filmul de transfer, astfel reducând adeziunea. respectiv coeficientul de frecare.

Johnson-Kendall-Roberts (JKR) model [19] au arătat că materialele compozite au o puternică componentă abrazivă în timpul contactului.

2. MATERIALE ȘI METODE

Am folosit o cuplă de frecare Timken formată dintr-un liner cilindric executat din polimer compozit și o epruvetă plană confecționată din oțel. Au fost studiate vitezele relative, temperatura de contact și încărcarea cuplei.

Au fost selectați polimeri termoplastici dintr-o paletă largă din industrie. Am folosit poliamide și policarbonați dintr-un spectru larg, respectiv cantități diferite de fibre de sticlă mergând de la 20% până la 30%.

Epruvetele metalice au fost realizate din oțel C 120 cu duritatea de 59 HRC și oțelul Rp3 cu duritatea 62 HRC.

Epruvetele au fost polishate cu oxid de aluminiu și pastă diamantată, acest lucru a permis obținerea unor rugozități ale suprafeței de $R_a = 0.025 \mu\text{m}$, $R_a = 0.045 \mu\text{m}$, $R_a = 0.075 \mu\text{m}$ și $R_a = 0.125 \mu\text{m}$. Instalația experimentală a realizat presiuni de contact mari între 16 și 36 MPa.

Se cunoaște Legea Coulomb (1780) unde forța de frecare F_f este direct proporțională cu forța normală N :

$$F_f = \mu N \quad (1)$$

$$F_f = aN + bN^n \quad (2)$$

$$F_f = a + bN \quad (3)$$

$$F_f = a + bN^n \quad (4)$$

$$F_f = kN^n \quad (5)$$

$$\mu = \tau_f / p_c \quad (6)$$

Testele au avut rolul de a găsi o corelație între sarcina de încărcare, temperatură și viteza de alunecare.

Testele au fost realizate pentru viteze de alunecare 18.56, 27.85, 37.13, 46.41, 55.70 și 111.4 cm/s.

3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Toate testele au avut durată de o oră. Au fost trasate grafice în urma rezultatelor obținute pentru diferite încercări folosind un program special de calcul.

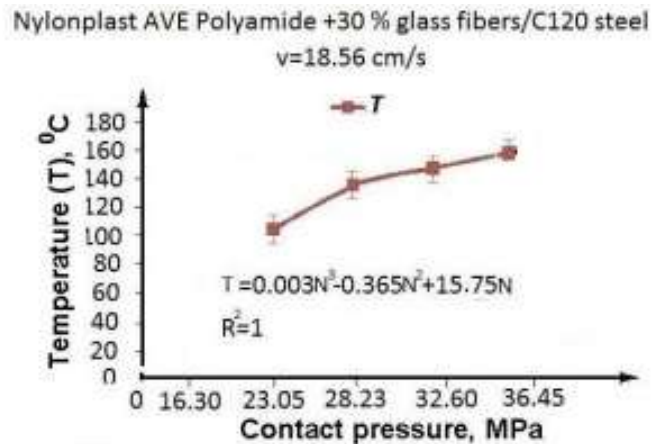


Figura.1 Evoluția uzării pentru viteza de alunecare de 18.56 cm/s pentru Nylonplast AVE Polyamide + 30% SGF / oțel C120

În figura 2 se poate remarca evoluția complexă a tribosistemului polimer –metal.

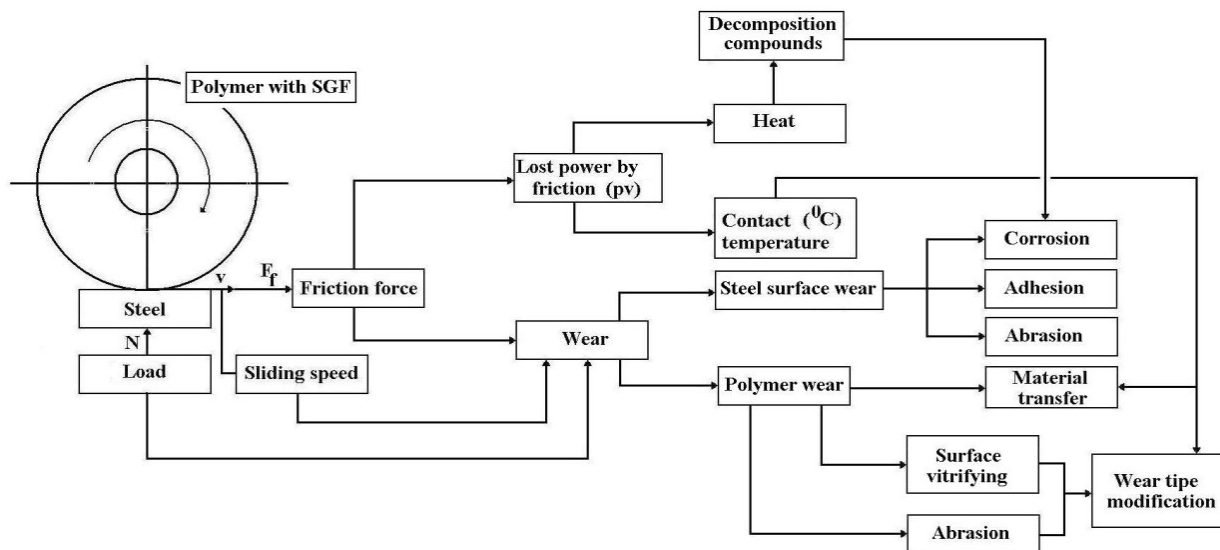


Figura.2. Complexitatea evoluției cuplei de frecare polimer / oțel

Importanța Temperaturii la Contactul Linear Uscat între o Suprafață Metalică și Polimerii Armați cu Fibre de Sticlă

Nylonplast AVE Polyamide +30 % glass fibers/ Rp 3 steel

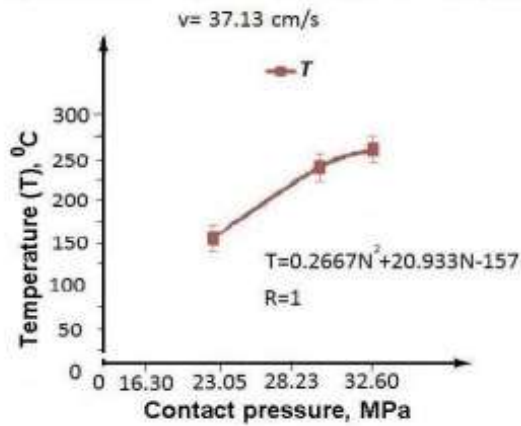


Figura. 3. Evoluția uzării pentru viteza de alunecare de 37.13 cm/s pentru Nylonplast AVE Polyamide + 30% SGF / oțel Rp3

Nylonplast AVE Polyamide +30 % glass fibers/ Rp 3 steel

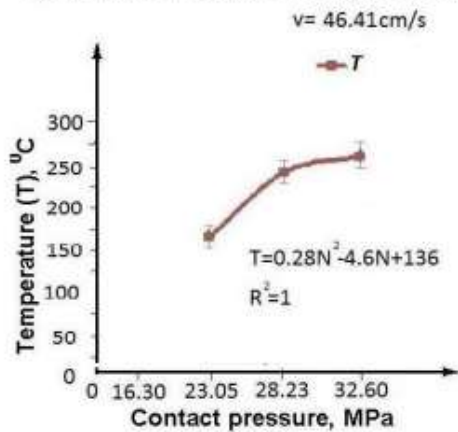


Figura. 4. Evoluția uzării pentru viteza de alunecare de 46.41 cm/s pentru Nylonplast AVE Polyamide + 30% SGF / oțel Rp3

Lexan Polycarbonate +20% glass fibers / C120 steel

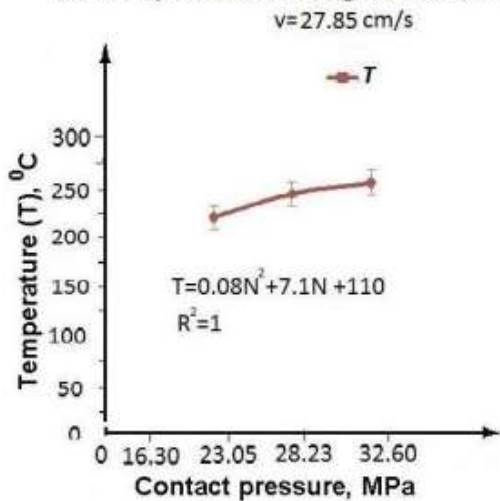


Figura. 5. Evoluția uzării pentru viteza de alunecare de 27.85 cm/s, pentru PC Lexan 3412 + 20% SGF / oțel C120

4. CONCLUZII

Procesul de uzare pentru cupla de frecare dintre un termopolimer compozit și o suprafață metalică evoluează în timp și depinde de mai mulți factori cum ar fi sarcina de încărcare. Filmul de material transferat pe epruvetă depinde de uzura de adeziune dar și de coroziune.

Valoarea coeficientului de frecare pentru oțelul C120 este mai mare decât în cazul oțelului Rp 3. Această variație derivă din diferențele de duritate ale celor două tipuri de epruvete. Valoarea coeficientului de frecare este cuprinsă între 0.2 și 0.5.

Testările ne arată că un polimer compozit cu un adaos de 20% fibre de sticlă este preponderant abraziv. Pe măsură ce temperatura crește și se depune material compozit pe epruveta metalică, coeficientul de frecare tinde să scadă.

Cercetările au și un caracter limitat deoarece, pe măsură ce crește temperatura, contactul elastic se pierde și materialul devine vâscoelastic, ceea ce face ca măsurătorile să nu mai aibă acuratețe.

ACKNOWLEDGEMENTS

Autorul mulțumește sprijinului acordat de University of Civil Engineering Bucharest, pentru suportul tehnic și materialele puse la dispoziție în vederea realizării cercetărilor.

BIBLIOGRAFIE

1. **Jacobi H.R.** “Neue Erkenntnisse über Gleitensschaften von Polyamiden”, *Kunststoffe*, 47 (5): 234-239 (1957).
2. **Q.B. Guo, M.Z. Rong, G.L. Jia, K.T. Lau, M.Q. Zang**, Sliding wear performance of nano SiO₂ / short carbon fibre / epoxy hybrid composites. *Wear* 266 (2009) 658-665.
3. **Barlow D.A.** “Some Observations of the Friction Properties of Vinyl”, *Wear* 20(2): pp.151-157 (1972).
4. **L. Chang, Z. Zhang, H. Zhang, A.K. Schlarb**, On the Sliding wear of nanoparticles filled polyamide 66, *Composites Science and Technology* 66 (2006) 3188-3198.
5. **Dorin Rus and Lucian Capitanu** “Wear and Contact Temperature on Steel Surface in Linear Dry Friction Contact with Polimers with SGF” *Journal of Mechanics Engineerin* 10.17265/2159-5275/2015.10.004 David Publishing
6. **Rus Dorin** “The contact temperature between steel surface in linear dry friction contact with polimers” *Sinteze de Mecanica Teoretica si Aplicata; Bucharest* 7.2 (2016): 157-166© Matrix.Rom
7. **U.S. Tewari, J. Bijwe**, *Advances in Composites Tribology, Recent development in tribology of fiber reinforced*
8. **L. Chang, Z. Zhang**, Tribological properties of epoxy-nanocomposites: 2. A combinative effect of short carbonfiber and nano-TiO₂, *Wear* 206 (2006) 869-878.
9. **Lancaster J.K., Evans D.C.** “Wear of Polymers in *Treatise on Mat. Sci. And Technology*”. Academic Press, 1979, pp. 13-86.

Importanța Temperaturii la Contactul Linear Uscat între o Suprafață Metalică și Polimerii Armați cu Fibre de Sticlă

10. **C.J. Schwartz, S. Bahadur**, The role of deformability, filler-polymer bonding, and counterface material on the tribological behaviour of polyphenyl sulfide (PPS). *Wear* 251 (2003) 1532-1540.
11. **Clerico M.** “A Study of the Friction Wear of Nylon against Metal”, *Wear*, 13 (3) pp. 183-197 (1969).
12. **H. Voss, K. Friedrich**, On the wear behavior of short-fiber-reinforced PEEK composites, *Wear* 116 (1987) 1-18.
13. **Q.B. Guo, M.Z. Rong, G.L. Jia, K.T. Lau, M.Q. Zang**, Sliding wear performance of nano SiO₂ / short carbon fibre / epoxy hybrid composites. *Wear* 266 (2009) 658-665.
14. **Lancaster J.K.** “Lubrication of Carbon Fibre reinforced Polymers”, *Wear* 28(3). pp. 315-352 (1972).
15. **Jost H.** Zum Verschleissverhalten von Polyamid, *Plaste und Kautschuk* 17(4). pp. 266-270 (1970).
16. **B.V. Deryagin, V.M. Muller, Yu.P. Toporov**, Adhesive contact deformation of a single microelastic sphere. *J. Colloid Interface Sci.* 53 (1975) 314
17. **Hruscirov M.M.** “Resistance of Metals to Wear by Abrasion, as related to Hardness”, *Proc. Conference on Lubrication and Wear, Inst. Mech. Eng.*, London, 1957: 979-986.
18. **Hruscirov M.M, Babicev M.A.**, 1982 “Resistance to Abrasive Wear of structurally Inhomogeneous Materials”. *Friction and Wear in Machinery, part 2, ASME, New York, 1958*, pp.5-23.
19. **C. Li, Z. Zhong, Y. Lin, K. Frederich**, Tribological properties of epoxy nanocomposites: III. Characteristics of transfer films. *Wear* 262 (2007) 799-706.