

CZU 631.539.3

## STUDIUL GRADULUI DE HIDROFILIE/HIDROFOBIE AL MATERIALELOR COMPOZITE POLIMERICE RANFORSAȚE INTENSIV CU MICROSFERE DE STICLĂ

*L. MALAI, GR. MARIAN, V. GOROBEȚ*  
*Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

**Abstract:** This article presents some experimental results about the peculiarities of the kinetics of the water and oil absorption processes for a series of polyamide composite materials prepared with high addition of glass microspheres. On the basis of the obtained results, there were elaborated recommendations concerning the use of these materials as a compensating wear layer for the renovation of bearing type joints.

**Key words:** Basalt microfibers, Glass microspheres, Hydrophilic degree, Hydrophobic, Molybdenum disulfide, Restoration.

### INTRODUCERE

Interesul cercetătorilor vis-a-vis de problemele interacțiunii materialelor compozite polimerice (MCP) cu diferite lichide este motivat de importanța practică a comportării materialelor respective în condiții reale de exploatare. Capacitatea de sorbție a lichidelor de către MCP, care include în sine atât capacitatea de absorbție, cât și cea de adsorbție, are o semnificație mixtă pentru piesele renovate cu astfel de materiale. Aspectul nedorit, în primul rând, este legat de influența gradului de sorbție a lichidelor asupra stabilității dimensionale a suprafețelor acoperite cu MCP (Gr. Marian, 2005), iar aspectul dorit este acela că, capacitatea de sorbție mai mare, contribuie la încorporarea prin difuziune a unor substanțe favorabile procesului tribologic din zona de contact a suprafețelor conjugate.

În articol sunt prezentate unele rezultate referitoare la cinetica proceselor de sorbție a apei și uleiului pentru o serie de MCP preparate cu adaos sporit de microsferă de sticlă.

### MATERIAL ȘI METODĂ

Gradul de hidrofilie/hidrofobie al MCP luate în studiu a fost estimat conform ISO (ASTM D570). S-au preparat două loturi de probe în formă de tablete cu dimensiunile: grosimea  $5\pm 1$  mm, diametrul  $12\pm 0,1$  mm (câte cinci probe pentru fiecare din cele 15 nivele ale fiecărui lot), în care singurul parametru care a variat a fost constituția MCP. În primul lot a servit ca bază matricea din poliamidă (MCPPE), iar în al doilea lot amestecul din poliamidă + oligomer epoxidic (MCPPE) în raport volumic de 7/3. Toate probele au fost preparate în condiții similare conform receptorilor prezentate în tabelul 1 (L. Malai, Gr. Marian, 2011).

Pentru efectuarea analizelor, probele din fiecare variantă s-au divizat aleatoriu în două grupe - câte cinci probe în fiecare grupă, pentru a fi expuse în medii diferite, și anume probele din primul lot s-au imersat în apă, iar cele din al doilea lot – în ulei de motor SAE 15W40.

Toate probele, înainte de imersie, au fost uscate timp de 24 h la temperatura de  $60\pm 2^\circ\text{C}$ , într-un cuptor electric vid (LH06/13HT40) cu reglare automată a temperaturii. După uscare, probele au fost stocate în exsicator cu oxid de fosfor ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) unde au fost răcite până la temperatura de  $22\pm 1^\circ\text{C}$ . După răcire, probele s-au cântărit (precizia de măsurare  $10^{-4}$  g) și imersate timp de 24h – primul lot în apă, iar al doilea în ulei SAE 15W – 40. După fiecare 24 ore probele au fost scoase din mediul respectiv și cântărite. Operația s-a repetat până când ultimele trei cântăriri au arătat aceeași valoare. Capacitatea de sorbție a apei și uleiului s-au studiat la temperatura  $20\pm 2^\circ\text{C}$ .

Tot în ulei, dar la diferite temperaturi ale mediului, au fost testate probele confecționate din MCP cu conținut optim al constituenților stabilit din prima serie de experimente. Aceste testări au fost realizate prin experimente monofactoriale.

Capacitatea de sorbție a lichidelor s-a experimentat pe probe cel puțin după 24 ore de la fabricare, în starea inițială (fără tratare termică) și pe probe tratate termic prin călire. Călire s-a realizat prin imersarea probelor într-o baie de ulei înfierbântat până la temperatura  $180^\circ\text{C}$ , menținerea, timp de  $30\pm 5$  min, în această baie și răcirea lentă împreună cu baia de ulei până la temperatura de cameră ( $20\pm 2^\circ\text{C}$ ). După răcire probele au fost cântărite și prelucrate ca și pentru probele imersate în apă.

Paralel, au fost testate probele din MCP prin menținere în unsori consistente LITOL 24 (ГОСТ 21150-87). Probele au fost imersate în LITOL încălzit la temperaturile de 60, 80, 100 și 120°C. Inițial, probele au fost tratate prin menținerea în LITOL 24 la temperatura de 150°C timp de 30±5min, după ce au fost răcite lent până la temperatura de cameră (20±2)°C. După răcire, probele au fost spălate intens cu benzină AI 95, șterse cu un prosop din bumbac apoi cântărite și prelucrate ca și pentru probele imersate în apă.

Capacitatea de sorbție a lichidelor, în procente, s-a determinat din relația:

$$X = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100,$$

în care  $m_1$  este masa probei în stare inițială (înainte de imersie în lichid), g;  $m_2$  – masa probei după menținere în mediu lichid timp de 24, 48 ore și mai mult (până când ultimele trei cântăriri au arătat aceeași valoare), g.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Unii autori au propus procedee speciale pentru a spori porozitatea straturilor superficiale ale acoperirilor din MCP folosite la compensarea uzurii suprafețelor din cuplele tribologice (V. Țapu, 2011). Totodată, rata sorbției lichidelor de către MCP este un parametru important care vorbește despre gradul de perfecționare a procesului de aplicare și formare a acoperirilor polimerice (Gr. Marian, 1987).

În rezultatul prelucrării datelor experimentale cu privire la evoluția ratei de sorbție a apei de către MCP cu matrice poliamidoepoxidică luate în studiu s-au obținut rezultatele marcate în figura 1 și descrise de următoarea ecuație de regresie:

$$W_{\text{apă}} = 1,6333 + 0,0025x_1 + 0,1312x_2 + 0,0412x_3 + 0,0058x_1^2 - 0,0775x_1x_2 - 0,0025x_1x_3 + 0,0533x_2^2 + 0,005x_2x_3 - 0,0317x_3^2 \quad (1)$$

în care  $W_{\text{apă}}$  este capacitatea de sorbție a apei exprimată în procente;  $x_1$ ,  $x_2$  și  $x_3$  reprezintă procentajul componentelor în coordonate codate, respectiv MoS<sub>2</sub>, microsferă de sticlă și microfibre de bazalt.

Cercetările analogice realizate pe al doilea lot de probe, care au fost imersate în ulei SAE 15W-40 la temperatura 20±2°C și menținute conform metodologiei descrisă anterior au evidențiat comportare similară a probelor imersate în ulei cu cele imersate în apă. După prelucrarea statistică a datelor experimentale s-a obținut următoarea ecuație de regresie:

$$W_{\text{ul.20}} = 1,597 - 0,002x_1 + 0,129x_2 + 0,049x_3 - 0,01x_1^2 - 0,075x_1x_2 - 0,01x_1x_3 + 0,089x_2^2 + 0,02x_2x_3 - 0,047x_3^2 \quad (2)$$

în care  $W_{\text{ul.20}}$  este capacitatea de sorbție a uleiului la 20°C exprimată în procente;  $x_1$ ,  $x_2$  și  $x_3$  reprezintă procentajul componentelor în coordonate codate, respectiv MoS<sub>2</sub>, microsferă de sticlă și microfibre de bazalt.

Grafic ecuația 2 este prezentată în figura alăturată 2, care arată ca microsferă de sticlă (B) au influență dominantă asupra capacității de absorbție a uleiului. Microfibrele de bazalt, de asemenea, măresc absorbția de ulei, însă într-o măsură înjumătățită (C), iar desulfura de molibden, practic nu influențează sorbția de ulei.

În rezultatul testării celor două loturi de mostre și anume a probelor imersate în apă și a celor imersate în ulei, s-a constatat că compoziția optimă care asigură rata maximă de absorbție a apei (1,92%) și a uleiului (1,9%) se află în limitele: microsferă de sticlă +1; microfibre de bazalt +0,65 ... +0,77 și bisulfură de molibden -1 (în coordonate codate) ce în coordonate naturale corespunde; microsferă de sticlă – 30%, microfibre de bazalt – 5,3 ... 5,54% și desulfură de molibden 2%.

Testările realizate pe probe confecționate din MCPP cu constituția: microsferă de sticlă – 30%, microfibre de bazalt – 5,3 ... 5,54%, desulfură de molibden 2%, restul PA12 imersate în apă la temperatura 20°C și în ulei SAE15W40 la temperaturile 20, 40, 60 și 80°C au arătat că, temperatura mediului în care sunt imersate probele, practic nu influențează rata de sorbție a uleiului de către probele confecționate din poliamidă în stare de livrare, pe când probele ranforsate intens cu microsferă din sticlă prezintă o creștere lentă a sorbției de ulei odată cu creșterea temperaturii mediului (vezi tab.1). Probabil acest lucru se explică prin prezența microsferelor de sticlă care prezintă niște cavități de înmagazinare a uleiului.

Ipoteza înaintată este confirmată de a doua serie de experimente și anume testările realizate pe probe confecționate din același material și la aceleași regimuri tehnologice, dar care au fost supuse suplimentar unui tratament termic prin încălzire într-o baie de ulei la temperatura de 180°C, menținute

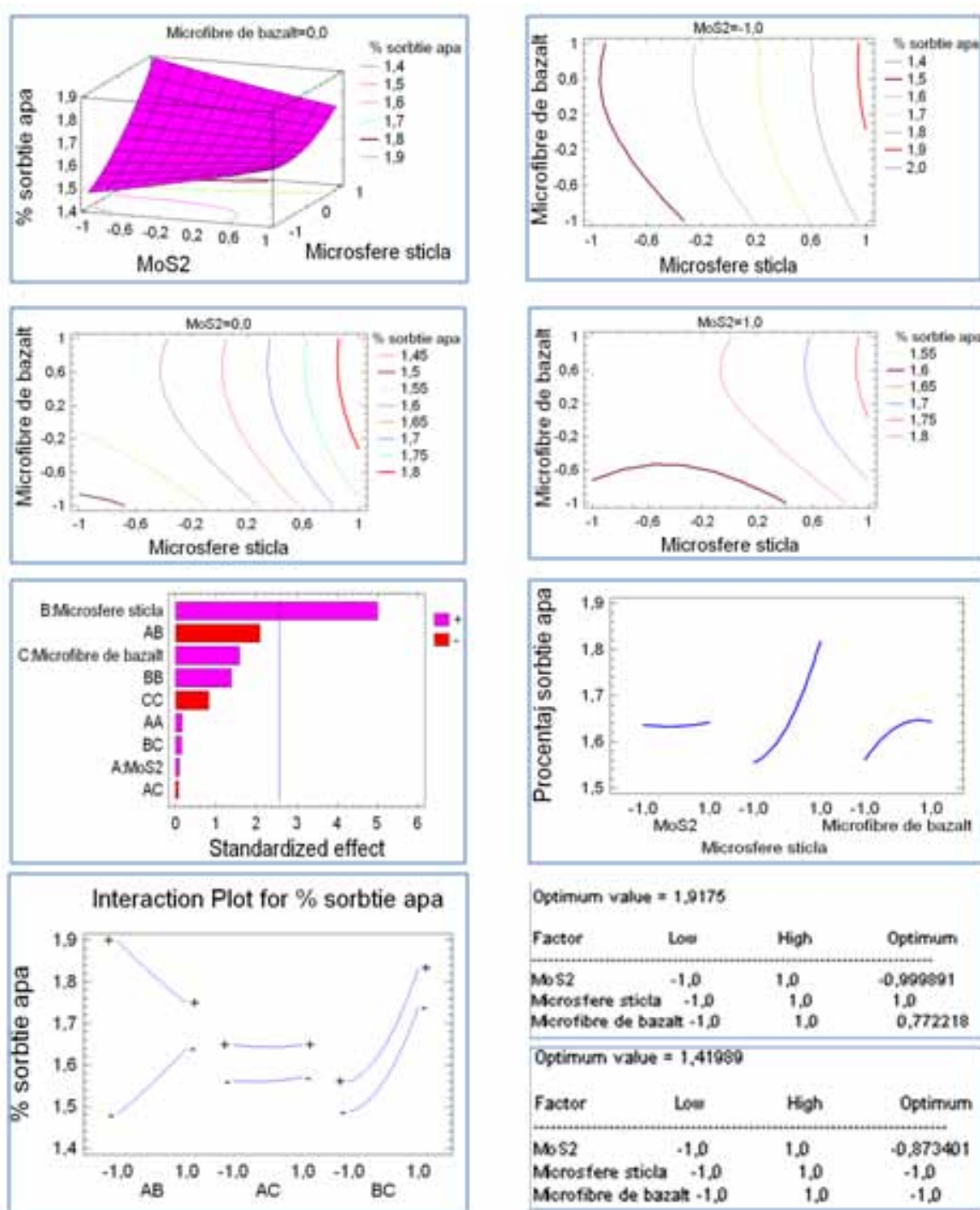


Figura 1. Prezentarea grafică a evoluției gradului de sorbtie a apei pentru diferite niveluri a factorilor de influență

la această temperatură timp de 30±5 min și răcite împreună cu baia de ulei.

## CONCLUZII

1. Studiul gradului de hidrofilie/hidrofobie al MCPPE ranforsate intensiv cu microsferă de sticlă a demonstrat că alierea intensivă a MC cu microsferă de sticlă cave crează condiții favorabile pentru înmagazinarea lubrifianților în microcavitățile formate de către materialele respective.

2. Testările realizate pe probe confecționate din MCPPE cu constituția: microsferă de sticlă – 30%, microfibră de bazalt – 5,3 ... 5,54%, desulfură de molibden 2%, au demonstrat că temperatura mediului în care sunt imersate probele, practic, nu influențează rata de sorbtie a uleiului de către probele

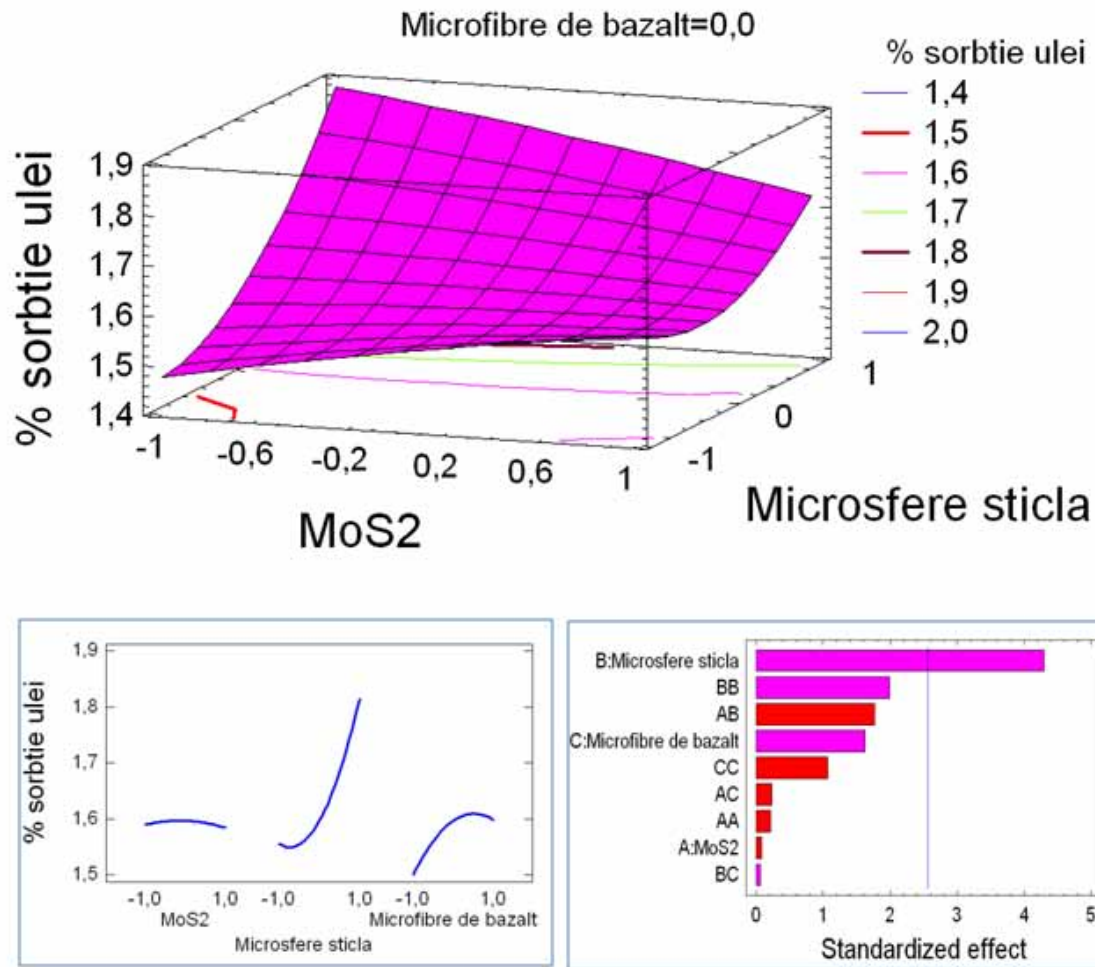


Figura 2. Prezentarea grafică a evoluției gradului de sorbtie a uleiului SAE 15W40 funcție de concentrația elementelor de ranforsare

Tabelul 1

Rata de sorbtie a MCP în funcție de temperatura mediului de imersare

Durată imersare, ore	Mediu imersare																			
	apă		SAE 15W40								apă		SAE 15W40							
	netratate termic										tratate termic									
	20°C		20°C		40°C		60°C		80°C		20°C		20°C		40°C		60°C		80°C	
	PA12	MCP	PA12	MCP	PA12	MCP	PA12	MCP	PA12	MCP	PA12	MCP	PA12	MCP	PA12	MCP	PA12	MCP	PA12	MCP
12	1,34	1,48	1,30	1,62	1,34	1,66	1,38	1,68	1,38	1,70	0,80	0,80	0,00	0,20	0,00	0,32	0,08	0,38	0,32	0,38
24	1,48	1,88	1,37	1,88	1,42	1,90	1,42	1,92	1,42	1,92	0,90	0,88	0,00	0,20	0,00	0,32	0,08	0,39	0,32	0,40
36	1,52	1,92	1,42	1,90	1,46	1,91	1,46	1,92	1,46	1,92	1,00	1,18	0,00	0,20	0,00	0,32	0,08	0,39	0,32	0,40
48	1,52	1,92	1,42	1,90	1,46	1,91	1,46	1,92	1,48	1,92	1,00	1,18	0,00	0,20	0,00	0,32	0,08	0,39	0,32	0,40
60	1,52	1,92	1,42	1,90	1,46	1,91	1,46	1,92	1,48	1,92	1,00	1,18	0,00	0,20	0,00	0,32	0,08	0,39	0,32	0,40
72	1,52	1,92	1,42	1,90	1,46	1,91	1,46	1,92	1,48	1,92	1,00	1,18	0,00	0,20	0,00	0,32	0,08	0,39	0,32	0,40

confeționate din poliamidă în stare de livrare, pe când probele ranforsate intens cu microsferă din sticlă prezintă o creștere lentă a sorbției de ulei odată cu creșterea temperaturii mediului.

3. Efectele descrise în acest compartiment pot servi premize pentru alegerea constituției MC folosite la renovarea suprafețelor uzate ale cuplelor tribologice din componența îmbinărilor de tip lagăr folosite în condiții de ungere defectuoasă.

## BIBLIOGRAFIE

1. Malai, L., Marian, Gr. Alegerea și optimizarea constituției MC poliamidice folosite la renovarea îmbinărilor de tip lagăr. În: Știința agricolă, 2011, nr. 2, p. 50-53.

2. 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.

3. Țapu, V. Sporirea disponibilității și mentenabilității îmbinărilor cu joc renovate cu materiale compozite polimerice: Teza de dr. în tehnică: 05.20.03. Chișinău, 2011, 132 p.

4. Марьян, Г. Восстановление посадочных отверстий корпусных деталей подшипниковых узлов электрических машин порошкообразными полимерными композициями. Диссерт. на соиск. степ. кандид. техн. наук: 05.20.03. Кишинев: 1987, 221 с.

Data prezentării articolului – 22.10.2012

CZU 631.539.3

## CERCETĂRI CU PRIVIRE LA DURABILITATEA ÎMBINĂRILOR DE TIP LAGĂR RENOVATE CU MATERIALE COMPOZITE POLIMERICE RANFORSATE INTENSIV CU MICROSFERE DE STICLĂ CAVE

GR. MARIAN, L. MALAI, V. GOROBEȚ  
*Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

**Abstract:** The article presents certain experimental results concerning the durability of the machine parts which are component of sliding bearings renovated with polyamide-epoxidic composite materials intensively reinforced with hollow glass microspheres. The tests were conducted under accelerated conditions on samples worn by limit friction and without lubrication. It was demonstrated the effectiveness of using the investigated materials in order to renovate the sliding bearings in conditions of limit friction.

**Key words:** Basalt microfibers, Durability, Glass microspheres, Molybdenum disulfide.

## INTRODUCERE

Comportamentul tribologic al MCP în timpul exploatării este extrem de important fiind unul din factorii cheie care determină durabilitatea cuplelor tribologice metalopolimerice. Anume comportamentul tribologic influențează durata de exploatare până la apariția stării limită a îmbinării renovate. La rândul său, comportamentul tribologic este influențat de o multitudine de procese ce au loc pe suprafețele de contact și care sunt în continuă modificare în funcție de un șir de factori de natură constructivă și de exploatare.

Durabilitatea, fiind o caracteristică a calității estimată prin durata de funcționare până la apariția stării limită, diferă de la caz la caz și este greu de calculat preventiv, mai ales în cazul folosirii unor materiale noi.

În articol sunt prezentate rezultatele încercărilor accelerate realizate în condiții de laborator a lagărelor de alunecare renovate cu materiale compozite poliamidoepoxidice ranforsate intensiv cu microsferă de sticlă cave.

## MATERIAL ȘI METODĂ

Încercările de durabilitate s-au realizat prin experimente monofactoriale, stabilind nivelul factorilor constanți la valorile optime obținute în testele tribologice preventive (L. Malai, Gr. Marian, 2011).

Durabilitatea s-a estimat prin resursa medie și resursa - gama procentuală până la apariția stării catastrofale. Concomitent s-au calculat viteza și intensitatea uzării pentru fiecare interval de timp dintre măsurări. Viteza uzării a fost redată prin raportul valorii uzurii apărută în intervalul respectiv la