

## INGINERIE AGRARĂ ȘI TRANSPORT AUTO

CZU 631.539.3

### ALEGEREA ȘI OPTIMIZAREA CONSTITUȚIEI MC POLIAMIDICE FOLOSITE LA RENOVAREA ÎMBINĂRILOR DE TIP LAGĂR

L. MALAI, GR. MARIAN

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

**Abstract:** The paper presents certain considerations regarding the choice and optimization of a composite material used to renovate the bearing-type joints. The polyamide PA 12 was used as matrix and was reinforced with molybdenum disulphide, glass microspheres and basalt microfibers. Also, there was studied the composite material adhesion on the carbon steel substrates of common quality and it was compared with the base materials adherence.

**Key words:** Bearing-type joints, Composite material, Molybdenum disulfide, Polyamide PA 12, Restoration.

#### INTRODUCERE

Cercetarea realizată în această lucrare a avut ca scop principal alegerea și optimizarea constituției unui MC pentru renovarea îmbinărilor de tip lagăr cu soluții de performanță ridicată. În acest context, pentru realizarea scopului propus, au fost înaintate principalele obiective care constau în studierea influenței unor factori de material prin identificarea și cuantificarea calitativă și cantitativă a ponderii naturii și concentrației diferitor agenți de ranforsare asupra aderenței MC pe substraturi de metal, aderența MCP fiind comparată cu aderența materialului matricei.

Materialul compozit propus pentru testare are ca matrice poliamida PIA 12 aditivată cu bisulfură de molibden, diferite procente masice de microsferă de sticlă și microfibre de bazalt.

#### MATERIAL ȘI METODĂ

În calitate de obiect al cercetărilor au fost alese cuple tribologice metalopolimerice renovate cu MCP, constituția materialului de aport folosit la compensarea uzurii pieselor uzate. Drept matrice de bază a servit poliamida PIA 12 (OCT 6-05-425). Pentru comparație aderența materialului compozit a fost comparată cu aderența materialului de bază.

Ranforsarea MC s-a efectuat cu următorii agenți: bisulfură de molibden DM-1 (TY 48-19-133-90), folosită pentru a îmbunătăți comportarea MC la sarcină și la uzură fără a afecta rezistența la șoc și oboseală; microsferă goale din sticlă (microbaloane de sticlă) MC-BII rp.5 (TY 6-48-91-92), cu următoarea componență chimică:  $\text{SiO}_2$ : 76-78 %;  $\text{Na}_2\text{O}$ : 10-12 %;  $\text{CaO}$ : 6 %;  $\text{ZnO}$ : 1-1,5 %;  $\text{B}_2\text{O}_3$ : 4 %, proprietăți densitate 0,37-0,42 g/cm<sup>3</sup>, rezistența la comprimare 150 kg/cm<sup>2</sup> (fără mișcare 10%); umiditate, cel mult 0,3%; microfibre de bazalt, folosite pentru sporirea rezistenței la tracțiune, a rigidității, contracției în timpul formării, îmbunătățirea lubrifierii.

Pregătirea compozitului s-a efectuat prin amestecarea componentelor la moara cu bile ZE-101 pe parcursul a 30 min. cu viteza tamburului 80...120 m<sup>-1</sup>. Concasarea fibrelor de bazalt și trierea lor s-a realizat în dispozitivul de mărunțire IJ-10 cu trierea ulterioară prin site oscilante.

Acoperirile au fost aplicate prin presare la cald pe substraturi din oțel carbon de calitate obișnuită în stare de livrare la presa hidraulică DV 2428. Dimensiunile și forma mostrelor au fost stabilite în funcție de proprietățile investigate. Parametrii tehnologici s-au menținut în regim semiautomat.

Cercetările au fost realizate conform matricei - program cu 3 factori Box – Benkin prezentată în tabelul 1, iar datele obținute au fost prelucrate cu aplicarea următorului program STATGRAPHICS: Special → Experimental design → Create design → Response surface.

Adezivitatea s-a estimat prin metoda știfturilor cu dispozitivul descris în (G.Marian et al. 2006). Uzura a fost determinată la mașina de frecare CMIQ2 după schema arbore-segment pentru condiții de ungere limitată (1 picătură de ulei SAE 10W-40 la 400 m. traseu) sub sarcina  $P_c = 1,5$  MPa și viteza de alunecare  $v_r = 0,63$  ms<sup>-1</sup>.

## Program de realizare a experimentelor

Nr. crt.	Valori codificate			Valori naturale, %		
	x1	x2	x3	X1 (MoS2)	X2 (Microsfere de sticlă cave MC-BII)	X3 (Fibre de bazalt)
1.	1	0	-1	5	20	2
2.	0	1	-1	3	30	2
3.	0	0	0	3	20	4
4.	-1	0	-1	1	20	2
5.	1	1	0	5	30	4
6.	0	-1	1	3	10	6
7.	0	0	0	3	20	4
8.	-1	-1	0	1	10	4
9.	1	0	1	5	20	6
10.	0	-1	-1	3	10	2
11.	1	-1	0	5	10	4
12.	-1	1	0	1	30	4
13.	-1	0	1	1	20	6
14.	0	0	0	3	20	4
15.	0	1	1	3	30	6

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Alegerea competentă a materialelor pentru renovarea îmbinărilor de tip lagăr reprezintă o etapă tehnologică foarte importantă. Aceste materiale trebuie să prezinte un șir de proprietăți, care ar asigura capacitatea de lucru cel puțin la nivelul pieselor noi. În acest aspect, MCP prezintă un șir de avantaje față de materialele tradiționale folosite în industria reparațiilor de mașini.

Principalul avantaj al MCP, în comparație cu cele tradiționale, este posibilitatea obținerii unor proprietăți unice datorită combinării intime, raționale și controlate dintre polimerul de bază și mai multe materiale de ranforsare. Cu toate că agenții de ranforsare posedă proprietăți specifice individuale, în combinații aceștia își pot modifica semnificativ proprietățile, în direcția dorită, atât a lor însuși, cât și a materialului de bază.

Posibilitatea modulării proprietăților MCP și obținerii în acest fel a unei game foarte variate de caracteristici fizice și mecanice, importante pentru asigurarea nivelului de fiabilitate a produsului finit, a condus la extinderea folosirii acestora în foarte multe procedee de renovare a pieselor uzate, în general, și a îmbinărilor de tip lagăr, în special. În acest context este argumentată folosirea MCP pe bază de poliamidă, eficiența căreia a fost demonstrată de mai mulți autori (Gr. Marian, 2005; V. Sîrghii, 2007; I. Koleasko, 1980; V. Dudcâk, 1985).

Este cunoscut că, pentru asigurarea nivelului de fiabilitate scontat al îmbinărilor renovate cu MCP, este necesar ca stratul compensator de uzură să posedă o aderență sigură cu substratul pe care este aplicat, să reziste la sarcinile care pot apărea în timpul exploatarei și să aibă o rezistență sporită la uzare.

Totodată, agenții de ranforsare, în multe cazuri, influențează neadecvat, chiar imprevizibil, rezistența la aderență. Din acest motiv, la constituirea unui MCP nou, este important ca concomitent cu proprietățile dominante de exploatare să se cerceteze aderența acestuia în comparație cu materialul de bază.

În cele ce urmează se prezintă rezultatele cercetărilor cu privire la rezistența aderenței MCP și rezistenței acestuia la uzare în condiții de frecare fără lubrifiere (situație întâlnită foarte des în îmbinările din componența tehnicii agricole și celei din industria prelucrătoare).

Aderența a fost estimată pentru MCP aplicate pe substraturi din oțel carbon în stare de livrare funcție de concentrația constituenților. Pentru acest studiu s-a folosit, în calitate de matrice, poliamida PIA 12 (OCT 6-05-425), care este un sortiment de poliamidă, cu rezistență îmbunătățită la acțiunea radiațiilor ultraviolete și la intemperii, posedă rezistență sporită la uzare și șocuri, demonstrând proprietăți fizico-mecanice într-un diapazon larg de temperaturi, având cea mai mică densitate din toate poliamidele cunoscute la moment. Totodată, este rezistentă la majoritatea chimicalelor, la grăsimi, uleiuri, combustibili,

fluide hidraulice, diferiți solvenți organici (hidrocarburi alifactice și aromatice, cetone, esteri, eteri, uleiuri etc.).

Cuantificarea influenței concentrației constituenților asupra aderenței acoperirilor s-a realizat prin aderența relativă, determinată ca raportul aderenței estimate a MCP la aderența materialului matricei, adică a poliamidei PIA 12. S-a studiat aderența MC la substraturi din oțel carbon în stare de livrare funcție de concentrația constituenților.

După prelucrarea statistică a datelor experimentale s-a obținut următoarea ecuație de regresie care în coordonate codate descrie adecvat evoluția aderenței relative funcție de concentrația constituenților:

$A_r = 0,907 - 0,02x_1 - 0,07x_2 - 0,04x_3 - 0,008x_1^2 + 0,01x_1x_2 + 0,01x_1x_3 - 0,083x_2^2 - 0,03x_2x_3 - 0,008x_3^2$ , (1) în care  $A_r$  este adezivitatea în MPa;  $x_1$ ,  $x_2$  și  $x_3$  reprezintă procentajul componentelor în coordonate codate, respectiv MoS<sub>2</sub>, microsferă de sticlă și microfibre de bazalt.

În figurile 1 și 2 sunt prezentate graficele aderenței relative a MCP examinat funcție de concentrația constituenților pentru diferite niveluri ale factorilor de răspuns.

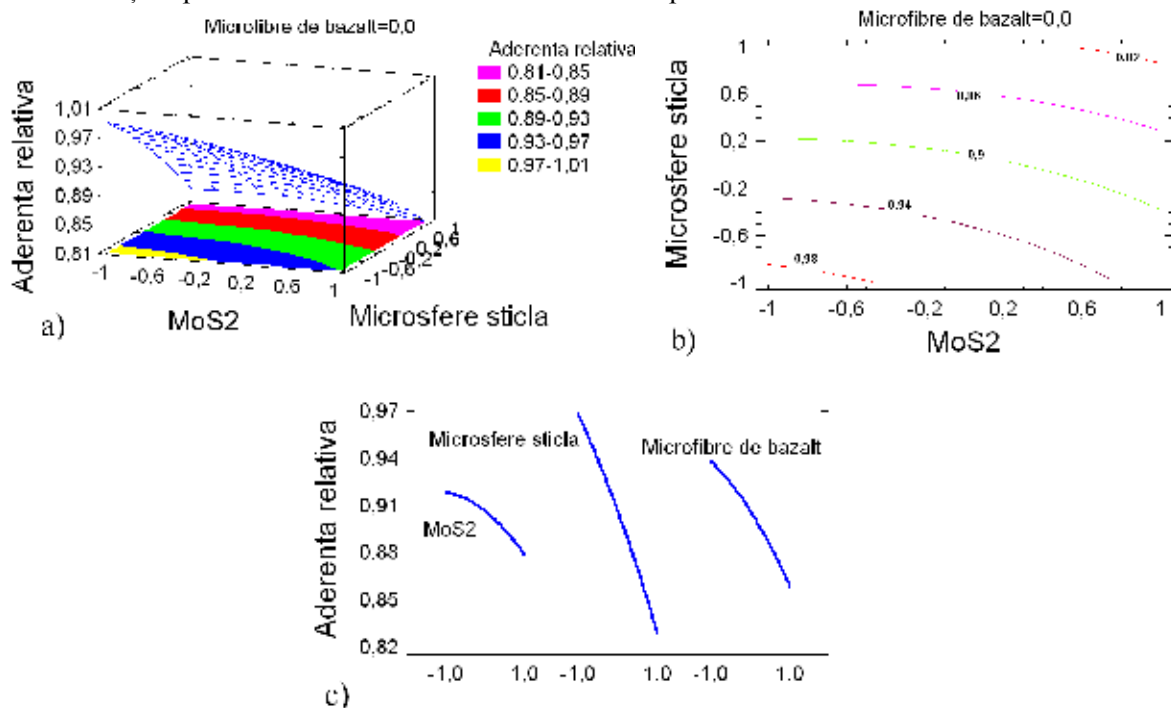


Figura 1. Estimarea aderenței relative a MCP funcție de concentrația constituenților pentru cazul nivelului 0 (concentrație microfibre bazalt 4%): a) suprafața de răspuns, b) niveluri de răspuns și c) efecte dominante.

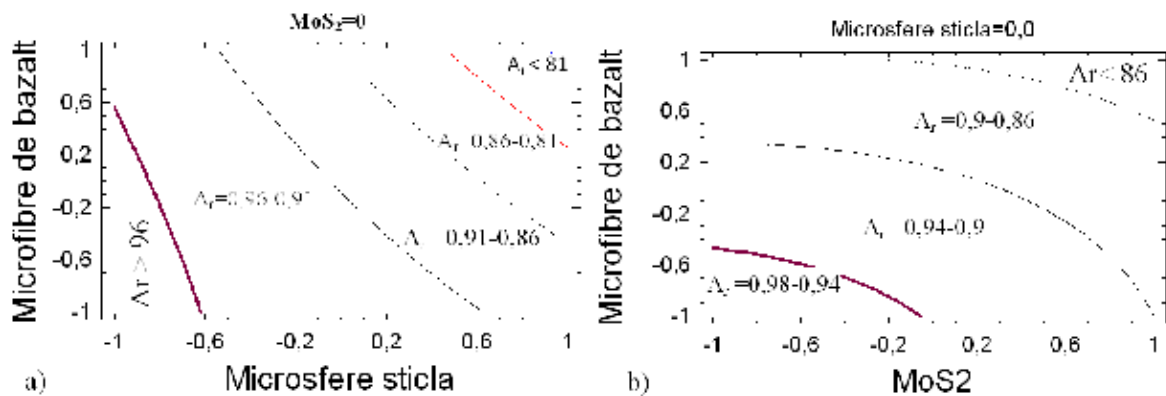


Figura 2. Estimarea aderenței relative a MCP funcție de concentrația constituenților pentru diferite niveluri ale factorilor de răspuns: a) MoS<sub>2</sub>=0; b) Microsfere de sticlă =0.

În baza analizei ecuației 1 și graficelor din figurile 1 și 2 se constată că toți agenții de ranforsare influențează negativ aderența MCP pe substraturi din oțel carbon ( $b_1, b_2$  și  $b_3$  diferă de 0 având valori negative), influența dominantă aparținând microsferelor de sticlă ( $|b_2| = 0,07 > |b_1|$  și  $|b_3|$ ), urmată de microfibrele de bazalt ( $|b_3| > |b_1|$ ). Acest lucru se explică prin procentajul mai mare a microsferelor de sticlă față de procentajul bisulfurii de molibden și microfibrele de bazalt. Totodată, se constată că influența conținutului de  $\text{MoS}_2$  asupra aderezivității este neînsemnată ( $b_1 < 0$  iar  $b_{22} = 0$ ), având, în anumite condiții, un efect benefic care se accentuează concomitent cu creșterea conținutului de microsferă de sticlă și microfibre de bazalt ( $b_{12}$  și  $b_{13} > 0$ ).

## CONCLUZII

1. Analiza datelor din literatura de specialitate demonstrează posibilitatea folosirii poliamidei PIA12 în calitate de compensator de uzură la renovarea pieselor de mașini componente ale tehnicii agricole și celei din industria prelucrătoare cu sporirea proprietăților de exploatare prin ranforsare acesteia cu bisulfură de molibden, microsferă din sticlă și microfibre din bazalt.

2. În baza cercetărilor experimentale a aderenței relative a materialului compozit pe bază de poliamidă s-a constatat că agenții de ranforsare studiați influențează negativ aderența materialului de adaos pe substraturi din oțel carbon.

3. Este necesar de continuat cercetările în vederea găsirii unor metode de îmbunătățire a aderenței MCP poliamidice pe substraturi metalice, precum și studierea stabilității aderenței în timpul exploatării în diferite medii.

## BIBLIOGRAFIE

1. 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.

2. Sîrghii, V. Contribuții la asigurarea tehnologică a fiabilității pieselor utilajului agricol recondiționate cu aplicarea compozițiilor din mase plastice: Teza de dr. în tehnică: 05.20.03. – Chișinău, 2007, 252 p.

3. Marian, Gr., Gorobeț, V., Țapu, V. Perspektivy ispol'zovaniâ poristyh polimernyh kompozicij pri vosstanovlenii soprâženii s zazorom. În: Doklady Meždunarodnoj naučno-praktičeskoj konferencii, Minsk, 2009, p. 62-63.

4. Marian, G., Țapu, V., Sîrghii, V. ș.a. Sporirea gradului de aderență a compozitelor poliamidoepoxidice prin aplicarea straturilor intermediare de conversiune. În: Știința agricolă. Univ. Agrară de Stat din Moldova. 2006, nr. 1, p. 75 - 79.

5. Koleasko, I.V. Issledovanie i razrabotka tehnologii vosstanovleniâ s.-h. tehniki poliamidnymi pokrytiâmi: Teza de cand. în șt. tehnice: 05.20.03. – Chișinău, 1980, 152 p.

6. Dudcâk, V.P. Razrabotka tehnologii vosstanovleniâ detalej sel'skoho zâjstvennoj tehniki kompozicionnymi polimernymi pokrytiâmi: Teza de cand. în șt. tehnice: 05.20.03. – Chișinău, 1985, 143 p.

Data prezentării – **07.11.2011**