

CZU:

CARACTERISTICA TEHNICĂ A ALIAJULUI ELECTROLITIC Fe-Ni CU PROPRIETĂȚI DE AUTOLUBRIFIERE

Petru Stoicev, prof.dr.hab.; **Gheorghe Roșcovan**, dr.; **Rodion Radu**, conf.dr.;
Victor Palancică, masterand; **Nicolae Martîniuc**, prof.dr.hab
(Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Moldova)
Pavel Topală, prof.dr.hab.; **Alexandru Balanici**, conf.dr.;
Alexandr Ojegov, doctorand
(Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, Moldova)

În lucrare este prezentată caracteristica tehnică a aliajului electrolytic Fe-Ni, cu proprietăți de autolubrifiere în baza caprolactamei. Premisele teoretice de elaborare a aliajului obținut au fost confirmate prin încercări de exploatare ale pieselor reale, recondiționate cu acoperirile de Fe-Ni cu proprietăți de autolubrifiere.

De autorii lucrării [1] a fost elaborat un electrolyt pentru obținerea aliajului electrolytic de **Fe-Ni** cu **proprietăți de autolubrifiere** în baza caprolactamei, de următoarea componență, g/l: **FeCl₂·4H₂O** – 400...450; **Ni SO₄ 7H₂O** – 35...40; **Na₂C₂H₄O₆·2H₂O** – 2...3; **C₆H₁₁NO** (caprolactamă) 3...5; la regimurile de electrolyză pH=0,8...1,0; T_{el}=314 K; j_c=40...100 A/dm².

Caprolactama adăugată în electrolyt, foarte ușor disociază în el, formează cu hidrații de fier și nichel complecși foarte duri și la trecerea curentului prin acest electrolyt – aceștia din urmă (complecșii) se depun cu acoperirile de Fe-Ni pe catod (piese), incluzându-se în rețeaua cristalină a aliajului. Prin analiza difractometrică [2] s-a onstatat că acest aliaj reprezintă o fază solidă a **Ni** în baza **α – Fe**, cu dispersie fină.

În baza cercetărilor experimentale au fost apreciate regimurile raționale de electrolyză și concentrația optimală a caprolactamei din electrolyt, care au permis de a obține acoperiri electrolytice de **Fe-Ni** cu proprietăți **fizico-mecanice**, de **antifricțiune** și **antigripale** mai înalte, în comparație cu acoperirile de **Fe** și **Fe-Ni** în **lipsa caprolactamei**. Aceste proprietăți ale aliajului **Fe-Ni** cu conținut de caprolactamă au fost teoretic pronosticate, apoi confirmate experimental.

Prin microanaliza calitativa (sonda electronica „CAMECA-M46”) s-a determinat că caprolactama, ca și nichelul, în toată grosimea stratului de Fe-Ni (δ=1,5...1,8 mm) se distribuie uniform, cu excepția zonei de trecere (ieșirea la regimul optim de depunere) unde concentrația de Ni în acest strat este mai înaltă, în comparație cu straturile portante ale aliajului [2]. La densitatea de curent optimală (j_c=50 A/dm²) concentrația de caprolactamă în aliaj atinge circa 4,65% (la concentrația de caprolactamă în electrolyt – 5 g/l).

În rezultatul încercărilor tribologice ale epruvetelor (Oțel 45) restabilite cu acest aliaj (cu conținut de caprolactamă) la frecarea de alunecare pe fonta aliată, au

fost depistate temperaturile (T_{cr}) și sarcinile critice (P_{cr}) pentru care se observa **alunecarea intermitentă** a contracorpului atît pentru aliajul de **Fe-Ni „pur”**, **cît și pentru cel cu conținut de caprolactamă**. Însă valorile coeficienților de frecare pentru aliajul cu conținut de caprolactamă erau mai mici, în comparație cu a aliajului de **Fe-Ni „pur”**. După părerea noastră acest fenomen are loc datorită tezonodistrucției (starea tixotropică) și ieșirii caprolactamei pe suprafețele de frecare dispărîndu-le de contactul metalic direct.

Rezultatele cercetărilor efectuate anterior [1-4] au permis de a presupune că caprolactama, sub acțiunea temperaturii de frecare se va elibera din legăturile de coordonare cu **Fe** și **Ni** (datorită proprietăților tixotropice ale ei), va trece într-o fază lichidă și va ieși pe suprafețele de contactare ale tribocuplului, unde întotdeauna sunt prezenți hidroxizii metalelor corespunzătoare (a aliajului Fe-Ni) și va interacționa cu ei, formînd o structură de coordonare (vezi fig. 1.a și 1.b)

Este bine cunoscut [5] că caprolactama este și o substanță cu proprietăți superficiale destul de active, iar proprietățile ei (ca și a hidroxidului de **Fe** și **Ni**) contribuie la chemosorbție. Catena nepolară de hidrocarbură a caprolactamei are o predispoziție redusă de interacțiune moleculară. Din acest motiv moleculele de caprolactamă se vor concentra pe suprafețele de separare a fazelor și probabil se vor orienta cu grupele lor amidice spre hidroxidul de fier și nichel, iar cu radicalii carbonici în aer astfel formînd o „**șubă**” (vezi fig.1.a și 1.b). Particulele cu dispersie fină a produselor de uzură, precum și hidroxizii metalelor (în cazul nostru **Fe(OH)₃** și **Ni(OH)₂**), învăluite în „șuba” moleculelor de caprolactamă vor umplea golurile dintre microaspiritațiile de pe suprafețele de frecare și vor forma o peliculă de lubrifiere între suprafețele de contractare, care vor conduce la reducerea considerabilă a uzării acoperirilor de **Fe-Ni** și a materialului contracorpului.

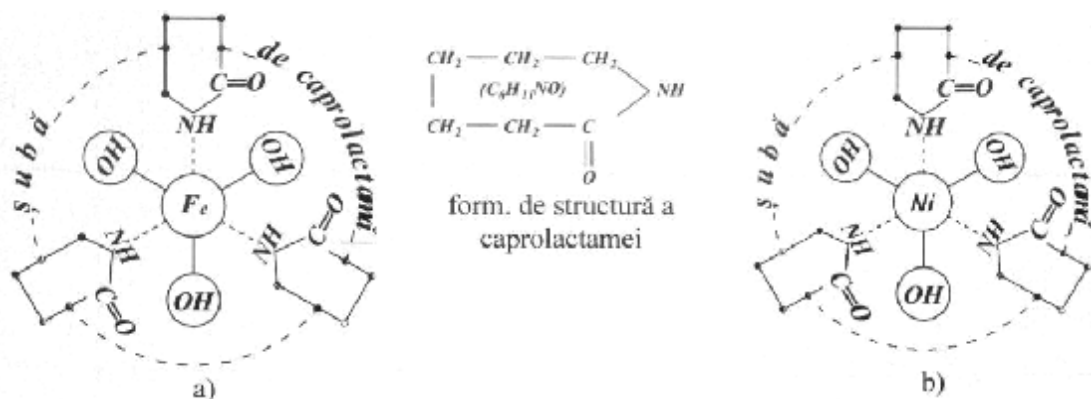


Fig. 1. Structura de coordonare a caprolactamei cu hidroxidul de Fe (1.a) și hidroxidul de Ni (1.b)

Reieșind din cele expuse mai sus, a fost elaborat modelul fizic de autolubrifiere a contactului tribologic cu acoperiri de **Fe-Ni** în baza caprolactamei (vezi fig. 2).

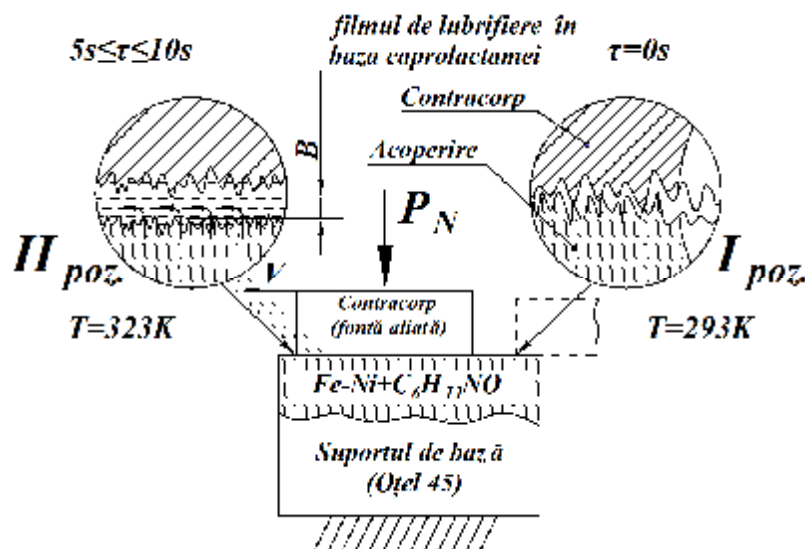


Fig. 2. Modelul fizic de autolubrifiere a contactului tribologic „acoperire de Fe-Ni cu caprolactamă – fontă aliată.”

În perioada inițială de demarare a contracorpului (fig.2. poz.I) la alunecarea microneregularităților suprafeței lui pe microneregularităților aliajului de Fe-Ni (cu conținut de caprolactamă) are loc deformația plastică reciprocă a vîrfurilor neregularităților ambelor elemente în frecare, care conduce la majorarea temperaturii de frecare. Gradientul acestei temperaturi este îndreptat atît în adîncimea contracorpului cît și în adîncimea acoperirilor de Fe-Ni cu conținut de caprolactamă. Sub acțiunea acestei temperaturi caprolactama termodistructează (se eliberează de legăturile complexe cu hidroxizii de fier și nichel), trec în stare vîscozitară (proprietate tixotropica), iese pe suprafețele de frecare, umple adînciturile microneregularităților și, în cele din urmă, formează un film de lubrifiere în baza caprolactamei (fig.2. poz II), care îndepărtează vîrfurile microneregularităților ambelor suprafețe unele de altele, evitînd contactul metalic al suprafețelor în frecare, prevenind uzura lor și griparea cuplului tribologic. Grosimea („b'”) a peliculei termogenerate (fig.2.,poz. II) în baza caprolactamei, în dependență de forța de solicitare (P_N) a contactului, se poate schimba de la 1 pînă la 10 μm (măsurările s-au efectuat prin metoda capacitativă, elaborată de dr.șt.tehn Gh. Poștaru).

Semnificația practică a acoperirilor: Cu aceste acoperiri (Fe-Ni+C₆H₁₁NO), la regimurile optime de electroliză ($j_c = 50 \text{ A/dm}^2$, pH=0,8...1,1 și $T_{el} = 313 \text{ K}$), au fost restabilite camele a 10 arbori distribuitori a motoarelor cu ardere internă a autoturismelor VAZ – 011 și a 20 de cămeși ale blocurilor de compresoare ale autocarelor IKARUS-259 și apoi au fost supuse încercărilor de exploatare pe teritoriul R. Moldova (100 mii km – pentru motoarele VAZ și 60 mii km – pentru autocarele IKARUS – 259). În rezultatul acestor încercări de

exploatare reală a pieselor , restabilite cu acoperiri electrolitice de **Fe-Ni+C₆H₁₁NO**, s-a apreciat că **coeficientul de funcționare (K_{af})** a lor a atins valorile de 1,9...2,1, ceea ce înseamnă, că durata lor de funcționare, în mediu a fost de două ori mai înaltă decât a acoperirile de Fe-Ni „pure” în absența caprolactamei.

Acoperirile cu conținut de caprolactamă își pot găsi aplicarea lor la recondiționarea suprafețelor uzate ale tribocuplurilor cu **regim limită de lubrifiere**, sau **în absența lubrifianților**, când lubrifierea din exterior practic nu poate fi realizată: exploatarea în vid, ungerea tribocuplurilor ale mașinilor din industria alimentară și a mașinilor din industria poligrafică, etc.

Acoperirile de **Fe-Ni** cu proprietăți de autolubrifiere pot fi utilizate și pentru piesele tribocuplurilor care se lubrifiază și prin aducerea forțată a uleiului din exterior, mai cu seamă în condiții de exploatare a mașinilor la temperaturi joase (sub 0°C). De pildă la demararea motoarelor cu ardere internă (și nu numai), în timp de iarnă, uleiurile (**MI 10, M12V** ș.a.), în pofida viscozității joase ale lor, timp de 10...15 sec nu ajunge în zona de frecare a tribocuplelor și suprafețele de contactare se uzează cel mai intensiv. Însă utilizarea acoperirilor de **Fe-Ni** cu conținut de caprolactamă, datorită realizării mecanismului de autolubrifiere descris anterior în baza caprolactamei trece în stare lichidă (proprietate tixotropică), iese pe suprafețele de frecare și formează o peliculă cu proprietăți foarte eficiente de lubrifiere, dispărând suprafețele juvenile ale elementelor în frecare și **protejându-le din start de uzura intensivă a lor** (practic, se exclude contactul metalic direct)

Concluzii

1.A fost elaborat modelul fizic de autolubrifiere și uzare a acoperirilor de Fe-Ni cu conținut de caprolactamă (C₆H₁₁NO), bazat pe proprietățile tixotropice ale caprolactamei termogenerate pe suprafețele de frecare ale tribocuplului „Fe-Ni + caprolactama – fontă aliată”;

2.Acoperirile obținute (Fe-Ni+C₆H₁₁NO) pot fi utilizate pentru recondiționarea și durificarea suprafețelor uzate ale elementelor tribocuplelor mecanice, care funcționează în regim limită de lubrifiere, sau în lipsa lubrifianțului, când aducerea lui din exterior, practic este imposibilă (exploatarea în vid);

3.Încercările de exploatare ale arborilor distribuitori și a cilindrilor blocurilor de compresoare, recondiționate și durificate cu acoperiri de Fe-Ni cu conținut de caprolactamă, au confirmat rezultatele cercetărilor experimentale de laborator și ne permit de a recomanda spre implementare pe o scară mai largă, în industria de reparația a R. Moldova, a a acoperirilor de Fe-Ni cu proprietăți de autolubrifiere, în baza caprolactamei.

Bibliografie

1. Patent Nr. 1790635 a. 1992). Electrolit dlea osajdenia splava jelezo-nicheli. Kalmuțchii, V., Roșcovan, Gh., Stoicev, P., Javgureanu, V., BI Nr.3, opubl. 23.01.93.
2. Stoicev, P.. Durificarea și recondiționarea organelor de mașini cu acoperiri electrolitice rezistente la uzură. Autoref. tez.dr.hab.,U.T.M.,Chișinău, 2001, 50p.
3. Stoicev, P., Palancică, V., Rusu, V., Topală, P., Bălănici, Al. ș.a. Prognozarea duratei de funcționare tribologică a pieselor, durificate cu acoperiri de fier electrolitic cu proprietăți de autolubrifiere. MERIDAN INGINERESC, nr.4 U.T.M., 2008, p. 34-40.
4. Roșcovan, Gh.. Vosstanovlenie avtotraktorny'h detaley samosmazy'vayusch'misya jelezo-nikelevy'mi pokry'tiyami. Dis cand. tehn.nauk. Kishine'u, 1992,179 s.
5. Kre'chiun, A.T., Moraru, V.E., Tverdy'e smazochny'e materialy' na osnove kaprolactame. Izd. „Shtiința”, Kishine'u, 1988, 117 s.

CZU:

TECHNICAL CHARACTERISTICS OF ELECTROLYTIC ALLOY Fe-Ni WITH AUTOLUBRICATION PROPERTIES

Petru Stoicev, Professor, Doctor Habilitat; **Gheorghe Roșcovan**, PhD;
Rodion Radu, Associate Professor, PhD; **Victor Palancica**, post-graduate student;
Nicolae Martiniuc, Professor, Doctor Habilitat
(Technical University of Moldova, Chisinau, Moldova)
Pavel Topala, Professor, Doctor Habilitat; **Alexandru Balanici**, Associate
Professor, PhD; **Alexandr Ojegov**, post-graduate student
(Alecu Russo Balti State University, Moldova)

This paper contains technical characteristics of electrolytic alloy Fe-Ni with autolubrication properties based on caprolactam. Theoretical premises for elaboration of obtained alloy Fe-Ni have been confirmed through the exploitation tests under real pieces restored with Fe-Ni depositions with autolubrication properties.

Prezentat la redacție la 05.11.09