

CZU:621.7.029

## **PREMIZELE TEORETICE DE UTILIZARE A CAPROLACTAMEI, PRIVIND OBTINEREA ACOPERIRILOR ELECTROLITICE DE FIER CU PROPRIETĂȚILE DE AUTOLUBRIFIERE**

**Petru Stoicev - dr.hab., prof., Rodion Radu - dr., conf., Gamrețki Igor - masterand**  
(Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova)

**Topală Pavel - dr.hab., prof., Balandin Anton - doctorand, Ojegov Alexandr - doctorand**  
(Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, Republica Moldova)

În rezultatul cercetărilor teoretice au fost stabilite premisele teoretice de utilizare a caprolactamei pentru obținerea acoperirilor electrolitice de fier cu proprietățile de autolubrifiere în baza proprietăților tixotropice ale caprolactamei și interacțiunea ei cu materiale hidroxizi.

Deoarece, pe scară mondială, industria constructoare de mașini se dezvoltă într-un ritm sporit, perfectarea funcționării agregatelor, subansamblurilor, suprasolicitarea lor din punct de vedere al vitezelor de funcționare și a capacității portante, utilizarea materialelor impun cercetătorii să perfecționeze procedeele existente și să elaboreze altele noi, mai eficiente, de menținere a aptitudinii de funcționare a acestora la nivelul celor noi sau chiar și săl depășească.

Natura uzării și specificul condițiilor de funcționare a organelor de mașini impune aplicarea celor mai diverse procedee de recondiționare ale acestora (metalizarea, încărcarea prin sudare, depunerea prin pulverizare, depunerea acoperirilor electrolitice ș.a).

Pentru organele de mașini cu uzură redusă (până la 0,2...0,3 mm) cel mai acceptabil este procedeul galvanic de depunere a acoperirilor metalice rezistente la uzura, care se deosebește de alte procedee printr-un șir de avantaje [1]: posibilitatea de a restabili concomitent un număr mare de piese; lipsa acțiunii termice asupra pieselor care ar putea provoca schimbări structurale în straturile superficiale; aplicarea acoperirilor cu proprietăți prescrise diferențiate chiar și în grosimea stratului depus, datorită schimbării regimului de depunere a acoperirilor; posibilitatea de automatizare a procesului; obținerea straturilor de dimensiuni prescrise, ceea ce permite reducerea cheltuielilor pentru prelucrarea mecanică, iar în unele cazuri – excluderea totală a acesteia.

Perspectiva procedului de recondiționare și de durcisare a organelor de mașini cu acoperiri electrolitice de fier și cu aliaje pe baza acestuia se menționează într-un șir de lucrări [2, 3, 4 ș.a]. La general, aceste acoperiri satisfac cerințele industriei de reparații, iar majorarea, în continuare, a rezistenței la uzură a lor va permite să se mărească considerabil durata de funcționare a cuplurilor de frecare și să se extindă nomenclatura pieselor recondiționate.

După cum se știe [5], oricare ar fi procedeul de ameliorare a proprietăților de antifricțiune și antigripare ale suprafețelor recondiționate, practic, este imposibilă excluderea contactării lor în perioada inițială de funcționare (mai ales la demarare). Din acest motiv, pentru a reduce la minimum pericolul de aderență a suprafețelor la contactări forțate, se tinde de a alege materiale compatibile în funcționare, includerea în lubrifianți a componentilor activi, care pot forma pelicule absorbante și chemosorbante de protecție a suprafețelor în frecare.

Este cunoscut că prevederea principală, impusă tuturor materialelor de antifricțiune, este asigurarea coeficientului de frecare minim și a rezistenței înalte la uzură. La general, acestor cerințe le corespund materialele compozite cu proprietăți de autolubrifiere [6], cărora li se impune o cerință suplimentară – aptitudinea de formare pe suprafețele de frecare a unei pelicule continue cu proprietăți de lubrifiere bune și cu energie de adeziune înaltă față de contracorpul metalic.

Despre perspectiva utilizării materialelor cu proprietăți de autolubrifiere și utilizarea lor la soluționarea unor probleme constructive și tehnologice noi, se atrage atenția și în lucrările lui I.V. Kraghelski împreună cu colaboratorii săi [7]. Instalarea elementelor de ungere, executate din materiale cu proprietăți de autolubrifiere (sub formă de piese intermediare), a permis să se realizeze o lubrifiere locală, să se ușureze construcția datorită excluderii sistemului de alimentare cu lubrifianț lichid, să se renunțe la utilizarea materialelor deficitare și să se soluționeze un șir de probleme constructive netradiționale.

În ultimii ani au apărut lucrări științifice [4, 8, 9], care au demonstrat posibilitatea de obținere a acoperirilor electrolitice de fier-nichel cu proprietăți de autolubrifiere în baza caprolactamei [2], a cărei formulă structurală este prezentată în fig. 1.

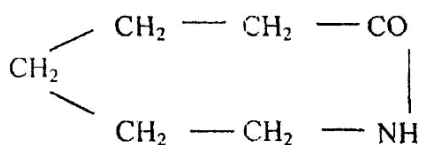


Fig. 1. Formula structurală a caprolactamei.

Cercetările efectuate anterior [4, 8] au demonstrat că includerea caprolactamei în acoperirile de Fe-Ni au permis de a îmbunătăți esențial rezistența la uzură și proprietățile antifricționale ale acoperirilor (mai cu seamă în condiții de frecare „uscată”), datorită proprietăților tixotropice ale caprolactamei. Însă electrolitul elaborat [9] conține sulfat de nichel și este relativ compus, ceea ce conduce la cheltuieli adăugătoare pentru menținerea raportului componential al sărurilor din el ( $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} - 400...450 \text{ g/l}$ ,  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} -$

$35...40 \text{ g/l}$ ,  $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - 2...3 \text{ g/l}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO} - 3...5 \text{ g/l}$ , hidroxilamin -  $0,3...0,5 \text{ g/l}$  și  $\text{HCl} - \text{g/l}$ ).

Din acest motiv, apare necesitatea de a elaborarea un astfel de electrolit, analogic celui de Fe-Ni, care ar fi fost monocomponential și n-ar conține săruri de nichel, care sînt deficitare și scumpe. Noul electrolit ar trebui să conțină caprolactamă pentru a obține acoperiri de fier cu proprietăți de autolubrifiere.

Reieșind din cele expuse mai sus, în continuare, spre experimentare, se va supune electrolitul de următoarea componentă, g/l:

- $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  450...500 (clorură de fier);
- $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  2...5 (sare de sodiu);
- $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}$  3...5 (caprolactamă).

Luând în considerație rezultatele cercetărilor privind obținerea acoperirilor de Fe-Ni cu proprietăți de autolubrifiere [4, 8, 9] și a lubrifianților consistenții în baza caprolactamei [10], s-ar putea presupune, că sub acțiunea temperaturii de frecare, caprolactamă se va termodistructa în acoperirile de fier și, datorită proprietăților sale tixotropice, va trece într-o fază semilichidă și va ieși pe suprafețele de frecare a tribocuplului, unde întotdeauna vor fi prezenți hidroxizii metalelor în contactare (în cazul nostru  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ). Specific pentru topitura de caprolactamă este faptul că ea intră în reacție cu hidroxidul de fier [10] și, probabil, va forma o fază nouă - un sistem coloidal (fig. 2), a cărei structură prezintă o rezistență scăzută la deplasarea reciprocă a suprafețelor de frecare. Această circumstanță a fost confirmată de analiza spectrală în infraroșul [10], care a demonstrat că benzile  $\text{Y}_{(\text{NH})}$  dispar, iar  $\text{Y}_{(\text{C}=\text{O})}$  se

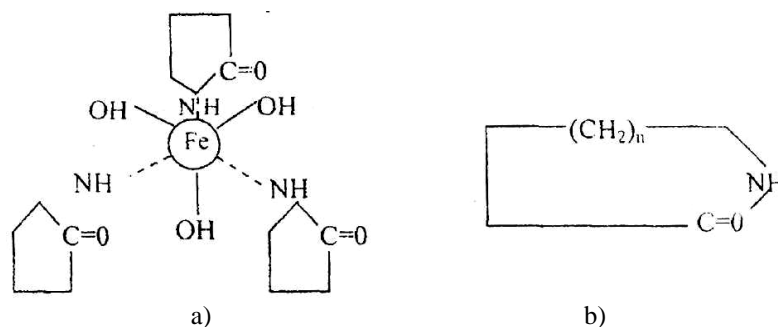


Fig. 2. Legătura de coordonare a hidroxidului de fier cu caprolactamă (a) și formula de structură a acesteia (b).

deplasează în zona frecvențelor joase, ceea ce ilustrează, în mod evident, interacțiunea hidroxidului de fier cu caprolactamă.

Mai mult decât atât, caprolactama joacă rolul unei substanțe superfecial-active, iar proprietățile ei, ca și ale hidroxidului de fier, contribuie la chemosorbție [10]. Catena nepolară de hidrocarbură a caprolactamei are predispoziție scăzută pentru interacțiunea moleculară. Din acest motiv, moleculele de caprolactama se vor concentra pe suprafața de separație a fazelor și, probabil, se vor orienta cu grupul amidic spre suprafața hidroxidului de fier cu radicalii carbonici în aer, formând în felul acesta o „subă”. Particulele cu dispersie fină ale produselor de uzură, învăluite într-o „subă” din molecule de caprolactamă (fig. 2, a), probabil, vor putea să umple spațiul dintre microasperitățile suprafețelor de frecare și să creeze o peliculă, care va conduce la mărirea interstricțiilor dintre suprafețele de frecare, ceea ce, după părerea noastră, ar duce la o reducere considerabilă a uzării acoperirilor de fier și a valorilor coeficientului de frecare.

Așadar, în rezultatul cercetărilor teoretice, se presupune că includerea caprolactamei în acoperirile electrolitice de fier va conduce la realizarea unui sistem tribotehnic cu proprietăți de autolubrifiere, datorită proprietăților tixotropice ale caprolactamei. Această ipoteză trebuie confirmată în continuare prin cercetări experimentale de laborator și de exploatare reală a pieselor recondiționate cu aceste acoperiri.

## BIBLIOGRAFIE

1. МЕЛКОВ, М.П. Твердое осталивание автотракторных деталей. – М.: Изд «Транспорт», 1971.
2. ПЕТРОВ, Ю.Н. Повышение износостойкости электролитических железных покрытий. Сб.н.тр. «Восстановление деталей

электролитическим железом». – Кишинев. Изд. «Штиинца».1987, с. 3-13.

3. ГОЛОГАН, В.Ф. Технологическое обеспечение оптимальных эксплуатационных характеристик восстановленных автотракторных деталей электролитическим железом. Дис. докт. техн. наук. – Кишинев, 1990, 267 с.

4. STOICEV, P. Durificarea și recondiționarea organelor de mașini cu acoperiri electrolitice rezistente la uzură. Teza de doct. hab. în tehnică, Chișinău, 2001, 381 p.

5. СЕМЕНОВ, А.П. Схватывание металлов и методы его предотвращения при трении. – Трение и износ, т. 1, №2, 1980, с.236-246.

6. БЕЛЫЙ, В. А. Проблема создания композиционных материалов и управления их фрикционными свойствами. – Трение и износ, т. 3, №3, 1982, с.389-395.

7. КРАГЕЛЬСКИЙ, Н.В.; ТРОЯНОВСКАЯ, Г.Н.; ЗЕЛЕНСКАЯ, М.Н. Самосмазывающиеся материалы и их применение при решении новых технологических и конструкторских задач. Тез. докл. 2-й Всесоюз. Научн. Конфер.: «Технологическое управление триботехническими узлами машин». – Кишинев, КПИ им. С.Лазо, 1985. - с. 88-89.

8. РОШКОВАН, Г.В. Восстановление автотракторных деталей самосмазывающимися железо-никелевыми покрытиями. Дис. к.т.н. – Кишинев, 1992, 179 с.

9. Патент № 1790635 (СССР). Электролит для осаждения сплава железо-никель. Калмуцкий, В.С., Рошкован, Г.В., Стойчев, П.Н. и Жавгуряну, В.Н. БИ № 3, опубл. 23.01.93.

10. КРАЧУН, А.Г.; МОРАРЬ, В.Е. Твердые смазочные материалы на основе капролактама. – Кишинев. Изд. «Штиинца». 1988, 117 с.

CZU: 621.7.029

**THEORETICAL PRECONDITIONS FOR THE UTILIZATION OF CAPROLACTAM TO  
OBTAIN IRON ELECTROLYTIC COVERINGS WITH AUTOLUBRICATED  
PROPERTIES**

**Stoicev Petru - dr.hab., prof., Rodion Radu - dr., ass.prof.,  
Gamretki Igor - master-degree student**

(Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova)

**Topala Pavel - dr.hab., prof., Balandin Anton - post-graduate student,  
Ojegov Alexandr - post-graduate student**

(Alec Russo Balti State University, Republic of Moldova)

On the basis of theoretical researches theoretical preconditions about an opportunity of use caprolactam for reception of wearproof iron coverings with properties of self-greasing on the basis of tixotropic properties caprolactam and its interactions with hydroxide rubbing materials have been stated.

Prezentat la redacție la 10.12.2010