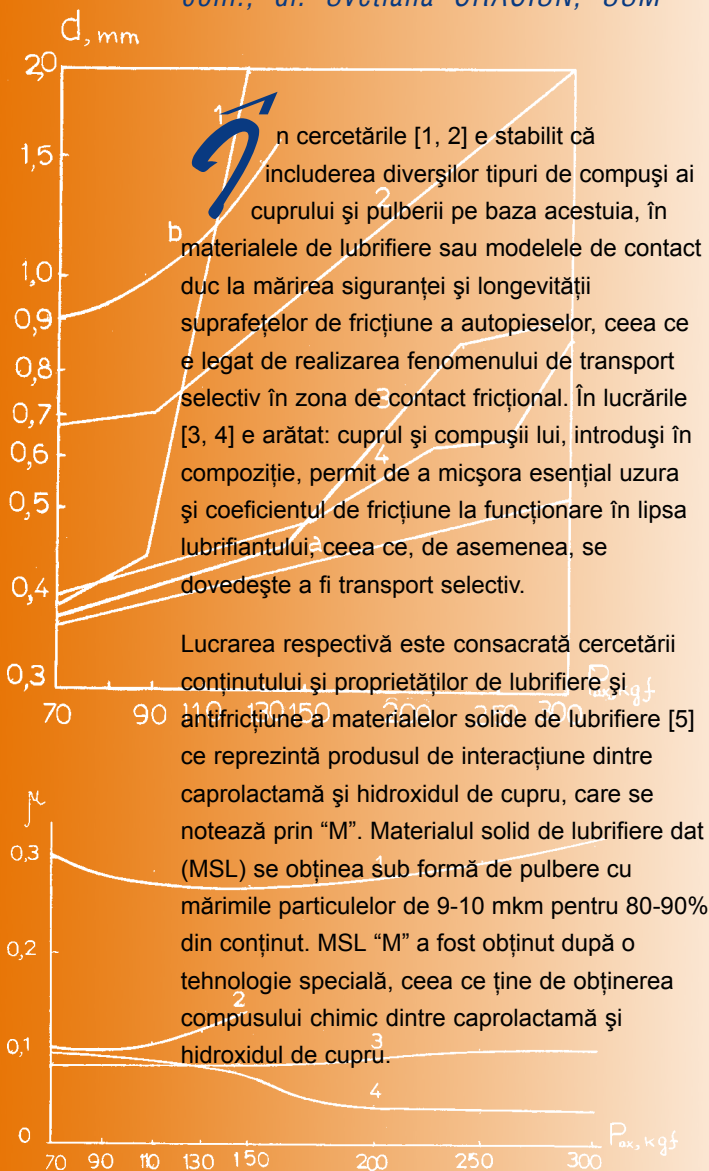


Cercetarea MSL, ce permite realizarea transportului selectiv

conf., dr. ing. Alexandru CRĂCIUN, USM,
conf. Victor MORARU, UTM,
conf., dr. Svetlana CRĂCIUN, USM



În cercetările [1, 2] e stabilit că includerea diversilor tipuri de compuși ai cuprului și pulberii pe baza acestuia, în materialele de lubrifiere sau modelele de contact duc la mărirea siguranței și longevității suprafețelor de fricțiune a autopieselor, ceea ce e legat de realizarea fenomenului de transport selectiv în zona de contact fricțional. În lucrările [3, 4] e arătat: cuprul și compușii lui, introduși în compoziție, permit de a micșora esențial uzura și coeficientul de fricțiune la funcționare în lipsa lubrifiantului; ceea ce, de asemenea, se dovedește a fi transport selectiv.

Lucrarea respectivă este consacrată cercetării conținutului și proprietăților de lubrifiere și antifricțiune a materialelor solide de lubrifiere [5] ce reprezintă produsul de interacțiune dintre caprolactamă și hidroxidul de cupru, care se notează prin "M". Materialul solid de lubrifiere dat (MSL) se obține sub formă de pulbere cu mărimile particulelor de 9-10 mkm pentru 80-90% din conținut. MSL "M" a fost obținut după o tehnologie specială, ceea ce ține de obținerea compusului chimic dintre caprolactamă și hidroxidul de cupru.

Compoziția produsului de interacțiune a caprolactamei cu hidroxidul de cupru se determină prin metoda seriilor izomolare [6] după parametrul pH cu ajutorul pH-metrului (pH 12) pentru soluțiile apoase de CuCl_2 și a caprolactamei – $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}$ cu concentrațiile 0,01 și 0,1M. Soluțiile cu concentrația 0,01M conținutul orientativ al produsului de interacțiune poate fi reprezentat prin formula $[\text{Cu}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO})_4](\text{OH})_2$, iar soluțiile cu concentrația de 0,1M – $[\text{Cu}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO})_6](\text{OH})_2$ (fig.1).

Prezența interacțiunii chimice între hidroxidul de cupru și caprolactamă a fost confirmată cu ajutorul efectuării metodei speciale de analiză spectrofotometrică în IR la spectrofotometrul "Specord-75-IR". Spectrele IR se făceau în regiunea $400-4000 \text{ cm}^{-1}$ cu hidroxidul de cupru, caprolactamă și MSL "M".

Cercetarea roentgeno-structurală a MSL "M" a fost efectuată la instalația URS-60 pe probele sub formă de praf la iradierea molibdenică pe parcursul a două ore. Analiza debaiegramei obținute a demonstrat: compusul nu conține cupru metalic, oxid de cupru (I), ci conține cupru (II) sub formă de hidroxid, ceea ce se confirmă prin unsprezece mărimi a distanțelor dintre suprafețe. Prezența unui șir de alte distanțe dintre suprafețe ne vorbesc despre formarea unui nou compus.

În opinia noastră interacțiunea caprolactamei cu hidroxidul de cupru are loc din contul legăturii donor-acceptor datorită proprietăților electron-donore ale azotului, din molecula caprolactamei, ca rezultat se formează compusul coordinativ al cuprului bivalent.

Hidroxidul de cupru sub formă de praf, caprolactama cristalină, MSL "M" și bisulfura de molibden (produs de firma "Mikrofein", Germania), de asemenea, sub formă de praf în scopul estimării proprietăților lui de lubrifiere și antifricțiune, se cercetau la mașina de fricțiune cu patru bile, în care piramida din trei bile, situată în partea de jos, se legamenta cu sarcina axială P_{ax} la cea de-a patra bilă. Mărimile sarcinii axiale au fost luate următoarele: 70, 90, 110, 130, 150,

200, 250 și 300 kilograme putere. La piramida din trei bile de la bază, care se află în partea de jos a mașinii de fricțiune, se legameta bila de sus, ce se rotea cu o viteză de $75,36 \text{ c}^{-1}$ (720 rot/min), ceea ce corespundea cu viteza de alunecare egală cu $0,26 \text{ m/s}$ în raza de atingere cu bilele de jos. Pe fiecare sarcină axială se înfăptuiau a câte trei experimente, în urma fiecărui experiment din partea de jos a mașinii de fricțiune se scotea lubrifianțul, bilele și se clăteau în benzina B-70, apoi iarăși se instalau în partea de jos și aceasta din urmă se umplea cu compoziție de lubrifianți astfel, încât să acopere bilele amplasate în ea. Bila de sus se rotea într-o poziție nouă. Timpul efectuării unui experiment e de 60 s. Bilele aveau un diametru de $12,7 \text{ mm}$ și au fost confecționate din oțel de marca IIIX-9 cu durabilitatea de 60-62 HRC. La finele experimentului cu ajutorul dinamometrului tensometric se măsura puterea de fricțiune ce apărea pe bilele de jos și care la rândul ei se transformă în coeficientul de frecare – mm, conform formulei de calcul determinate de dimensiunile geometrice a bilelor și părții de jos. Pe parcursul efectuării procesului pe trei bile din partea de jos a mașinii de fricțiune se formează așa - numitele pete de uzură, iar pe bila de sus se forma pata de uzură în formă de inel. Cu ajutorul unei instalații speciale și a microscopului MĂC-2, ce mărește imaginea de 24 de ori, se măsurau diametrele acestor pete de uzură formate pe bilele de jos, atât cele de-a lungul, cât și cele de-a latul. Deci, pe fiecare din sarcinile axiale într-un experiment, diametrul petelor de uzură se determină luând media a șase valori.

Conform datelor experiențelor s-au construit de dependența diametrelor petelor de uzură de sarcinile axiale $d = f(P_{ax})$, care caracterizează proprietățile de antiuzură a compozițiilor cercetate (fig.2), precum și dependența valorilor coeficientului de frecare de sarcinile axiale – $\mu = f(P_{ax})$ (fig.3), ce caracterizează proprietățile de antifricțiune a compozițiilor cercetate.

În fig. 2 curba "b" reprezintă dependența diametrelor petelor de uzură de sarcină axială P_{ax}

la funcția mașinii de fricțiune cu patru bile fără material lubrifianț pe bile - la fricțiune "uscată", iar curba "a" - este linia Hertz - reprezentând valorile diametrelor petelor elastice de pe bilele de jos la unirea sarcinii axiale. Ea se obține prin metoda de calcul după formula Hertz.

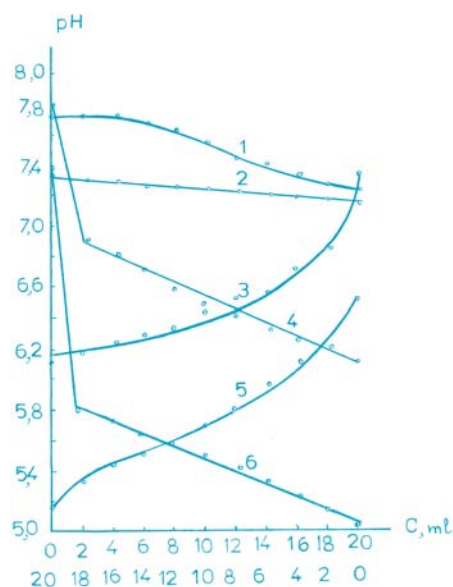


Fig. 1. Serii izomolare pentru soluțiile apoase: 1 – CL 0,1M; 2 – CL 0,01M; 3 – $\text{CuCl}_2 + \text{CL } 0,01\text{M}$; 4 – $\text{CuCl}_2 \text{ CL } 0,01\text{M}$; 5 – $\text{CuCl}_2 + \text{CL } 0,1\text{M}$; 6 – $\text{CuCl}_2 + \text{CL } 0, 1\text{M}$.

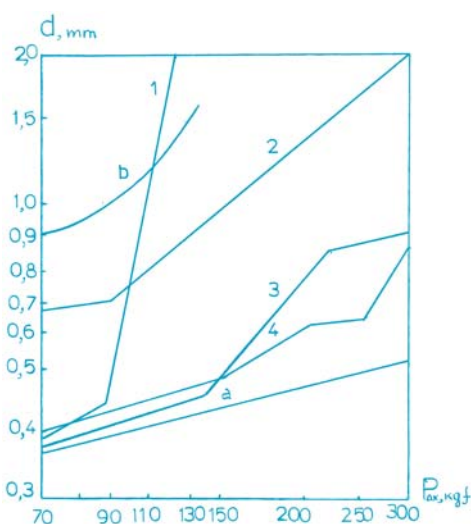


Fig. 2. Dependența diametrelor petelor de uzură de sarcină axială pentru diverse materiale: 1 – caprolactamă ($\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}$); 2 – hidroxid de cupru ($\text{Cu}(\text{OH})_2$); 3 – MSL "M"; 4 – bisulfură de molibden.

Caracterul frântelor uzură-sarcină (fig. 2) ne-a permis să facem concluzia despre faptul, că MSL "M" - este un compus chimic, la care are loc mărirea bruscă a sarcinii critice (sarcina de gripare) P_{cr} cu valorile de la 90 până la aproximativ 135-138 kF. Schimbarea suprafețelor de fricțiune în prezența acestuia de asemenea se micșorează brusc în comparație cu caprolactama (frântura 1) și hidroxidul de cupru (frântura 2). MSL "M" cu sarcinile mijlocii de până la $P_{ax} = 135-138$ kF, este mai efectiv decât același material de lubrifiere ca bisulfura de molibden (frântura 4). După proprietățile sale de antifricțiune (fig. 3) MSL este mai puțin efectiv ca bisulfitul de molibden.

În procesul de cercetare a fost determinat că MSL "M" permite de a realiza procesul transferului selectiv, precum interacțiunea eliminării cuprului depinde de mărimile sarcinii axiale, legamentate la unghiul de fricțiune, ea se mărește odată cu creșterea sarcinii axiale. În procesul experimentului de un minut pelicula de cupru se depune nu numai pe suprafețele petelor de uzură, dar și pe marginile lor, atât pe bilele de jos, cât și pe cele de sus. Petele de uzură se obțineau de o formă geometrică strictă a unui cerc fără urme de prindere și gripare.

În procesul transformărilor tribochimice se formează radicalul:

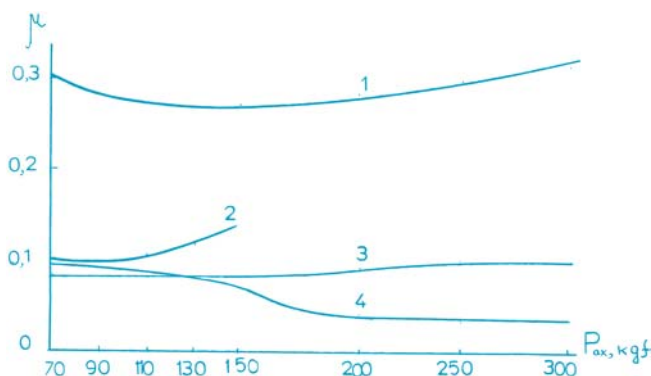
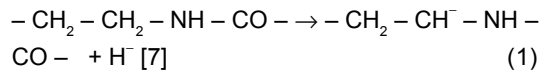


Fig. 3. Dependenta mării coeficientului de uzură de sarcină axială în prezența diverselor materiale:

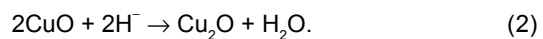
1 – hidroxid de cupru; 2 – caprolactamă;
3 – MSL "M"; 4 – bisulfură de molibden.



Astfel, precum se vede: se elimină hidrogenul atomic H^{\cdot} . Transformarea ulterioară a radicalului, evidențiată printr-un dreptunghi, are loc procesul destrucției mecanice cu eliminarea oxidului de carbon CO.

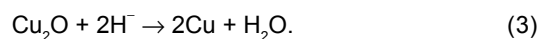
Temperatura în zona contactului de fricțiune - un factor hotărâtor ce determină reducerea cuprului din praful MSL "M", care are loc în rezultatul transformărilor tribochimice ale hidrocarburilor.

Hidrogenul atomic, eliminat în rezultatul transformărilor radicalului, interacționând cu oxidul de cupru (II), îl reduce până la oxid de cupru (I):

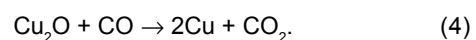


Reducerea oxidului de cupru (I) este un proces cu multe trepte, care constă din adsorbția reducătorului, distrugerea plasei cristaline primare de cupru, precum și desorbției produșilor gazoși ai reacției [8].

Apoi reducerea cuprului (I) pe suprafața din oțel poate fi reprezentată prin ecuația reacției:



Procesele descrise de ecuațiile reacțiilor (2) și (3) se realizează la temperaturi înalte în zona contactului de fricțiune. La temperaturi mult mai joase procesul de reducere a monoxidului de cupru poate avea loc cu ajutorul oxidului de carbon, eliminat la transformările tribochimice a radicalului $-CH_2 - CH^{\cdot} - NH - CO -$ și se exprimă prin ecuației:



La formarea straturilor de limită de proveniență adsorbantă ce micșorează fricțiunea și uzura, au o contribuție esențială temperatura de pe suprafața straturii plasat, componenții activi ai materialului de lubrifiere, produșii transformărilor tribochimice.

BIBLIOGRAFIE

1. Ārđęóitā Ā.Ā., Ęđřāleūņęčē Ā.Ā., Āiē ēiā Ā.Ā. Āčāčđřňlęūiūē d'đlīn ā óęērō n'đlīč'. – Ę.: Nđřīnđīđň, 1969, 104 n.
2. Āiāūřlīčl čęlīnīnīēęiňņč lř iňlīāl čęāčđřňlęūiūē d'đlīnīř (Āiā đlā. Ārđęóitāř Ā.Ā.). – Ę.: Ęřčlīnīnđlīčl, 1977, n. 88-90ā 105-107.
3. Āleūē Ā.Ā., Nāčđčālīņē Ā.Ā., Ālīnđlęiālo Ę.Ā., Nřāęčl Ā.Ā. Nđlīčl č čęlīn ēřňlđč-řēiā lř iňlīāl d'řēčēlđiā. – Ęčlīņē: lřóęř č nīđlīčř, 1976, 432 n.
4. Āleūē Ā.Ā., Ęčđlīāč- Ā.N., Āčl-óę Ę.N. Ę ālđđlīnō l ēlīnīnđōčđlīāřlčč óęēiā nđlīč' n čňđlēūčlāřlčlē ýđđlēňř čęāčđřňlęū- iūē d'đlīnīř. Ā nā.: Āčāčđřňlęūiūē d'đlīn d'đč nđlīčč č ýęlīēč-iňňū. – Ę.: ĘĀĀĀĀ, 1972, n. 87-90.
5. Ā. c. NĀNĀĐ ā819159. ĘĘĀ N10Ū 7/02. Nālđāūē nēřčl-iūē ēřňlđčřē. Āiāiā Ā.Ā., Ęđř-óil Ā.N., Ęđř-óil Ā.Ā., Ęlđřđū Ā.Ā., Āđóđčň Ę.Ę. Āņēē. čęlāđ. ā13, 1981, n. 104.
6. Āóēřňiā Ę.Ā., Ęřēčlęčl Ā.Ā. Āđřēņč+līņęl đđęlāiāňňāi đl ólňlęlēlđčēlňđč+līņęčē č nđlęňđlōiňlēlňđč+līņęčē ēlīnīāřē řlřēččř. – Ę.: Ōčēč', 1972, 1972, n. 190.
7. Ārđřēāiēl Ā.Ę. Ęlđřlřđčēč' āūňlęlēl- ēlēóē đlūđ nřlāčlīčlē. – Ę.: Ōčēč', 1971, n. 19-20.
8. Ālīnđóilčl Ā.Ā. Ōčęčęř-đčēč+līņęčl đđlōlīňū đđč đřēęl. – Ę.: Āūňř' řęlēř, 1972, n. 89, 90, 103-122.

SUMMARY

The composition, tribological properties and the mechanism of selective copper transfer on friction surfaces, obtained for solid lubricant on the basis of caprolactam have been studied, and the results are presented.



Pătura de ozon care protejează planeta noastră de razele solare ultraviolete este o amenințare reală. Și dacă până nu demult se vorbea de subțierea acestuia doar la poluri, iată că situația referitoare la acest capitol se profilează și mai amenințătoare. Un studiu recent efectuat de un grup de cercetători austrieci confirmă o diminuare progresivă a ozonului și deasupra... Alpilor! Măsurătoarele efectuate în Alpii elvețieni, la o altitudine de 3 576m, înregistrându-se o ușoară creștere a fluxului de raze ultraviolete-B, cu aproximativ 1% pe an. Această creștere a fluxului de raze UV-B este corelată cu diminuarea de 3% a ozonului din stratosfera emisferei nordice. Nu încapă nici o îndoială că o situație asemănătoare poate fi înregistrată și în alți munți: Himalaia, Pamir etc. Aceste rezultate sunt cu atât mai alarmante, cu cât se știe că intensificarea radiațiilor UV-B au drept consecință creșterea numărului de cancer al pielii.