

Invenția se referă la materiale de lubrifiere și poate fi utilizată pentru ungerea diferitor subansambluri de frecare suprasolicitate, precum și în calitate de aditivi în componența lubrifianților consistenți sau materialelor tehnologice de lubrifiere pentru prelucrarea mecanică a diferitor metale și aliajelor lor.

Este cunoscut un șir de materiale solide de lubrifiere, utilizate pentru ungerea diferitor subansambluri de frecare, precum și în calitate de aditivi în componența lubrifianților consistenți sau materialelor tehnologice [1, 2].

Dezavantajul acestor materiale constă în aceea că ele nu posedă proprietăți suficient de înalte din punct de vedere al antiuzurii și antigripării pe suprafețele de contact la frecare.

Cel mai apropiat după compoziție și rezultatul obținut este lubrifianțul solid de placare a metalelor [3], care conține caprolactamă și hidroxid de cupru în următorul raport cantitativ, % mas.:

caprolactamă	50...70
hidroxid de cupru	30...50.

Dezavantajele acestui material de lubrifiere sunt proprietățile de antiuzură și antigripare insuficiente, în special în subansamblurile de frecare suprasolicitate în condiții de exploatare dure.

Problema invenției constă în sporirea proprietăților de antiuzură și antigripare ale materialului solid de lubrifiere.

Esența invenției constă în aceea că se propune un material solid de lubrifiere, ce conține caprolactamă și hidroxid de cupru, și care conține suplimentar acetilacetonat de cupru în următorul raport cantitativ al componentelor, % mas:

caprolactamă	49,5...69
hidroxid de cupru	30...50
acetilacetonat de cupru	0,5...1,0.

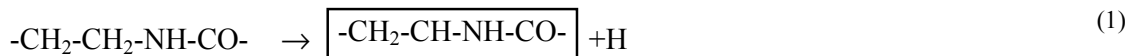
Rezultatul invenției constă în sporirea proprietăților de antiuzură și antigripare ale materialului de lubrifiere propus: sarcina critică de lucru ( $P_{cr}$ ), sarcina de sudare ( $P_{sud}$ ) și indexul de gripare (uzură) a materialului elaborat este mai mare decât la soluția cea mai apropiată corespunzător de 1,35; 1,40 și 1,31 ori. Uzura suprafeței de frecare în prezența materialului lubrifianț propus este de 1,1-1,2 ori mai mică decât la soluția cea mai apropiată.

Rezultatul obținut este cauzat de faptul că în procesul de frecare pelicula de cupru în prezența lubrifianțului solid propus de placare a metalelor are durabilitatea mai avansată la comprimare în subansambluri, prin aceea că conține hidroxid de cupru și suplimentar acetilacetonat de cupru, care contribuie la mărirea proprietăților de antiuzură și antigripare ale lubrifianțului solid elaborat.

La introducerea în compoziția lubrifianțului a acetilacetonatului de cupru, pelicula de cupru în zona de contact se formează în urma transformării tribochimice ale complexului.

Atomii de cupru care se formează în timpul actului elementar formează pelicula cu structură cristalină, doar în acele locuri, unde este energie de contact suficientă pentru decurgerea acestei reacții.

Procesul transformărilor tribochimice ale amidei:

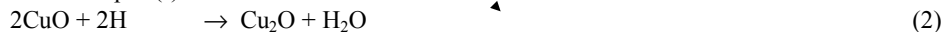


Astfel, precum se vede, se elimină hidrogenul atomic H, cu transformarea ulterioară a radicalului, evidențiată printr-un dreptunghi, în procesul distrucției mecanice cu eliminarea oxidului de carbon CO.

Temperatura în zona contactului de fricțiune este un factor hotărâtor, ce determină reducerea cuprului din praful lubrifianțului solid de placare a metalelor, care are loc în rezultatul transformărilor tribochimice ale hidrocarburilor.

Reducerea oxidului de cupru (I) este un proces cu multe trepte, care constă în absorbția reducătorului, distrugerea plasei cristaline primare de cupru, precum și desorbția produselor gazoase ale reacției.

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

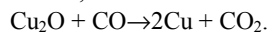


Apoi reducerea cuprului pe suprafața din oțel poate fi reprezentată prin ecuația reacției:



Procesele descrise prin ecuațiile reacțiilor (2) și (3) se realizează la temperaturi înalte în zona contactului de fricțiune.

La temperaturi mult mai joase procesul de reducere a monooxidului de cupru poate avea loc cu ajutorul oxidului de carbon, eliminat la transformările tribochimice a radicalului  $\text{CH}_2-\text{CH}-\text{NH}-\text{CO}-$  și se exprimă prin ecuația reacției:



La formarea straturilor limită de proveniență absorbantă, ce micșorează fricțiunea și uzura, au o contribuție esențială temperatura de pe suprafața stratului placat, componentele active ale materialului de lubrifiere, produsele transformărilor tribochimice.

Exemplu de realizare a invenției.

Pentru pregătirea lubrifianțului solid de placare a metalelor conform invenției s-au pregătit trei compoziții (tab.1). Hidroxidul de cupru se obține, de exemplu, din  $\text{CuCl}_2$  la interacțiunea cu KOH sau NaOH prin spălarea precipitatului depus cu apă potabilă (sau tehnică) până la pH 6...7. Precipitatul se fierbe împreună cu soluția de 30% caprolactamă timp de 5...6 ore până la eliminarea intensivă a aerului din masa omogenă, apoi se adaugă praf de acetilacetonat de cupru și masa se amestecă minuțios. Produsul se usucă, se macină și se trece printr-o sită cu dimensiunea de 5...6  $\mu\text{m}$ . Materialul solid de lubrifiere obținut este gata pentru utilizare.

Toate compozițiile au fost experimentate la instalația de frecare cu patru bile cu scopul evaluării proprietăților de antiuzură și antigripare. Durata unui experiment este de 60 s. Bilele cu diametrul de 12,7 mm sunt confecționate din oțel IIIX-9. Frecvența de rotație a bilei constituie  $720 \text{ min}^{-1}$ . Pentru fiecare compoziție la fiecare sarcină axială se efectuau câte trei experimente. După fiecare experiment se măsoară diametrul petelor de uzură, care s-au format pe bilele inferioare cu ajutorul microscopului МБС-2.

Rezultatele experimentelor sunt prezentate în tab. 2 și 3.

Tabelul 1

Denumirea componentelor	Compoziția amestecurilor, % mas.		
	1	2	3
Caprolactamă	49,50	59,25	69,00
Hidroxid de cupru	50	40	30
Acetilacetona de cupru	0,50	0,75	1,00

Tabelul 2

Sarcina axială, $P_{ax}$ , N	Diametrele petelor de uzură, mm			
	Soluția cea mai apropiată	1	2	3
700	0,39	0,37	0,36	0,35
900	0,41	0,38	0,36	0,36
1100	0,43	0,40	0,39	0,37
1300	0,50	0,43	0,42	0,40
1500	0,51	0,52	0,50	0,48
2000	0,78	0,60	0,58	0,56
2500	0,88	0,75	0,73	0,69
3000	0,95	0,85	0,83	0,79

Sarcina critică de lucru (sarcina de gripare) ( $P_{cr}$ ) se determina după construirea tribogramelor pentru soluția cea mai apropiată și pentru lubrifianțul propus de placare a metalelor.

Tabelul 3

Indicii	Soluția cea mai apropiată	Lubrifianțul solid de placare a metalelor elaborat
Sarcina critică, $P_{cr}$ , N	1410	1950
Sarcina de sudare, $P_{sud}$ , N	2510	3520
Index de gripare (uzură), $I_{uz}$	54,3	71,2

Sarcina de sudare  $P_{sud}$  a fost determinată experimental, iar indexul de gripare ( $I_{gr}$ ) prin calcule.

În baza experimentelor efectuate s-a stabilit că începând cu  $P_{ax} = 700 \text{ N}$  pe calea de frecare a bilei superioare se generează pelicula de cupru, iar cantitatea de cupru eliminată se mărește odată cu mărirea sarcinii axiale. Începând cu  $P_{ax} = 1500 \text{ N}$  pelicula de cupru se generează și pe bilele inferioare, atât pe petele de uzură, cât și în apropierea lor. În toate experimentele procesul de frecare decurge lent, fără salturi și sunete străine. Suprafețele petelor de uzură nu au urme de ruptură, de gripare și sudare. Petele de uzură au formă geometrică regulată.

Analizele rezultatelor experimentale ale lubrifianțului solid propus de placare a metalelor permite de a trage următoarele concluzii:

- 1) După proprietățile analizate lubrifianțul solid de placare a metalelor conform invenției depășește soluția cea mai apropiată de 1,35 ori.  $P_{cr} = 1400 \text{ N}$  (soluția cea mai apropiată) și  $P_{cr} = 1900 \text{ N}$  (lubrifianțul solid de placare a metalelor elaborat).
- 2) După proprietățile de antiuzură lubrifianțul solid de placare a metalelor conform invenției depășește de 1,1-1,2 ori soluția cea mai apropiată.