

# INFLUENȚA CONCENTRAȚIEI DE CAPROLACTAMĂ DIN ELECTROLIT ASUPRA POLARIZĂRII CATODULUI OȚEL 45 LA DEPUNEREA ACOPERIRILOR DE FIER ELECTROLITIC

Eugeniu UNGUREANU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** A fost studiată cinetica procesului de depunere a acoperirilor galvanice de fier și influența concentrației de caprolactamă din electrolit asupra distribuției curbelor de polarizare a catodului fabricat din Oțel 45. S-a demonstrat experimental, că majorarea concentrației de caprolactamă din electrolit deplasează potențialul de depunere a fierului la catod înspre valorile mai negative ale lui, defavorizând procesul de depunere a ionilor de fier la catod, pe când majorarea temperaturii electrolitului cu conținut de caprolactamă conduce la deplasarea înspre valorile mai pozitive a potențialului catodic. A fost apreciată concentrația rațională a caprolactamei în electrolit și fixată temperatura optimă de depunere a acoperirilor de Fe din electrolitul „rece” ( $T \leq 313$  K) cu conținut de caprolactamă.

**Cuvinte cheie:** caprolactamă, electrolitic, acoperiri electrolitice, proprietăți tixotropice, autolubrifiere, chemosorbție.

## Introducere

Este cunoscut faptul că, actualmente, pe scară mondială industria constructoare de mașini (inclusiv și cea de reparație) se dezvoltă într-un ritm foarte sporit prin perfectarea funcționării agregatelor și subansamblurilor, suprasolicitarea lor din punct de vedere al vitezelor de funcționare și a capacității portante ale lor. Din acest motiv utilizarea materialelor noi impun cercetătorii să perfecționeze procedeele existente și să elaboreze altele moderne, mai eficiente, pentru menținerea aptitudinii de funcționare a acestora la nivelul celor noi, sau chiar și să le depășească.

Perspectiva de dezvoltare a procedeelor de recondiționare și de durificare a suprafețelor pieselor de mașini cu acoperiri electrolitice de fier și cu aliajele în baza acestuia, se menționează într-un șir de lucrări științifice [1, 2, 3, 5 ș.a.]. Integral, aceste acoperiri electrolitice satisfac cerințele industriei de reparație a pieselor uzate, însă majorarea de mai departe a rezistenței la uzură a lor va permite să se mărească considerabil durata de funcționare a suprafețelor de contactare a elementelor tribocuplelor și să se extindă esențial nomenclatura pieselor recondiționate. Lucrările științifice apărute în anii 1985 – 2001 [3 -5] au permis de a elabora electroliti și tehnologii mai noi pentru obținerea (depunerea) acoperirilor de fier- nichel cu proprietăți de autolubrifiere în baza caprolactamei [4].

Cercetările efectuate anterior de P. Stoicev [3] și Gh. Roșcovan [4] au demonstrat că includerea caprolactamei în acoperirile de Fe- Ni, a permis de a îmbunătăți esențial rezistența la uzare și proprietățile de antifricțiune (mai cu seamă în condițiile procesului de frecare „uscată”) ale acestor acoperiri, datorită proprietăților tixotropice ale ei [7]. Însă electrolitul elaborat [6] conținea sulfat de nichel, care-i foarte costisitor și conduce la cheltuieli suplimentare pentru menținerea coraportului necesar și multicomponențial al sărurilor din el (clorura de fier  $\text{Fe Cl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} - 400... 450$  g/l, sulfat de nichel  $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} - 35 ... 40$  g/l, sare de sodiu  $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} - 2 ... 3$  g/l, hidroxilamină – 0,3 ... 0,5 g/l, caprolactamă  $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO} - 3 ... 5$  g/l și acid clorhidric – 1 g/l).

Reieșind din acest motiv, autorii lucrării [8] au argumentat necesitatea de a elabora un alt electrolit, nou, cu o componentă mai redusă a numărului de săruri, excluzând neapărat din el sulfatul de nichel și hidroxilamina care, cum s-a constatat anterior, sânt mai deficitare și costisitoare. Ca urmare s-a propus de a pune în cercetare electrolitul cu o componentă mai redusă a numărului de săruri din el [8]:  $\text{Fe Cl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O} - 400 ... 450$  g/l - clorura de fier,  $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} -$  sare de sodiu 2 ... 5 g/l,  $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO} -$  caprolactamă 3 ... 6 g/l și HCl – acidul clorhidric 1g/l, pentru optimizarea cantitativă a componentelor indicați.

Însă aceste cercetări preconizate n-au fost realizate în continuare și din acest motiv ele au fost preluate de autorul acestei lucrări.

Însă aceste cercetări preconizate n-au fost realizate în continuare și din acest motiv ele au fost preluate de autorul acestei lucrări.

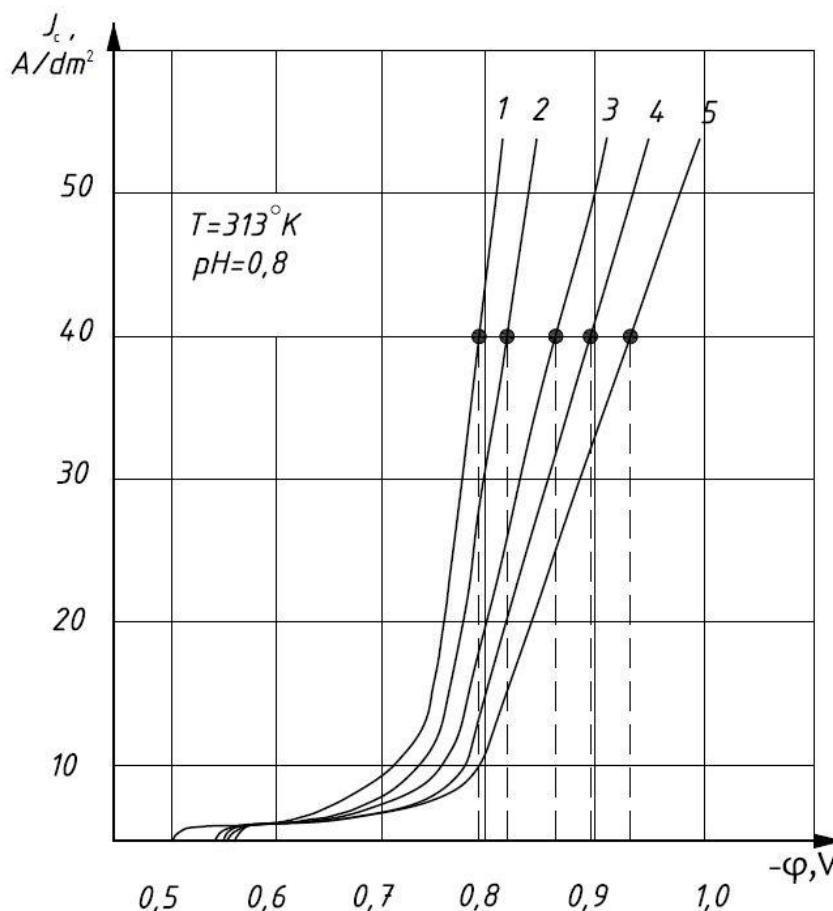
\* *Autorul aduce mulțumiri dr., hab., prof.univ. P. Stoicev și dr.hab., prof.univ. P. Topală pentru consultațiile oferite pentru elaborarea acestei lucrări științifice.*

Se cunoaște că proprietățile fizico- mecanice ale acoperirilor galvanice sunt determinate de structura și submicrostructura lor, ale căror parametri depind de potențialul la catod.

În scopul cercetării cineticii reacțiilor la catod, au fost înregistrate curbele de polarizare la depunerea acoperirilor de fier electrolic la diferite concentrații ale caprolactamei în electrolit, utilizând curentul continuu.

Curbele de polarizare se înregistrau pe potențiometrul KCI - 4 prin intermediul potențiostatului П5848 și pe electrodul rotativ în formă de disc, utilizând tubul capilar „Lughin- Gaber”. Măsurările potențialului la catod ( $\varphi$ ) se efectuau în raport cu electrodul cu clorură de argint (AgCl) și se recalcula conform scării hidrogenice.

Rezultatele cercetărilor efectuate (fig. 1) au demonstrat, că majorarea concentrației de caprolactamă „K<sub>rl</sub>” în electrolit provoacă deplasarea potențialului de depunere a fierului electrolic înspre valorile mai negative ale acestuia.

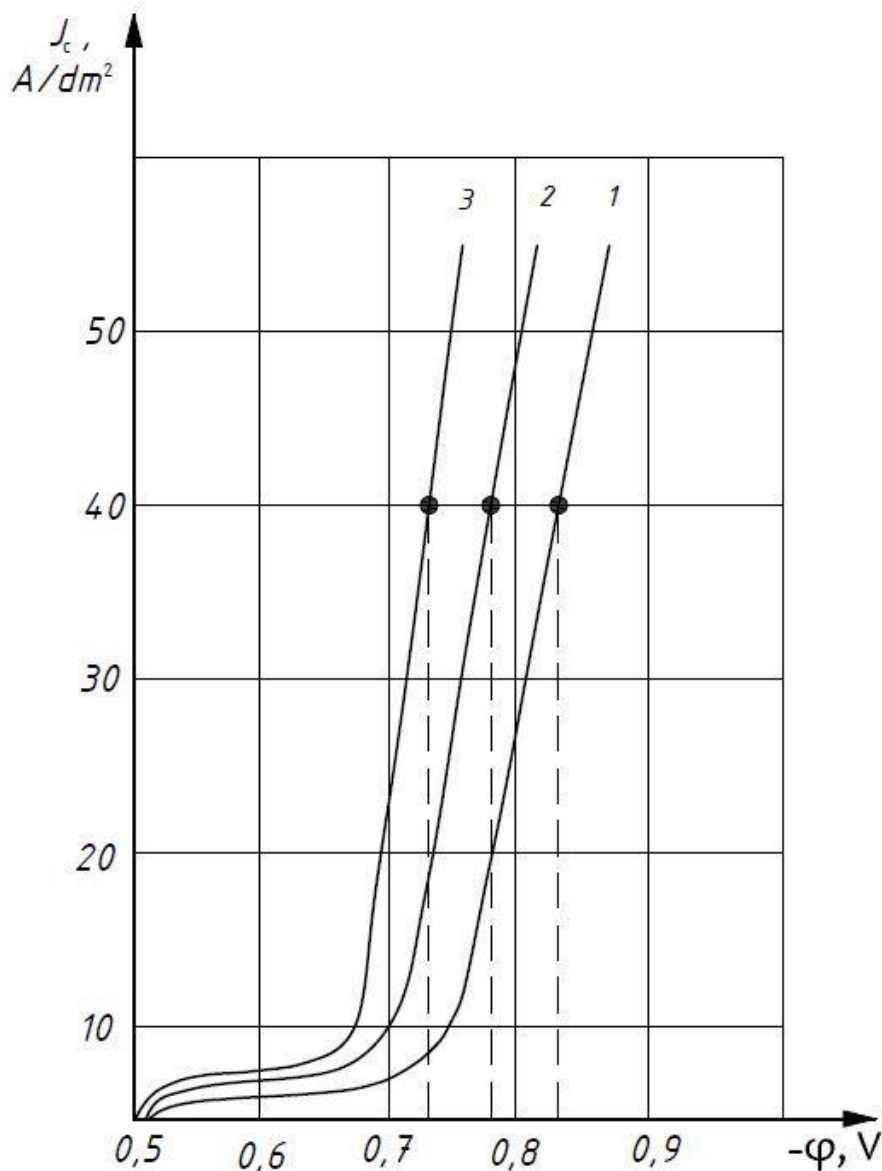


**Figura 1.** Curbele potențiodinamice ale catodului  $J_c = f(\varphi_c)$ , înregistrate la depunerea acoperirilor de fier pentru diferite concentrații ale caprolactamei („K<sub>rl</sub>”) în electrolit, g/l : 1-0 „K<sub>rl</sub>”; 2-1 „K<sub>rl</sub>”; 3-5 „K<sub>rl</sub>”; 4-6 „K<sub>rl</sub>”; 5-10 „K<sub>rl</sub>” ( $FeCl_2 \cdot 4H_2O - 400...450$  g/l,  $Na_2C_4H_4O_6 \cdot 2H_2O - 3$  g/l, HCl – 1 g/l).

Primele porțiuni ale curbelor de polarizare sunt caracterizate predominant de procesul de degajare a hidrogenului în timpul actului de depunere a acoperirilor pe catod.

Din fig. 1 se observă că adaosul caprolactamei mai mult de 6 g/l în electrolit provoacă un decalaj al potențialului de depunere a Fe mai mult de 50...60 mV. Din acest motiv e rațional ca în electrolit să se adauge caprolactama în limitele de 5...6 g/l.

O astfel de repartizare a curbelor de polarizare, probabil că e legată de frânarea vitezei de descărcare a ionilor de fier în prezența caprolactamei, care ecranează suprafața de depunere și frânează acest proces și, ca urmare - conduce la creșterea potențialului la catod.



**Figura 2.** Curbele potențiodinamice ale catodului  $J_c = f(\phi_c)$ , înregistrate la depunerea acoperirilor de fier pentru diferite temperaturi ale electrolitului, **K:** 1-293; 2-313; 3-333K. ( $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  – 400...450 g/l,  $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – 3 g/l,  $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}$  – 5 g/l,  $\text{HCl}$  – 1 g/l).

Bineînțeles că temperatura electrolitului trebuie să exercite o anumită influență asupra distribuției curbelor de polarizare a catodului. Cercetarea influenței acestui indice asupra potențialului de depunere a fierului din electrolitul cu un adaos de caprolactamă în el a demonstrat că, pe măsura creșterii temperaturii soluției de la 293 până la 333 K, polarizarea catodului se deplasează în spre valorile mai pozitive ale lui (fig.2, curbele 2 și 3).

Valoarea considerabilă a polarizării catodului la temperaturi scăzute (fig.2, curba 1), probabil că este condiționată de inhibarea reacției la electrod în urma absorbției particulelor coloidale de hidroxid și a sărurilor bazice pe suprafața lui. În același timp, prezența particulelor străine pe suprafața catodului frânează restabilirea ionilor de fier în descărcare și, ca urmare procesul decurge la o tensiune mai înaltă.

Conform [9], probabil că creșterea temperaturii electrolitului activează suprafața catodului datorită desorbției hidrogenului și scăderii valorii pH (acidității) în spațiul de lângă catod. Însă, luând în considerație că se dorește utilizarea unui electrolit „rece” (cu temperatura de până la 40 °C), prin urmare, alegem temperatura de electroliză egală cu 313 K. Alegerea acestei temperaturi se mai argumentează și prin faptul, că în procesul de electroliză electrolitul, propriu zis, sub acțiunea curentului catodic de polarizare, se încălzește

treptat. Această creștere a temperaturii este cu atât mai bruscă, cu cât densitatea curentului catodic este mai înaltă.

Sub ce formă și în ce cantități se include caprolactama în acoperirile de fier electrolytic în funcție de regimurile de electrolyză - sunt obiectivele investigațiilor de mai departe ale acestui proces.

### Concluzii:

1. S-a stabilit experimental că adaosul de caprolactamă în electrolytul de fier mai mult de 6 g/l, conduce la deplasarea curbelor de polarizare în zona valorilor mai negative ale potențialului de depunere a fierului cu 50-60 mV. Din acest motiv s-a stabilit că este rațional ca în electrolytul de bază să se adauge caprolactama în limitele de 5-6 g/l.

2. S-a demonstrat că majorarea temperaturii electrolytului facilitează procesul de descărcare a ionilor de fier pe catod, chiar și în prezența caprolactamei, deoarece se activează mai intensiv suprafața catodului datorită desorbției hidrogenului și diminuării valorii pH în spațiul de lângă catod. A fost stabilită temperatura de electrolyză a fierului egală cu 313 K, fiind motivată și de necesitatea de a utiliza un electrolyt „rece”.

3. Cercetările de mai departe, ce țin de aprecierile sub ce formă și în ce cantități se va include caprolactama în acoperirile de fier electrolytic - funcție de regimurile de electrolyză – sunt obiectivele cercetărilor de mai departe a acestui proces.

### Bibliografie:

1. Petrov Iu. N. Povîşenie iznosostoicosti âlectroliticeschih jelezniîh pocrîtii. Sbornic naucinîh trudov „ Vosstanovlenie detalei maşin âlectroliticeschim jelezom”. Chişiniov, Izd. „Ştiinţa”, 1987, s. 3....13.
2. Gologan V. F. Tehnologhicescoe obespecenie optimalinîh âxpluaţionniîh caracteristic vosstanovlennîh avtotractorniîh detalei âlectroliticeschim jelezom. Dis... doct. hab. tehn. nauc. – Chişiniov, 1990, 267 s.
3. Stoicev P. Durificarea și recondiţionarea organelor de maşini cu acoperiri electrolytice rezistente la uzură. Teza de doct. hab. în tehnică. Chişinău, 2001, 381 p.
4. Roşcovan Gh. V. Vosstanovlenie avtotractorniîh detalei samosmazîvaiuşcimisea jelezo- nichelevîmi pocrîtiami. Diss...c.t.n, Chişiniov, 1992, 179 s.
5. Craghelischii N.V., Troianovscaia Gh. N., Zelenschaia M. N. Samosmazîvaiuşciesea materialî i ih primenenie pri reşenii novîh tehnologhiceschih i constructorschih zadaci. Tez. Docl. 2-i Vses. Naucin. Confer.: „Tehnologhicescoe upravlenie tribotehniceschimi uzlami maşin ”, Chişiniov, CPI im. S.Lazo, 1985. S. 88-89
6. Patent N1790635(SSSR). Âlectrolit dlea osajdenia splava jelezo-nicheli// Calmuţchii V.S., Roşcovan Gh.V., Stoicev P. N., „i Javgureanu V.N., B.I. N 3, opubl. 23.01.93.
7. Craciun A.T., Morari V.E. Tviordîe smazocinîe materialî na osnove caprolactama. Izd. „Ştiinţa”, Chişiniov, 1988, 117 s.
8. A. Ceban, P. Stoicev, V. Moraru. Premizele teoretice de utilizare a caprolactamei, privind obţinerea acoperirilor electrolytice de fier cu proprietăți de autolubrifiere în baza caprolactamei. Mater. Confer. Ştiinţ. Internaţ. TMCR- 2005, Chişinău, 19-21 mai 2005, pp. 368...372.
9. Andreeva L.N. Vîbor uslovii âlectroliza dlea remonta iznoşennâh detalei tractorov, avtomobilei i seliscohozeistvennâh maşin jelezneniem. Avtoref. Dis. ... cand. tehn. nauc, Chişiniov, 1971, 15 s.