

METODE NOI DE CERCETARE A MECANISMULUI DEFORMĂRII SUPRAFETEI ELEMENTELOR OPTICE HIBRIDE PREPARATE ÎN CÂMPURI POTENȚIALE PUTERNICE

Constantinov B.

Universitatea Tehnică a Moldovei,

INTRODUCERE

Necesitatea în accesarea și stocarea rapidă a fluxului informațional imens în creștere, pe discuri magnetice rigide, epuizează actualmente posibilitățile reale ale tehnologiilor înalt avansate a imprimării magnetice la prelucrarea operativă a datelor. Cerințele tot mai înalte față de capacitatea informațională a purtătorului de informație a atras în domeniul cercetărilor fundamentale și materialele reologice cu memorie de fază [1,2,3]. Observarea fenomenului redistribuirii asimetrice a intensității luminoase în figura de difracție a luminii monohromatice incidente pe elementele optice hibride (obținute la înfășurarea elementului difractiv pe profilul elementului optic refractiv al lichidului vâcos, în câmpuri potențiale puternice) deschide noi perspective în favoarea aplicării ca mediu de acumulare și păstrare a datelor, anume a mediilor reologice cu memorie de fază [vezi 4].

Mecanismul comprimării informației optice utile, pe elementele hibride obținute pe suprafața unui lichid vâcos în câmpuri potențiale puternice, conține până în prezent și domenii ne cercetate [5]. S-a stabilit că deformarea elementului difractiv a elementului optic hibrid este distrusă de efectul apariției centrelor de germinare a deformărilor spațiale de tipul craterului. Problema înaintată, la cercetarea proceselor de deformare pe suprafața lichidului, ce se află într-un echilibru dinamic instabil în sistema electrostatică, nu este soluționată în domeniul determinării – interconexiunea căror factori externi asigură restructurarea deformăției microreliefului. Așa, autorii lucrării [6] au cercetat procesul de evoluție a deformățiilor spațiale de tipul craterului pe suprafața unui strat cu grosimea $h \approx 2 \mu\text{m}$ de copolimer din stiren și metacrilat de butil cu concentrația 1:1; s-au determinat condițiile optime de imprimare a frontului de undă proiectat, **însă nu sa tras concluzia: mecanismul evoluției structurilor disipative este pur optic, ori termic.** Aceasta a și determinat scopul și obiectivele prezentei lucrări:

Cercetarea calitativă a mecanismului de comprimare optică și depozitare a datelor pe

elemente optice hibride obținute pe suprafața lichidului vâcos în câmpuri potențiale puternice.

1. METODE NOI DE CERCETĂRI STRUCTUROMETRICE

Modelul evoluției deformățiilor de tipul craterului elaborat de Panasiuk L. și Rusanov M. în lucrarea [6] nu explică și nici nu presupune apariția structurilor spațiale în grup ori roiuri de grupe.

Elaborarea unui model structural care ar da rezultate bune, când va fi aplicat la procesul de restructurare periodică a microreliefului indus pe suprafața lichidului, trebuie să țină cont de factorii ce asigură apariția unui grup cu simetria pătrată a deformăției spațiale de tipul craterului – „figura de atac” [7,8,9], care se multiplică (crește) într-o structură cu simetria hexagonală a deformăției pe perimetrul unui crater germene. Astfel pe suprafața liberă a sistemului strat termoplastice - strat semiconductor la un tratament termic preventiv în câmpul electrozodului coroanei [vezi 3] pot exista grupuri (unități) structurale formate din deformății germene de tipul crater $-(C_o)$ cu ordinea structuro-geometrică apropiată a deformățiilor satelit $-(C_s)$ și configurația de împachetare: $1C_o - 2C_s$; $1C_o - 3C_s$; $1C_o - 4C_s$; $1C_o - 5C_s$; $1C_o - 6C_s$, ce „crește” până la structura cu ordinea îndepărtată a unui roi de grupe: $2C_o - 10C_s$. S-a observat experimental că roiurile de grup pot forma o latură periodică ce formal poate fi descrisă printr-o unitate structurală de tipul:

$$xC_o \rightarrow (2x^2 + x)C_s; \text{ unde } x = 1, 2, \dots \quad (1)$$

aici x – coeficientul de multiplicare a centrelor de noi deformății.

Relația (1) indică existența unității de structură elementară (de bază - $x=1$) care asigură mecanismul de multiplicare a centrelor de noi deformății, ce corespunde configurației geometrice de împachetare:

$$(1C_o \rightarrow 3C_s) \quad (2)$$

În fig.1 se propun câteva exemple de unități structurale care se realizează în procesul evoluției

deformației de tipul craterului la proiectarea imaginilor optice pe suprafața liberă a lichidului.

Cunoscând compoziția de unități structurale ($1C_0 - 3C_s$), se poate de calculat variația densității deformației spațiale pe microzona aleasă [vezi 5]

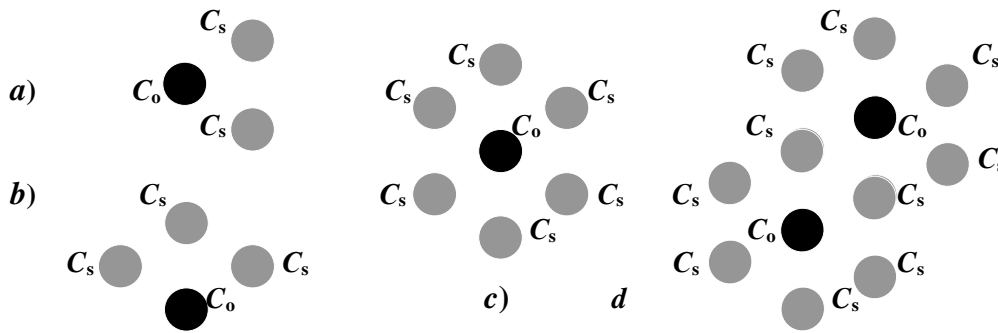


Figura 1. Unități structurale de bază induse de câmpul electrostatic al coroanei pe suprafața lichidului: a) - ($1C_0 - 2C_s$) ; b) - ($1C_0 \rightarrow 3C_s$); c) - ($1C_0 - 6C_s$); d) - ($2C_0 - 10C_s$) $\leftrightarrow xC_0 \rightarrow (2x^2 + x)C_s$

la mărirea frecvenței spațiale redate de PIFTP. Conform relației (1) rezultă ca în cazul mării frecvenței spațiale f valoarea numărului de centre de germinare n a deformațiilor va fi descrisă de relația: $n \approx f^2$ ori $f \approx \sqrt{n}$ (3)

Esența fenomenelor fizice ce însoțesc mecanismul multiplicării centrelor de noi deformații depind de modificările induse de factorii exteriori în cinetica de apariție și se cercetează în următorul paragraf.

2. RELAȚIILE FIZICE

Problema structurilor induse de câmpul electrostatic al electrozudului este fundamentală din punct de vedere al cercetării ordinii la distanța din domeniul lungimilor de unde submilimetrice și cercetării ordinii apropiate în structurile disipative care modifică valoarea frecvenței spațiale a imaginilor optice imprimate pe profilul purtătorului hibrid. Cercetările structurometrice sunt esențiale și din motivul că fenomenele de deformare dau o informație suplimentară despre redistribuirea potențialului superficial în sistema electrostatică. Din electrodinamica clasică se știe că suprafața încărcată a unui conductor este supusă acțiunii forței de “presiune negativă” adică contra presiunii, orientată de-a lungul normalei exterioare dusă la această suprafață. Numeric mărirea se exprimă:

$$p = \frac{E^2}{8\pi} \quad (4)$$

Aici: $E=4\pi\sigma_0$ – intensitatea câmpului electrostatic. Aplicând relațiile (vezi [9]) pentru potențialul superficial $\varphi = -4\pi\sigma_0 z + \varphi_1$, unde $\varphi_1|_{z=\xi} \approx 4\pi\sigma_0 \xi$ este o mărime mică aleatoare ce satisface:

$$\frac{E^2}{8\pi} \approx \frac{E_z^2}{8\pi} \approx 2\pi\sigma_0^2 + k\sigma_0\varphi_1|_{z=\xi} = 2\pi\sigma_0^2 + 4\pi\sigma_0^2 k\xi$$

aici: k - vectorul de undă; σ_0 -densitatea superficială a sarcinii electrostatice; ξ - ecuația profilului suprafeței deformate de lichid vâscos.

În continuare pentru calcule termenul cu valoare constantă $2\pi\sigma_0^2$ nu prezintă interes, deoarece se poate de admis introducerea în expresie a valorii constante a presiunii exterioare. În asemenea mod, pe suprafața încărcată a lichidului ce posedă conductibilitate electrică acționează două forțe: forța de tensiune superficială și presiunea electrică.

Ecuatia profilului suprafeței deformate de lichid - ($\xi = (\vec{r}, t)$) în acest context poate fi definită soluționând relația Navier – Stokes:

$$\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + (\vec{V}\nabla)\vec{V} = \vec{F} - \frac{1}{\rho}\nabla p + \frac{\mu}{\rho}\Delta\vec{V} \quad (5)$$

și ecuația continuității: $divV=0$. În relația (5) sunt introduse notațiile: \vec{V} – viteza punctelor lichidului; ρ - densitatea lichidului; \vec{F} - forțele de volum; p - presiunea; μ - coeficient de viscozitate dinamică. Soluțiile acestor ecuații includ în sine constante de integrare, valorile cărora se determină din relația continuității forțelor normale ca în lucrarea [8]. Soluționarea sistemului de relații indicate se complică din cauza prezenței în ecuația (5) a termenilor pătrați $-(V\nabla)V$ și ca obiectiv al cercetării devine deplasarea punctelor unui lichid neliniar. Pentru a simplifica sistemul de relații în cazul cercetării deplasării punctelor lichidului vâscos se admite următoarele modele de calcul: se indică inițial tipul traiectoriilor tuturor particulelor lichidului și se stabilesc soluțiile corespunzătoare; în caz contrar se aplică metoda aproximativă de reducere a ecuației (5). Ca exemplu, se poate de neglijat în partea stângă a relației (5) cu termenul neliniar, dacă se admite condiția că se îndeplinește inegalitatea:

$$\frac{\partial \bar{V}}{\partial t} \gg (\bar{V} \nabla) \bar{V} \quad (6)$$

În vederea aprecierii aproximației mărimilor din inegalitatea dată, ne vom folosi de mărimile caracteristice ale deformației și dependențele temporare. Aproximația este valabilă în cazul rezultatului [8]:

$$(\nabla \nabla) V \approx \frac{V^2}{\lambda} \approx \frac{\omega^2 \xi_0^2}{\lambda}; \quad \frac{\partial V}{\partial t} \approx \omega V; \quad \text{grad} V = \omega \quad (7)$$

De aceea aproximația (7) se va modifica sub aspectul: $\omega V \gg \frac{\xi_0^2 \omega^2}{\lambda}$ sau $\frac{\xi_0}{\lambda} \ll 1$ (8)

aici: λ – dimensiunile caracteristice ale structurilor locale a deformației (diametrul deformației de tipul craterului sau dimensiunile liniare a deformației în relief de tip “ușor înghețat”); ω - incrementul evoluției instabilității pe suprafața lichidului. Deoarece presiunea forțelor de tensiune superficială reprezintă “contrapresiunea” presiunii forței electrice, legea dispersiei oscilațiilor pentru unde capilar-gravitaționale în cazul unui lichid ideal este dată de condiția de stabilitate a suprafeței încărcate ce rezultă și din sistemul de ecuații cercetat în [10]:

$$\omega = 0; \quad \frac{d\omega}{dk} = 0 \quad (9)$$

Expresia concretă a relației fundamentale (9) este dedusă în lucrarea [9] și nu prezintă interes în continuare. Sensul fizic, în cazul studiului mișcării lichidelor, poate fi obținut din unele considerente simple referitoare la diferite mărimi fizice. Deoarece mărimea ω , a fost introdusă pentru un lichid aflat în mișcare cu \bar{v} , ea depinde de termenul ce conține gradientul presiunii și ultimul termen din relația (5) ce descrie forțele de viscozitate, similare forțelor de forfecare, care se exercită tangențial. Deci mișcării unui lichid cu grosimea finită h îi corespunde relația simplificată: $\omega = \frac{p_n - p_\tau}{h}$, unde

p_n , p_τ – componentele forțelor normale și tangențiale, ce acționează pe o unitate de element pe suprafața liberă a lichidului. Este evident că ω pentru lichidele reale depinde în afară de h și de μ și de raportul $v = \mu/\rho$, ce reprezintă viscozitatea cinematică. Datorită acestui fapt ω se poate pune sub forma $\omega = f(h, \rho, \nu)$, ori:

$$\omega = \frac{p_n - p_\tau}{h} f(Re), \quad \text{unde } Re = Vh/\nu = \rho t \omega k^2$$

este gruparea a trei mărimi fizice, numită numărul lui Reynolds; valoarea Re nu depinde de unitățile folosite. Ca consecință se poate de menționat că diferite fenomene fizice de curgere a lichidelor reale pot fi descrise unele din altele prin schimbarea scalei de măsură a coordonatei sau vitezelor. Aplicând legea de similitudine a lui Reynolds se

poate ușor de dedus că mișcarea lichidelor reale (materiale termoplastice) pentru: $\rho \approx 1 \text{ g/cm}^3$, $\mu \approx 10^4 \text{ g/s}\cdot\text{cm}$, $V \leq 100 \mu\text{m/s}$, (vezi [1]), $k \approx 10^3 \text{ cm}^{-1}$, $1/t \approx (1 \div 10) \text{ s}^{-1}$, este caracterizată de valori mici a numărului $Re \approx 10^{-10}$. Acest rezultat, când $Re \ll 1$, confirmă admiterea din relația (9) pentru ω a lichidelor reale. Relația dedusă (9) indică că termenii pătrați din partea stângă a ecuației (5) se pot omite pentru cazul (8) când ξ_0 a deformației suprafeței libere este mult mai mică în raport cu λ . Din punct de vedere a legităților fizice admiterea aproximației liniare ne conduce la posibilitatea cercetării numai a unor obiective restrânse:

1. Ca obiectiv se poate de cercetat numai etapa primară de evoluție a procesului de constituire a deformației microreliefului și numai pentru cazul particular când amplitudinea este infim de mică în raport cu lungimea caracteristică (în problema analizată).
 2. În cadrul investigațiilor teoretice se neglijează interacțiunile între elementele locale de structură (cratere) a deformației superficiale.
- Ținând cont de relația funcției pentru profil:

$$\xi = \xi_0 \exp(\omega t + ik_1 x + ik_2 y) \quad (10)$$

observăm că în aproximația liniară se analizează deformația superficială de tipul unei plane. Aceasta însă nu explică existența unor stări staționare în cazul deformațiilor analizate. Investigațiile teoretice dau rezultate bune în problema definirii tipului de simetrie a structurilor deformate spațial periodic dacă se ține cont de termenii de ordin mai superior pentru soluționarea ecuației deplasării punctelor superficiale: $\left(\frac{\xi}{\lambda}\right)^2$.

Din acest context reiese că în aproximația liniară este posibilă apariția unor structuri disipative de simetrie aleatoare. În investigațiile experimentale însă, se realizează strict numai un tip de simetrie a deformației, pentru condiții definite a experimentului și la o variație adiabatică a parametrilor de înregistrare a informației optice. Se poate de tras concluzia că relațiile (7) necesită o precizare ce se va cerceta în următoarele lucrări.

3. METODA REALIZĂRII EXPERIMENTULUI

Instalația tehnică și metoda de cercetare elaborată în lucrările [11,12], s-au aplicat la modelarea profilului structurilor caracteristice deformate spațial periodic în timp real de imprimare în funcție de temperatură, potențialul coroanei și iluminare. Vom menționa că imaginea profilului fixată prin metodă indirectă indică o dependență

funcțională directă de nivelul gradației de la “grey” la negru [vezi 5].

3.1 Prelucrarea materialului experimental

Investigațiile experimentale confirmă rezultatul calculului teoretic [8], care indică posibilitatea trecerii suprafeței libere a stratului de lichid într-un microrelief geometric deformat de structuri spațial periodice descrise de relațiile (1-3) (vezi fig.2).

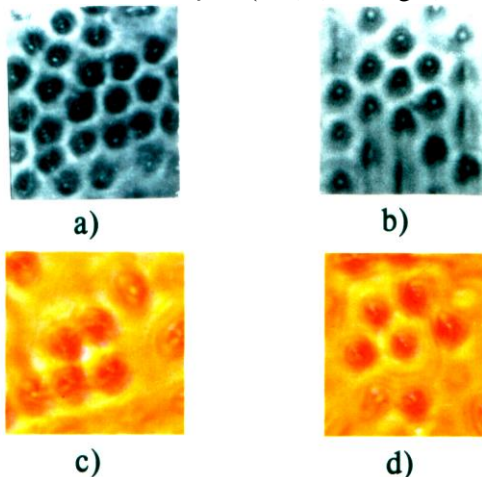


Figura 2. Structuri disipative spațial periodice: a); b) grupuri de structuri: $x\mathbf{C}_0 \rightarrow (2x^2+x)\mathbf{C}_s$, deformate spațial periodic cu simetria hexagonală a deformației de tipul craterului pe perimetrul unei deformații germene; c) structură de bază deformată spațial periodic cu simetria pătrată: $1\mathbf{C}_0 \rightarrow 3\mathbf{C}_s$; d) starea intermediară - ($1\mathbf{C}_0 \rightarrow 5\mathbf{C}_s$).

Din cinetică de deformării suprafeței libere a lichidului în timp real de imprimare, s-au determinat particularitățile mecanismului de multiplicare a centrelor de noi deformații de tipul craterului pe microzonele locale (vezi fig.3 - săgeata indică germinarea structurii disipative deformată spațial periodic) ce are în bază evoluția unui crater germene.

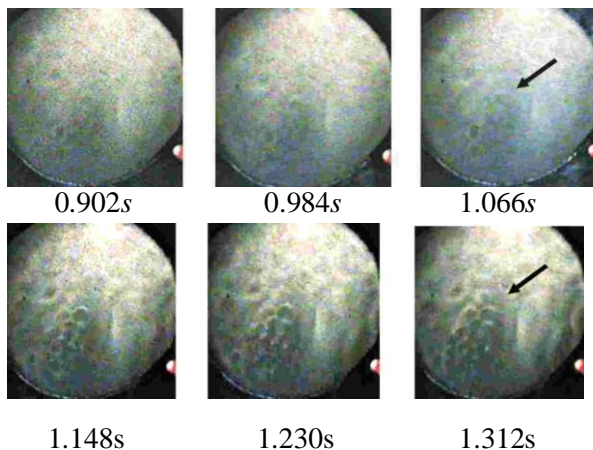


Figura 3. Procesul de germinare a structurii disipative deformată spațial periodic: $2\mathbf{C}_0 \rightarrow 10\mathbf{C}_s$.

Parametrii optimi ai regimului de imprimare a cineticii evoluției structurilor [15,16] pe suportul transparent rigid și metalizat a celei de imprimare cu stratul copolimer din stiren și metacrilat de butil 1:1(mol) de grosimea $h=2\mu m$, preparat preventiv cu solventul metiletiketon ($CH_3COC_2H_5$), sunt: temperatura tratamentului termic preventiv - $T=65^\circ C$; potențialul electrodului coroanei - $U_c=5.5kV$; intervalul de timp de întârziere a momentului apariției deformației pe fereastra vizuală - $t_0=0.3s$; timpul de imprimare din momentul conectării coroanei este indicat sub fiecare cadru. Mișcările periodice ale maselor de substanță vâscoasă (vezi fig.3) sunt caracteristice în fluxurile divergente de evadare a lor și asigură apariția unui sistem de amprente - curbării a suprafeței libere de lichid, din domeniul lungimilor de unde submilimetrice. Pentru caracterizarea mișcărilor periodice ale maselor pe suprafața lichidului sa introdus un parametru dinamic de restructurare:

$$k = \frac{S_0}{S_n} \quad (11)$$

Aici: S_0 - reprezintă suprafața amprente primare caracteristice (microzonei induse de câmpul electrostatic al coroanei) ce se stabilește prin măsurări experimentale; S_n - suprafața de revenire elastică la mișcarea periodică a maselor de substanță termoplastică;

Rezultatele de bază din acest paragraf și cinetica evoluției structurilor deformate spațial periodic (vezi fig.3) au fost obținute pe sistema lichid reologic - suport transparent metalizat, fără aplicarea stratului fotosensibil.

3.2 Modificările induse de factorii exteriori în cinetica evoluției structurilor disipative

Descrierea procesului de apariție a amprentelor în planul fazelor necesită determinarea unui parametrul numeric H ce simulează apariția dimensiunilor spațiale concomitent cu evoluția dimensiunilor transversale ale deformațiilor [12,13]. Posibilitatea tehnică de modelare[12,14] și variație cu valoarea iluminării ecranului pe calculator, asigură cercetarea luminii difuzate de deformațiile de tipul craterului la etapa de apariție ($E \approx 0.1lx$) și la etapa de evoluție a dimensiunilor spațiale (iluminări de până la $E \approx 100lx$). Dependența temporară a valorilor dimensiunilor transversale ale curbărilor suprafeței lichidului de valoarea dimensiunilor pseudospațiale în plan normal se prezintă în fig.4: $D(\mu m)$ - transportul maselor de substanță în plan transversal; (H u.r.)- procesarea

numerică a dimensiunilor pseudospațiale ale amprentelor caracteristice. Curba-1 descrie cinetica evoluției dimensiunilor transversale a deformațiilor la $T=56^{\circ}C$ și $U=6kV$. Temperatura de curgere a materialului termoplastic se estima în limitele $63-68^{\circ}C$. Curba-2 descrie evoluția dimensiunilor transversale a deformațiilor la $T=80^{\circ}C$ și $U=7kV$. Valorile dimensiunilor metrice a deformațiilor spațiale, în intervalul de timp t_0 , indică o mică dependență de potențialul coroanei pe curbele 1 și 2.

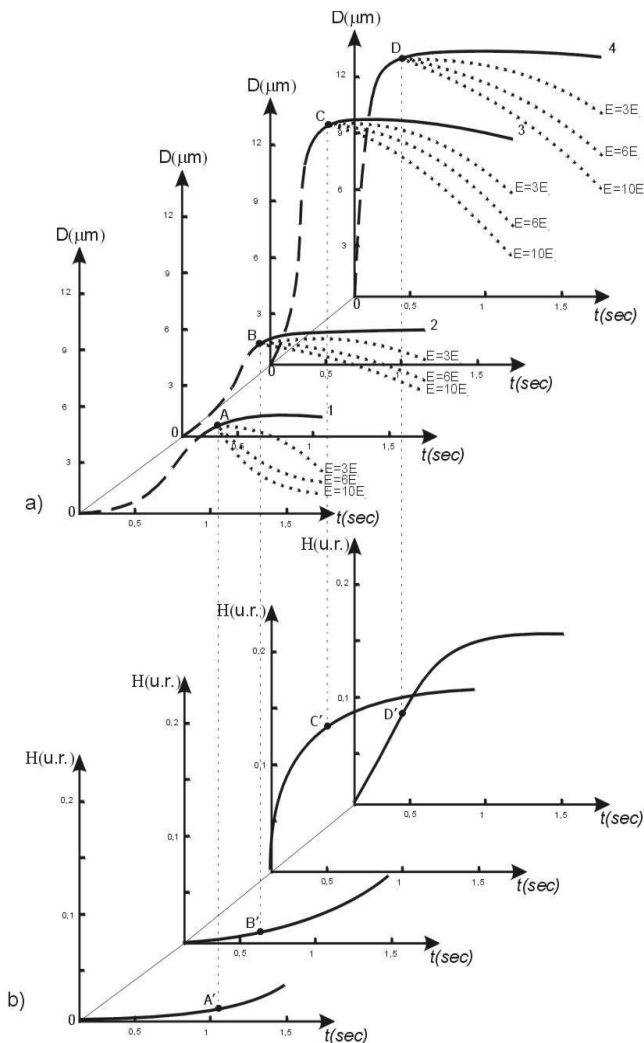


Figura 4. Evoluția numerică a deformațiilor spațiale în timp real de imprimare.

Efectul este explicat de modul de fixare a cineticii evoluției deformațiilor spațiale în prezentul experiment - din planul focal situat în interiorul stratului vizualizator lichid-vâcos. De obicei în practica imprimărilor, la estimarea dimensiunilor caracteristice a deformațiilor instaurate pe suprafața stratului vizualizator, se admite că valoarea dimensiunilor transversale (fig.4.a) este aceeași ca și a dimensiunilor spațiale (fig.4.b). Prelucrarea numerică la computer a procesului de transport a maselor de substanță vâscoasă permite de a

evidenția și separa dependența temporar-spațială a celor 2 direcții de evoluție: în plan transversal $D(\mu m)$ și în plan normal $H(u.r)$. Calculul numeric al parametrului $H(u.r)$, (vezi fig.4.curba - A' ; B' ; C' ; D'), explică caracterul de rezonanță a dimensiunilor deformației instaurate pe purtătorul optic și pot fi evidențiate prin metoda atacului selectiv [vezi 17].

Aplicarea solventului $CH_3COOC_2H_5$, cu temperatura de fierbere $78-80^{\circ}C$, pe suprafața liberă a stratului vizualizator în regimul $T=63^{\circ}C$ și $U=7kV$ a evidențiat curbări caracteristice din domeniul oscilațiilor de lungimi de unde submilimetrice (vezi fig.4.a, curba -3). Mărirea potențialului coroanei asigură mărirea vitezei de evoluție a dimensiunilor spațiale (ce corespunde creșterii valorii H) și corespunzător mărirea valorii parametrului de restructurare a curbărilor locale (amprentelor) din domeniul oscilațiilor de lungimi de unde submilimetrice $>(6\mu m)$. Dimensiunile amprentelor evidențiate în intervalul de timp t_0 ating valori metrice $D \approx 10-15\mu m$, iar ținând cont și de procesarea numerică pe calculator - până la $D_m \approx 25\mu m$. Totodată procesarea numerică indică și o mărire a valorii parametrului pseudospațial $H(u.r.) \approx 0.1 u.r$. Curba -4 descrie cinetica evoluției dimensiunilor curbărilor, în intervalul t_0 al regimului $T=60^{\circ}C$ și $U=5.5kV$, fixată în stratul superficial, spre deosebire de curbele cinetice -1,2,3, fixate din interiorul stratului vizualizator. Este util de comparat momentul atingerii valorilor maxime pe curbele cinetice: $A-A'$, $B-B'$, $C-C'$, $D-D'$. Caracteristica generală indică că din momentul conectării câmpului electrostatic al coroanei are loc deformarea suprafeței libere datorită transportului de masă vâscoasă în plan transversal - punctele experimentale mediate numeric - A, B, C, D în avans față de transferul de substanță vâscoasă în plan normal - punctele experimentale mediate numeric - A', B', C', D' . Valorile ale dimensiunilor curbărilor locale induse de câmpul coroanei și instaurate în intervalul de timp t_0 , variază pentru transferul de masă vâscoasă în plan transversal între $6-15\mu m$. Procesarea numerică în stratul superficial (curba 4) indică valori limită de până la $\approx 25\mu m$. Respectiv procesarea parametrului ce descrie transferul de substanță vâscoasă în plan normal (pseudospațial) indică valori de până la $H=0.2 u.r$.

S-a stabilit că la deconectarea câmpului electrostatic a electrodului coroanei poate avea loc revenirea elastică a maselor de substanță vâscoasă și respectiv amortizarea procesului de deformare a suprafeței lichidului-vâcos. Cercetarea procesului de revenire elastică, din procesarea numerică a curbelor cinetice, indică la necesitatea determinării unei iluminări optime în fiecare experiment aparte.

Mărirea iluminării pe microzona aleasă [5], (vezi fig.4, curbele punctate $-E=10-6-3(lx;)$), deplasează graficele curbelor cinetice în domeniul micșorării valorilor dimensiunilor caracteristice și mărește valoarea intervalului t_0 a momentului fixării apariției deformației de tipul craterului [18].

Aplicarea iluminărilor excesive evidențiază procesul de evoluție a profilului deformațiilor, însă nu a permis autorilor lucrării [6] să cerceteze fenomenele fizice ce însoțesc mecanismul de apariție a deformațiilor de tipul craterului.

Concluzii:

1. În premieră în teoria structurilor disipative induse de câmpul electrostatic pe suprafața liberă a elementelor optice hibride, obținute în baza unui strat finit de lichid-vâscos, s-au dedus relații structurometrice ce descriu corect procesul de germinare și multiplicare a centrelor de noi deformații.

2. S-a stabilit că procesul de germinare a centrelor de noi deformații se supune unor legități fizice descrise de relația ($1C_0 \rightarrow 3C_s$) care în funcție de timpul de sensibilizare a purtătorului optic de informație prin efect de coroană poate asigura și un mecanism de multiplicare a unității de structură de bază cu configurația:

$$x C_0 \rightarrow (2x^2 + x) C_s; \text{ unde } x = 1, 2, \dots$$

3. Procesul de germinare și multiplicare a centrelor de noi deformații asigură apariția ordinii la distanță din domeniul lungimilor de unde submilimetrice și locale în structurile disipative, care poate fi aplicată la prepararea elementelor optice hibride.

Bibliografie

1. **Constantinov, B.** Possibility of Fabrication and Optical Hybrid Elements on Interface of Viscous Liquid Semiconductor Electrostatic System, *J.: Current Ukrainian Research in Optics and Photonics*. N. 2, pag. 193-209, 2002, UA.
2. **Constantinov, B., Pasechnic, T., Sircu, S.** Diffractive Optical Systems Adapted for Outer Space Operation, *Proc. SPIE*, vol., 4093, pag. 252-260, *Current Developments in Lens Design and Optical Systems Engineering*, San Diego, Ca., USA., 10/2000
3. **Panasiuk, L., Constantinov, B.** Rozetocnoie formirovania na fone lunocinoi deformații termoplasticeshii nositelei, *Analele Științifice ale U.S.M, Seria "Științe fiz. – mat."*, pag. 176-194, 1998.
4. **Constantinov, B.** The Problem of Light Diffraction on Spatial Dissipative Structure Crater type of Optical Hybrid Elements on the Base of Photothermoplastic Carriers, *Analele Științifice ale USM Seria "Științe Fizico-matematice"*, pag. 137-146, 2002,
5. **Constantinov, B.** Pseudotransformation of 3-D Spatial Optical Images Transmitted by Viscous Liquid with

Phase Memory, *J: Moldavian Journal of the Physical Sciences*, vol. 2, N.2, pag. 224-235, 2003.

6. **Panasiuk, L., Rusanov, M.** Izmerenie plotnosti electricescogo zareada na deformiruemoi poverhnosti termoplasticescogo materaliala, *ЖнИПФУК*, vol. 19, N.4, pag. 271-274, 1974.

7. **Constantinov, B., Pasechnic, T., Bocan, V., Sircu, S.** Problema Nanofabricării și Comprimirii Informației de Fază pe Elemente Optice Hibride în Câmpuri Potențiale Puternice, *J: Meridian Ingineresc*, N.3, pag.32-36, 2003.

8. **Constantinov, B., Pasechnic, T., Rusanov M., Bocan, V.** Generalized Kinetics of Development of Instability on the Charged Surface of a Photothermoplastic Carrier, *Analele Științifice ale USM Seria "Științe Fizico-matematice"*, pag. 139-151, 2001.

9. **Constantinov B.**, Possibilities of Photothermoplastic Resolving Power Improvement under Holographic Recording Procedure, *Proc. SPIE Vol. 3378*, pag.72-77, *Gradient Index, Miniature and Diffractive Optical Systems*, Denver, Co., USA, 09/1999.

10. **Constantinov, B.** Vlianie poverhnoctno-activnih vecestv na znacenie razreșaiucei sposobnositi fototermoplasticescogo nositelea, *Analele U.S.M, Seria "Științe Fizico - matematice"*, pag.142-145, 1999.

11. **Constantinov, B., Pasechnic, T.**, patent №1909, RM

12. **Sibirsky, V., Panasiuk, L., and Constantinov, B.**, Technology of Photosensitive Layers Containing on the uses of Selenium and Tellurium, *Pr. STDA*, pag. 271-174., *Scottsdale*, Arizona, USA, 1998.

13. **Constantinov, B., Pasechnic, T., Bocan, V.** The Evolution of Dissipative Structure and Stationar States upon Electrical Charged liquid surface, *Analele Științifice ale Universității de Stat din Moldova Seria "Științe Fizico-matematice"*, pp. 124-136, 2002.

14. **Constantinov, B., Sircu, S., Bocan, V., Kostyukevych, S.** Industrial Product Phase Imaging: Application to Standardization and Nondestructive Testing, *Proc. SPIE vol. 4459*, pag. 291-296, *Practical Holographic XVI and Holographic material III*, San Jose, Ca., USA, 6/2002

15. **Constantinov, B.** Generalized Theory of Symmetry Cluster – mode Deformation Creation Onto a Photo thermoplastic Media – Free Surface, *Proc. SPIE vol. 3799*, pag.186-193, *Organic Photorefractive*, 09/1999.

16. **Constantinov, B.** Relief deformații termoplasticescogo sloia i kinetica formirovania izobragenia na FTPN s metalizirovanoii svobodnoi poverhnosti, *Analele Științifice ale USM, Seria "Științe Fizico-matematice"*, pag. 137-141, 1999.

17. **Constantinov, B., Pasechnic, T., Kostyukevych, S., Bocan V., Sircu, S.** The problem of nanofabrication and compression of phase information on optical hybrid elements in the strong potential fields, *J: Moldavian Journal of the Physical Sciences*, vol.2, N.3-4, pag. 381-388, 2004.

18. **Constantinov, B.** Posibilitatea Realizării Mecanismului Deformării de Tip Histerezis a Suprafeței Lichidului Vâscos în câmpuri Potențiale puternice, *J: Meridianul Ingineresc*, pag. 53-60, N.4, 2003.

Recomandat spre publicare: 28.06.04