

Invenția se referă la interferometrie, în special la metode holografice de studiere a produselor petroliere.

Este cunoscut un procedeu de studiere a produselor petroliere, în care în volumul produsului petrolier se formează termolentile sub acțiunea radiației laser [1].

În calitate de cea mai apropiată soluție servește procedeu de studiere a lichidelor, care este bazat pe cercetarea termolentilelor prin intermediul holografiei digitale. Procedeu permite cercetarea modificării fazei de undă a luminii la formarea termolentilei sub acțiunea radiației laser în volumul lichidului, cercetarea constantei optice a lichidului în funcție de intensitatea radiației în volumul lichidului, precum și studierea constantelor optice ale lichidului în funcție de intensitatea radiației laser dispersate pe termolentilă [2].

Dezavantajul acestor procedee constă în lipsa posibilității măsurării spectrelor luminescente ale obiectului studiat în procesul acțiunii termice asupra lichidului studiat cu radiație laser.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în posibilitatea utilizării hologramei obiectului studiat în calitate de rețea de difracție pentru descompunerea spectrului semnalului luminescent, fapt ce permite de rând cu studierea modificărilor de fază ale obiectului și obținerea dependenței spectrale a luminescenței.

Problema se soluționează prin aceea că metoda holografică de studiere a produselor petroliere constă în aceea că se iluminează obiectul în formă de cuveta cu produsul petrolier cu un fascicul de radiație laser plan-parallel, se focalizează fasciculul cu ajutorul lentilelor unui obiectiv într-un punct, în care este amplasată o diafragmă cu fantă verticală, se înregistrează holograma obiectului inițial în lipsa radiației laser la deschiderea maximă a fantei diafragmei peste 4 mm, se iluminează holograma înregistrată cu un fascicul de referință, se proiectează pe matricea camerei digitale imaginea regenerată a obiectului inițial, totodată la iluminarea obiectului cu fasciculul de radiație focalizat se formează o lentilă termică în volumul produsului petrolier, iar la închiderea fantei diafragmei până la 0,01 mm pe hologramă se proiectează un fascicul al semnalului de luminescență, care la trecerea prin hologramă se descompune într-un spectru de luminescență, imaginea căruia se prelucrează într-un editor grafic cu obținerea dependenței spectrale a luminescenței.

Rezultatul tehnic constă în capacitatea de a obține, de rând cu studierea lentilelor termice ale produsului petrolier examinat, și a dependenței spectrale a luminescenței, prin utilizarea uneia și aceleiași holograme.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1-4, care reprezintă:

- fig. 1, schema optică a metodei holografice de studiere a produselor petroliere;
- fig. 2, formarea inelelor de interferență;
- fig. 3, intensitatea spectrului de luminescență în raport cu lungimea de undă, determinată din imaginea spectrului;
- fig. 4, dependența spectrală a luminescenței uleiului de motor (linia punctată) și dependența spectrală a luminescenței aceluiași ulei de motor obținut prin utilizarea unui monocromator (linia continuă).

Conform schemei optice a metodei propuse (fig. 1), fasciculul de radiație laser plan-parallel 1 cu o lungime de undă de 532 nm iluminează cuveta cu produsul petrolier 2. Cu ajutorul lentilelor unui obiectiv 3, fasciculul trecut prin cantitatea de ulei se focalizează într-un punct, în care este amplasată o diafragmă 4 cu fantă verticală. Cu ajutorul unei lentile 5 fasciculul devine din nou plan-parallel și proiectează imaginea obiectului pe un suport holografic 6.

În lipsa radiațiilor laser $\lambda=447$ nm și 632,8 nm se înregistrează holograma obiectului inițial cu aplicarea radiației laser $\lambda=532$ nm la deschiderea maximă a fantei diafragmei 4. Holograma înregistrată se iluminează cu fasciculul de referință RB și pe matricea camerei digitale 7 se proiectează imaginea regenerată de ordinul întâi a obiectului inițial.

La iluminarea produsului petrolier cu fasciculul de radiație focalizat cu $\lambda=447$ nm se vor observa două procese de schimbare a stării inițiale a obiectului – formarea unei lentile termice în interiorul volumului produsului petrolier și luminescența produsului petrolier în cazul excitării cu radiație laser $\lambda=447$ nm. Fiecare schimbare de fază a fasciculului-obiect OB (fig. 1) va fi înregistrată pe matricea camerei digitale sub forma unui model interferențial și studiat prin metodele interferografiei holografice în timp real. Holograma înregistrată este o rețea de difracție, cu care pot fi explorate spectrele fotoluminescenței ale obiectului original. În acest scop în schema optică (fig. 1) fanta diafragmei 4 se îngustează până la 0,01 mm. În cazul dat pe hologramă se proiectează un fascicul îngust al semnalului de luminescență (la excitația laser $\lambda=447$ nm) și semnalul radiației laser $\lambda=532$ nm, $\lambda=447$ nm și 632,8 nm. La trecerea prin hologramă a semnalului luminescenței prin rețeaua de difracție de ordinul întâi, acesta se descompune într-o imagine spectrală, iar radiațiile monocromatice $\lambda=532$ nm, $\lambda=447$ nm și 632,8 nm vor fi vizualizate în formă de trei fâșii înguste. Coordonatele fiecărei dintre fâșiile înguste ale radiațiilor laser menționate sunt determinate în pixeli la prelucrarea digitală a imaginii înregistrate. Schema optică a înregistrării este realizată astfel încât holograma să fie prezentată în fascicule plan-paralele. În acest caz, perioada d rețelei va avea valoare constantă, cu excepția neomogenităților fazice ale obiectului original înregistrate. Cu toate acestea, stratul inițial al produsului petrolier este un mediu destul de omogen din punct de vedere optic și holograma originală poate fi considerată drept o rețea de difracție cu o perioadă d constantă. În acest caz, atunci când există trei linii de marcare în spectru ($\lambda=532$ nm, $\lambda=447$ nm și 632,8 nm) poate fi determinată în pixeli coordonata pentru fiecare linie spectrală a spectrului de luminescență. Prelucrarea computerizată a imaginii spectrului de luminescență în editorul grafic permite obținerea dependenței spectrale a luminescenței.

Exemplu de realizare a invenției

În absența radiației laser cu $\lambda=447$ nm și 632,8 nm, în cazul deschiderii complete a fantei 4 diafragmei este obținută înregistrarea hologramei de pe celula cu ulei de motor, conform schemei (fig.1). Reconstituirea imaginii cuvetei cu ulei de motor înregistrate pe matricea unei camere digitale 7 este prezentată în fig. 2a. Ulterior, prin partea centrală a

celulei este proiectat un fascicul laser focalizat într-un punct cu $\lambda=447$ nm și puterea de ieșire de la 10 la 100 mW, în acest caz cantitatea de ulei de motor începe să formeze o lentilă termică.

Formarea lentilei termice conduce la o schimbare de fază a fasciculului-obiect OB, pe imaginea reconstruită a hologramei se observă procesul de formare a unei lentile termice sub formă de inele de interferență, diametrul cărora depinde de puterea radiației laser - de la 10 mW (fig. 2b) la 100 mW (fig . 2f). La îngustarea fantei 4 diafragmei până la 0,01 mm semnalul de luminiscentă excitat prin radiație laser $\lambda=447$ nm este trecut prin hologramă, unde se descompune într-un spectru (fig. 3) de luminiscentă al uleiului de motor cu aplicarea a trei linii fine de radiație laser cu $\lambda=532$ nm, $\lambda=447$ nm și 632,8 nm, prin intermediul cărora și a unei anumite perioade d a rețelei holografice, coordonatele pixeli sunt convertite în lungimi de undă. Dependența spectrală a luminiscentei este determinată din imaginea spectrului într-un editor de imagine în unități ale sistemului RGB.

Avantajul metodei propuse constă în faptul că deschiderea și închiderea fantei diafragmei, prin intermediul unui obturator electro-mecanic de mare viteză, permite de a obține aproape simultan informații cu privire la modul de schimbare a fazei obiectului, cât și spectrul său de luminiscentă. De exemplu, atunci când la produsul petrolier analizat sunt adăugate impurități solide sau alte lichide, poate fi observată în regim dinamic influența impurităților externe atât asupra structurii uleiului studiat, cât și asupra spectrului de luminiscentă la interacțiunea cu materialele străine.