

Invenția se referă la cercetarea materialelor cu ajutorul mijloacelor optice, în special la metode de măsurare a dimensiunilor microobiectelor netransparente.

Este cunoscută o metodă de microscopie holografică interferențială care permite măsurarea dimensiunilor particulelor [1].

Dezavantajul acestei metode cunoscute constă în aceea că măsurările pot fi aplicate doar la obiectele prin care trece lumina, de aceea necesită sau programe speciale la calculator, sau calcule destul de complicate.

De asemenea este cunoscută o metodă, în care microobiectul studiat este iradiat cu un flux omogen de raze laser și interferența apare în urma trecerii fluxului de laser prin sectoarele microobiectului cu valoare diferită a coeficientului de refracție sau prin fazele de neomogenitate a obiectului. Pentru obținerea informației cantitative din imaginile interferențiale sunt necesare: filtrarea imaginilor, evidențierea liniilor fâșiilor interferențiale și numerotarea acestora, calcularea deplasării fâșiilor în raport cu poziția inițială și prelucrarea computerizată a rezultatelor cu un program specializat [2].

Dezavantajul metodei cunoscute este că aceasta nu poate fi aplicată pentru obiecte netransparente.

În calitate de cea mai apropiată soluție este prezentată o metodă de măsurare a dimensiunilor microobiectelor, în care microobiectul se iluminează cu un rastru interferențial cu o perioadă cunoscută, format ca rezultat al interferenței fluxurilor de raze laser, apoi imaginea rețelei interferențiale mărită preliminar se proiectează pe un purtător pentru înregistrarea hologramei microobiectului, se amplasează microobiectul în planul focal al obiectivului microscopului pe purtătorul pentru înregistrarea hologramei, se proiectează imaginea mărită a microobiectului cu aplicarea rastrului interferențial de referință, format de fluxuri, apoi imaginea restabilită a microobiectului se proiectează pe ecranul calculatorului. Dimensiunile microobiectului se determină reieșind din valorile hologramei înregistrate a rastrului interferențial cu perioada cunoscută [3].

Dezavantajul metodei cunoscute constă în aceea că la aplicarea acesteia are loc pierderea parțială a informației despre obiect în sectoarele întunecate ale rastrului interferențial.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în determinarea dimensiunilor microobiectelor la înregistrarea hologramelor îndată după restabilirea hologramelor fără pierderea parțială a informației despre obiect.

Problema se soluționează prin aceea că în metoda de măsurare a dimensiunilor microobiectelor netransparente microobiectul se iluminează cu un rastru interferențial cu o perioadă prestabilită, format ca rezultat al interferenței a cel puțin două fluxuri de raze laser cu intensități diferite, cu formarea unei imagini de interferență din fâșii luminoase cu diferită intensitate și vizibilitate $V < 1$, apoi imaginea de interferență mărită preliminar se proiectează în formă de flux al obiectului pe un purtător pentru înregistrarea hologramei microobiectului, ca rezultat al interferenței fluxului obiectului și a celui de referință, unite sub un unghi în raport cu suprafața purtătorului, se înregistrează holograma, apoi imaginea restabilită a microobiectului prin intermediul unei camere digitale se transmite la calculator. Dimensiunile microobiectului se determină reieșind din valorile hologramei înregistrate a rastrului interferențial cu perioada cunoscută.

Rezultatul tehnic al prezentei invenții constă în simplificarea și accelerarea determinării mărimilor microobiectelor netransparente la înregistrarea hologramelor fără pierderea parțială a informației despre microobiect.

Astfel, este iluminată întreaga suprafață a microobiectului studiat cu schimbarea periodică a intensității fâșiilor rastrului interferențial cu perioada d cunoscută, format în urma interferenței fluxurilor $D1$ și $D2$. La aplicarea fluxului de raze laser suplimentar asupra imaginii microobiectului și a rastrului are loc înregistrarea hologramei microobiectului cu aplicarea hologramei rastrului interferențial. La restabilirea hologramei înregistrate prin această metodă pe ecran poate fi observată imaginea obiectului cu cea a rastrului interferențial. Dimensiunea microobiectului este determinată din perioada rastrului interferențial cunoscută inițial.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1-2, care reprezintă:

- fig. 1, schema optică pentru înregistrarea hologramelor microobiectelor și determinarea dimensiunilor acestora;

- fig. 2, hologramele restabilite ale microobiectelor la vizibilitatea fâșiilor rastrului interferențial, a) $V=1$, b) $V=0,25$.

Fluxurile de raze laser $D1$ și $D2$, care se intersectează sub unghiul Θ , formează pe suprafața focală a obiectivului microscopului 2 o rețea interferențială, a cărei perioadă se determină din legea lui Bragg:

$$2d \sin \frac{\Theta_1}{2} = \lambda \quad (1)$$

Vizibilitatea fâșiilor unei astfel de imagini interferențiale se determină conform legii lui Michelson:

$$V = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \quad (2)$$

unde I_{\max} este intensitatea în maximurile imaginii interferențiale, I_{\min} - intensitatea în minimurile imaginii interferențiale.

Imaginea rețelei interferențiale, mărită preliminar cu ajutorul microscopului 2, se proiectează pe purtătorul fototermoplastic pentru înregistrarea hologramei 3. La amplasarea obiectului studiat 1 pe suprafața focală a obiectivului 4 microscopului 2, pe purtătorul pentru înregistrarea hologramei se proiectează imaginea mărită a obiectului 1 cu aplicarea rastrului interferențial, format de fluxurile $D1$ și $D2$. La schimbarea raportului intensității fluxurilor $D1$ și $D2 \neq 1$ variază vizibilitatea V rastrului interferențial, conform (2), și obiectul nu este iluminat cu fluxuri cu perioade diferite de fâșii luminoase și întunecate, dar doar cu fâșii luminoase de diferită intensitate și

aceeași perioadă d , conform (1). Holograma este înregistrată ca un rezultat al interferenței fluxului OB aplicat la obiect și fluxului RB suplimentar, unite sub un unghi Θ_2 în raport cu suprafața purtătorului. La iluminarea hologramei înregistrate cu fluxul RB suplimentar pe ecranul 5 se formează imaginea restabilită a microobiectului inițial cu aplicarea rastrului interferențial, care cu ajutorul camerei digitale se transmite la calculator. Pe hologramă este vizibilă întreaga imagine a obiectului. Dimensiunile microobiectelor pe imaginile restabilite se determină pe baza valorilor hologramei înregistrate a rastrului interferențial cu perioada d cunoscută.

Exemplu de realizare a invenției

în calitate de microobiect-test a fost utilizată o microschemă executată pe o placă din monocristal de siliciu (fig. 1). Placa a fost amplasată în planul de formare a rastrului interferențial cu perioada $d=5 \mu\text{m}$ de fluxurile de laser D1 și D2. Fluxurile OB și RB se întâlnesc sub un unghi Θ_2 în raport cu suprafața purtătorului și este înregistrată holograma obiectului prin aplicarea rastrului interferențial. La înregistrarea hologramei cu intensități egale ale fluxurilor D1 și D2 vizibilitatea fâșiilor, conform (2), ale rastrului interferențial $V=1$ ($I_{\text{max}}=1$, $I_{\text{min}}=0$) și pe holograma restabilită vor fi vizualizate doar acele sectoare ale microschemei, care au fost iluminate cu fâșii interferențiale luminoase, ceea ce ar conduce la pierderea informației (fig. 2, a). La schimbarea intensității fluxurilor D1 și D2 în următorul raport

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{1}{4}$$

vizibilitatea fâșiilor, conform (2), va fi $V=0,25$ la aceeași valoare a perioadei $d=5 \mu\text{m}$. După înregistrarea acestei holograme, conform aceleiași scheme (fig.1), pe imaginea restabilită se vede toată suprafața microschemei (fig. 2, a). Imaginea restabilită este fotografiată, iar dimensiunile obiectului sunt determinate la prelucrarea computerizată a imaginii, conform perioadei cunoscute a rastrului $d=5 \mu\text{m}$.