

Invenția se referă la tehnica de măsurare și poate fi utilizată la turnarea firelor conductoare sau semiconductoare în izolație.

Este cunoscută un procedeu de măsurare directă a secțiunii de fir conductor la frecvențe supraînalte cu utilizarea ghizilor de unda deschiși, bazat pe interacțiunea câmpului electromagnetic cu firul conductor plasat în deschiderea antenei unde se iradiază cu unde electromagnetice. Secțiunea firului conform acestui procedeu se determină prin măsurarea coeficientului de reflecție sau a coeficientului de undă staționară [1].

Dezavantajele acestui procedeu sunt sensibilitatea redusă, care pentru o funcționare normală necesită o putere majorată a generatorului de semnal de măsurare, obiectul măsurat nu poate fi ecranat. Ultima cauzează erori de măsurare esențiale, întrucât semnalul măsurat este puternic influențat de câmpul electromagnetic a altor surse de câmpul electromagnetic. Insuficiențele enumerate limitează mult utilizarea practică a procedurii cu folosirea ghizilor de undă deschiși.

Mai este cunoscut un procedeu de măsurare directă a secțiunii firului conductor la frecvențe ultraînalte, bazat pe interacțiunea câmpului electromagnetic cu firul conductor măsurat, unde ghidul de undă deschis este înlocuit cu ghid de undă închis. Ghidul de undă în acest caz reprezintă o linie coaxială de rezonator de volum, a cărui fir intern îl constituie firul conductor măsurat. Secțiunea firului după acestui procedeu se determină prin măsurarea rezistenței de intrare a ghidului de undă cu care secțiunea firului se găsește într-o relație destul de complicată [2].

Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că firul măsurat se introduce în ghidul de undă prin două găuri perforate. Introducerea firului în ghid după această metodă din punct de vedere tehnologic este complicată, iar în caz de turnare a firului din topitura de metal în stare de suspensie practic este imposibilă. Dispozitivele de racordare a ghidului de undă sunt foarte complicate, mai mult ca atât ele micșorează esențial sensibilitatea la semnalul de măsurare; procesul de măsurare este complicat și cere mult timp; impedanța caracteristică a ghidului de undă este foarte mică, ce de asemenea influențează negativ sensibilitatea.

Mai este cunoscută un procedeu de măsurare directă a secțiunii de fir conductor conform metodei de interacțiune a câmpului electromagnetic de frecvența supraînaltă cu firul măsurat, în care firul măsurat se introduce în ghid printr-o tăietură, executată în corpul ghidului. Acest fapt simplifică mult introducerea firului în el [3].

Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că însăși prezența izolației pe fir în acest caz ca și în cazurile precedente, influențează negativ precizia măsurării. Secțiunea firului de asemenea se determină prin măsurarea rezistenței de intrare în ghid prin relația:

$$R_{in} = 2 \cdot \frac{h_g^2}{a \cdot b} \rho \cdot \sin^2 \frac{2\pi}{\lambda_b} \cdot d$$

unde a, b - dimensiunile liniare a secțiunii de ghid; ρ - rezistența caracteristică; λ_b - lungimea de undă a semnalului măsurat în ghid; d - distanța dintre microfir și pistonul de racordare a ghidului de undă; h_g - înălțimea efectivă radiatoare a porțiunii de microfir în ghid. După cum confirmă autorii lucrării, mărimea h_g la condiții egale depinde de diametrul microfirului d și ca urmare rezistența de intrare a ghidului de undă este în funcție de diametrul microfirului. Însă în lucrare nu se arată această funcție. Mai mult ca atât nu se analizează eroarea măsurării. În același timp utilizarea semnalelor de frecvență supraînaltă ca semnal măsurător în condiții reale de turnare a microfirului conductor în izolație din topitura de metal în stare de suspensie practic este imposibilă. Menționăm că prin măsurarea rezistenței liniare a microfirului pe unitate de lungime se poate aprecia și secțiunea S a microfirului conform relației $S = \rho l/R$, unde R - rezistența microfirului cu lungimea l, ρ - rezistența specifică a materialului microfirului. Pentru a măsura cu o precizie mai înaltă rezistența liniară a microfirului și corespunzător a secțiunii lui, bobina cu microfir trebuie exclusă din circuitul de măsurare.

Mai aproape de soluția propusă este procedeul de măsurare a rezistenței liniare a microfirului, în care bobina cu microfir trasă intră în componența dipolului în serie măsurat, compus din porțiunea microfirului măsurat și bobina cu microfir, considerând bobina cu microfir ca un element pur capacitiv, rezistența capacitivă a căruia la frecvența semnalului de măsurare fiind considerată nulă. Prin aceasta autorii invenției admit că rezistența dipolului măsurat este constituită numai din rezistența porțiunii microfirului măsurată. În realitate impedanța bobinei cu microfir este o mărime complexă, diferită de zero la orice valori de rezistență r și capacitate C pe o unitate de lungime a microfirului și, de asemenea, a frecvenței ω semnalului de măsurare, deoarece impedanța electrică echivalentă a bobinei este:

$$Z = \operatorname{Re} \sqrt{\frac{r}{2\omega C}} + \operatorname{Im} \sqrt{\frac{r}{2\omega C}} \neq 0 \quad [4].$$

Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că neglijarea impedanței Z, care intră în componența dipolului măsurat, în serie cu porțiunea microfirului, secțiunea căruia se măsoară la frecvența de semnal de măsurare și valoarea capacității C practic posibilă, aduce la erori de măsurare a rezistenței r și corespunzător a secțiunii S microfirului de zeci de procente.

Problema invenției solicitată constă în excluderea în mod electric a impedanței electrice echivalente a bobinei aflate în componența dipolului măsurat, ce permite măsurarea numai a porțiunii impuse de microfir și ca urmare măsurarea indirectă a secțiunii microfirului prin măsurarea rezistenței reale a unei porțiuni a microfirului.

Procedeul înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că constă în extinderea acestuia dintr-o preformă de metal introdusă într-un tub din material izolator în stare de suspensie cu un câmp electromagnetic de frecvență

înalță, bobinarea microfirului turnat pe o carcasă metalică, formând o bobină cu microfir turnat, și măsurarea secțiunii microfirului. Noutatea invenției constă în aceea că măsurarea secțiunii microfirului se efectuează prin compensarea rezistenței echivalente electrice Z_x a bobinei cu microfir turnat cu o rezistență echivalentă electrică Z_0 a unei bobine cu microfir etalon, care se conectează în paralel la intrarea diferențială a unui amplificator operațional și în serie cu o ramură în serie formată din porțiunea de microfir măsurat și bobina cu microfir turnat, această ramură fiind conectată la intrarea neînversoare a amplificatorului operațional, circuitul în serie format din bobina cu microfir etalon și ramura în serie formată din porțiunea de microfir măsurat și bobina cu microfir turnat se unește la o sursă de curent sinusoidal de valoare impusă, unde curentul $i(t)$ de la sursă, trecând prin circuitul în serie, formează căderi de tensiuni $U_x = Z_x i(t)$ pe bobina cu microfir turnat, $U_0 = Z_0 i(t)$ pe bobina cu microfir etalon și $U_r = i(t)r_l$ pe porțiunea de microfir măsurat; tensiunea U_0 se defazează la π prin amplificatorul operațional și se repetă după valoare la ieșirea lui, unde se însumează cu suma de tensiuni $U_x + U_r$, formând tensiunea sumară măsurată $U_\Sigma = -U_0 + U_r + U_x = i(t)[-Z_0 + r_l + Z_x]$, care atunci când $Z_x = Z_0$, $i(t) = \text{const}$ și $l = \text{const}$ este egală cu $i(t)r_l$, care este proporțională cu rezistența r și invers proporțională cu secțiunea de microfir etalon $U_r \sim S_0^{-1}$.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...3, care reprezintă:

- fig. 1, schema bloc a instalației de măsurare a rezistenței pe o porțiune a microfirului;

- fig. 2, schema simbolică (a) și electrică echivalentă (b) a circuitului de formare a semnalelor (tensiunilor) pe componentele circuitului măsurător;

- fig. 3, schema simbolică, care reprezintă raportul dintre fazele semnalelor ce cad pe componentele electrice ale circuitului de măsurare, ce acționează la intrările amplificatorului operațional și a celor aduse la ieșirea lui.

Modul de realizare a invenției.

În fig. 3 este arătată schema, în care în formă simbolică se arată raportul dintre valorile și fazele tensiunilor U_0 , U_r și U_x , formate de curentul $i(t)$ în circuitul din fig. 2, b și aplicate la intrarea amplificatorului operațional și de asemenea raportul dintre valorile și fazele acestor tensiuni la ieșirea amplificatorului, care este conectat ca un repetor de tensiune. Din fig. 2, b se vede, că conform legăturilor electrice ale circuitului în serie compus din Z_0 , r_l și Z_x cu amplificatorul operațional utilizat, la intrarea diferențială a amplificatorului acționează tensiunea U_0 , iar la intrarea lui neînversoare acționează suma tensiunilor $U_r + U_x$. Deoarece amplificatorul este conectat ca repetor de tensiune, tensiunea U_0 la ieșirea lui este repetată după valoare și defazată la π , iar tensiunile $U_r + U_x$ la ieșire sunt repetate atât după valoare cât și după fază (fig. 3). Datorită acestui fapt la valoarea $Z_x = Z_0$ și corespunzător $Z_x i(t) = Z_0 i(t)$ tensiunea la ieșirea amplificatorului devine egală $U_{ieșA_0} = r_l i(t) Z$ care la $i(t) = \text{const}$, $l = \text{const}$ este proporțională cu r și invers proporțională cu S_x , unde S_x este secțiunea microfirului turnat.

Instalația pentru realizarea procedurii este prezentată prin schema bloc (fig. 1). Instalația este formată dintr-o bobină cu microfir etalon 1, un tub de sticlă 2, o preformă de metal 3, introdusă în tubul de sticlă, un generator de putere de frecvență înaltă 4, dotat cu un inductor 5, care topește capătul preformei introdus în câmpul electromagnetic al lui, formând o topitură de metal 6, o carcasă metalică 7, pe care se bobinează microfirul 8, tras din topitură, un mecanism 9, ce rotește carcasa 7 de preluare a microfirului 8, un amplificator operațional 10, cu două intrări, una inversoare (-) și alta neînversoare (+), cuprins cu o rețea de reacție negativă compusă din două rezistoare egale 11 și 12, un instrument de măsurare 13, unit cu ieșirea amplificatorului și o sursă de curent 14, unde capătul liber al microfirului etalon din ultimul strat al bobinei 1 este unit cu capătul liber al rezistenței 11 și ieșirea caldă a sursei de curent 14, iar carcasa acestei bobine este unită electric cu intrarea neînversoare a amplificatorului 10 și preforma 3, ultima prin intermediul topiturii de metal 6 și a porțiunii de microfir măsurat 15, ce se găsește între topitură și carcasa 7, este unită cu bobina cu microfir turnat 16 de pe carcasa 7, rotită de mecanismul 9. Carcasa 7 și borna rece a sursei de curent 14 sunt unite la masă. La ieșirea amplificatorului 10 este unit instrumentul măsurător 13, gradat în unități de secțiune.

Instalația pentru măsurarea indirectă a secțiunii de microfir în procesul de turnare a lui funcționează în modul următor. Preforma 3 se introduce în tubul de sticlă 2 și se fixează în așa mod ca capătul ei de jos împreună cu capătul de jos al tubului de sticlă 2 să se găsească în câmpul electromagnetic maximal al inductorului 5. Se alimentează generatorul 4 ce asigură putere necesară pentru topirea capătului preformei, introdus în inductorul 5, formând topitura de metal 6. După care se alimentează sursa de curent 14, amplificatorul 10 și mecanismul 9. Cu o tijă de sticlă se atinge de partea de jos a topiturii de metal și se trage în jos, în rezultat se formează un capilar de sticlă topită umplut cu metal topit, care și prezintă microfirul turnat. Capătul microfirului se anină de carcasa 7 rotită de mecanismul 9, formând bobina cu microfir turnat 16. Prin alegerea regimului corespunzător al generatorului 4 se asigură secțiunea microfirului tras egală cu secțiunea microfirului etalon de pe bobina 1. Datorită unirii electrice a bobinei 1 cu rezistența electrică echivalentă Z_0 (fig. 2) și a bobinei 16 cu rezistența electrică echivalentă Z_x , prin intermediul preformei, topiturii de metal și a porțiunii de microfir măsurat 15 cu rezistența echivalentă r_l (cu rezistența preformei și a topiturii se neglijează) se formează un circuit în serie prin care curge curentul $i(t)$ condiționat de sursa 14. Curentul $i(t)$ curgând prin aceste elemente formează pe ele căderi de tensiuni respectiv: pe impedanța Z_0 tensiunea $U_0 = Z_0 i(t)$, pe rezistența r_l tensiunea $U_r = r_l i(t)$ și pe impedanța Z_x tensiunea $U_x = Z_x i(t)$, toate fiind aplicate la intrarea amplificatorului 10. Tensiunile U_0 , U_r și U_x se însumează și după convertizarea lor de amplificatorul operațional 10 (fig. 3) la ieșirea lui tensiunile U_x și U_0 , atunci când $Z_x = Z_0$, se compensează reciproc. Datorită acestui fapt tensiunea rezultantă la ieșirea amplificatorului devine egală $U_{ieș} = U_\Sigma = r_l i(t) - r$ și invers proporțională cu secțiunea S_x a microfirului turnat $U_{ieș} \sim S_x^{-1} = S_0^{-1}$. Tensiunea $U_{ieș}$ se înregistrează cu instrumentul măsurător 13 (fig. 1).