

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

Este cunoscut un procedeu de măsurare directă a secțiunii de fir conductor la frecvențe supraînalte cu utilizarea ghizilor de undă 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, precum și faptul că obiectul măsurat nu poate fi ecranat. Ultimul cauzează erori de măsurare esențiale, întrucât semnalul măsurat este puternic influențat de câmpul electromagnetic al altor surse de câmp electromagnetic. Dezavantajele menționate 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 un ghid de undă închis. Ghidul de undă în acest caz reprezintă o linie coaxială de rezonator de volum, al cărui fir intern îl constituie firul conductor măsurat. Secțiunea firului conform 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 conform acestui procedeu din punct de vedere tehnologic este complicată, iar în caz de turnare a firului din topitură de metal în stare de suspensie este practic 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 cunoscut un procedeu de măsurare directă a secțiunii de fir conductor conform metodei de interacțiune a câmpului electromagnetic de frecvență supraînaltă cu firul măsurat, în care firul măsurat se introduce în ghid printr-o tăietură, executată în corpul ghidului [3].

Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că însăși prezența izolației pe fir, 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 sunt dimensiunile liniare ale secțiunii ghidului de undă; 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 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 topitură de metal în stare de suspensie este practic imposibilă. Menționăm că prin măsurarea rezistenței liniare a microfirului pe unitate de lungime se poate aprecia și secțiunea S a microfirului, conform relației $S = r/R$, unde R - rezistența microfirului cu lungimea 1, r - 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.

Cea mai apropiată soluție este procedeul de măsurare a secțiunii unui fir conductor în izolație în procesul de turnare a microfirului, în care precizia înaltă de măsurare a secțiunii microfirului se asigură prin compensarea impedanței echivalente electrice Z_b a bobinei cu microfir turnat cu o impedanță echivalentă Z_0 a unei bobine cu microfir etalon, care exclude influența bobinei cu impedanța Z_b asupra preciziei de măsurare a microfirului în procesul de turnare a lui [4].

Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că este necesar de a avea la dispoziție un număr mare de bobine cu microfir etalon din diferite metale și aliaje.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție constă în minimizarea valorii erorii de măsurare a secțiunii transversale a firului conductor de microfir turnat, condiționată de rezistența de contact neohmică, fără a folosi bobina cu microfir etalon cu impedanța electrică echivalentă $Z_{b.et} \approx Z_b$.

Procedeul conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că constă în extinderea acestuia dintr-o topitură de metal, topită în stare de suspensie dintr-o preformă introdusă într-un tub din material izolator, de un câmp electromagnetic de frecvență înaltă, bobinarea microfirului turnat pe o carcasă metalică, formând o bobină cu microfir turnat cu impedanța electrică echivalentă Z_b , măsurarea secțiunii transversale a microfirului și dirijarea ei prin dirijarea regimului de turnare a microfirului. Măsurarea secțiunii transversale a microfirului se efectuează prin compararea a două tensiuni, una dintre ele fiind proporțională cu rezistența $R = |Z_b| / \delta r$ a unui rezistor unit în serie cu bobina cu microfir cu impedanța electrică echivalentă Z_b și porțiunea de microfir măsurat de lungime fixă l, rezistența liniară r și rezistența integrală rl, formând un circuit în serie de rezistență sumară $R + Z_b + rl$, unde δr este abaterea relativă admisibilă a rezistenței r a microfirului turnat de la cea prestabilită r_{pr} [$\delta r = (r_{pr} - r) / r_{pr}$], condiționată de valoarea finită a impedanței Z_b , $Z_b \neq 0$ și nu este neglijabilă în comparație cu valoarea rezistenței R,

la circuitul în serie de rezistență sumară $R+Z_b+rl$; prin intermediul preformei și a unui comutator de la un generator de semnal de curent alternativ se aplică, consecutiv, o tensiune de referință $u_{ref}(t)=U_m \cdot \sin \omega t$ cu amplitudinea U_m proporțională cu rezistența R și o tensiune $u(t)=U_m \sin \omega t$ cu amplitudinea U_m proporțională cu rezistența rl , care respectiv formează curenții:

$$i_1(t) = \frac{U_{ref.m} \sin \omega t}{R + Z_b + rl} \quad \text{și} \quad i_2(t) = -\frac{U_m \sin \omega t}{R + Z_b + rl},$$

unde curentul $i_1(t)$, trecând prin circuitul în serie cu rezistența $R+Z_b$, formează o cădere de tensiune $u_1(t)=i_1(t)(R+Z_b)$, iar curentul $i_2(t)$, trecând prin circuitul în serie cu rezistența rl , formează o cădere de tensiune $u_2(t)=-i_2(t)rl$, aplicarea tensiunilor $u_1(t)$ și $u_2(t)$ prin intermediul unei capacități, formată dintr-un electrod și o parte a porțiunii de microfir 1, la un comparator de semnale, care le compară după valoare, în caz de abatere a valorii tensiunii $u_2(t)$ de la valoarea tensiunii $u_1(t)$ cu diferența lor se acționează regimul de turnare a microfirului până la atingerea egalității lor prin aplicarea semnalului la intrarea unui bloc de dirijare cu regimul de turnare a microfirului.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1–5, care reprezintă:

- fig. 1, schema–bloc a instalației de măsurare a secțiunii transversale a microfirului prin măsurarea rezistenței pe o porțiune de microfir;
- fig. 2, schema electrică echivalentă a circuitului de comutare consecutivă a tensiunilor $u_{ref}(t)$ și $u(t)$ la circuitul în serie format din: rezistorul cu rezistența R , bobina cu microfir cu impedanța echivalentă Z_b și rezistența rl a porțiunii de microfir măsurat;
- fig. 3, schema electrică echivalentă a circuitelor: a) de formare a tensiunii $u_1(t)$ și b) de formare a tensiunii $u_2(t)$;
- fig. 4, oscilogramele de semnale în nodurile principale ale instalației cu schema–bloc arătată în fig. 1;
- fig. 5, schema electrică echivalentă de tip R-C-0 a bobinei cu microfir turnat cu impedanța electrică echivalentă Z_b .

Instalația pentru realizarea procedurii este prezentată prin schema–bloc (fig. 1).

Instalația este formată dintr-un tub de sticlă 1, o preformă de metal 2, introdusă în tubul de sticlă, un generator de putere de frecvență înaltă 3, utilizat pentru topirea metalului din care se toarnă microfirul, dotat cu un inductor 4, care topește capătul preformei de metal 2, aliaj sau semiconductor introdus în câmpul electromagnetic al inductorului 4, formând o topitură de metal 5, o carcasă metalică 6, pe care se bobinează microfirul turnat 7 tras din topitura 5, un mecanism 8 ce rotește carcasa 6, un generator 9 de semnal armonic cu două ieșiri independente una de alta, și cu o bornă comună, unită la masă, totodată una din ieșiri are tensiunea $u_{ref}(t)=U_m \cdot \sin \omega t$, iar ieșirea a doua are tensiunea $u(t)=U_m \sin \omega t$, un comutator 10 cu două grupuri de contacte A și B, un electrod 11, pe care spre carcasa 6 alunecă microfirul turnat, care împreună cu o parcelă din porțiunea de microfir formează capacitatea CE, un bloc 12 de dirijare cu dispozitivele ce asigură: puterea generatorului 3, viteza de turnare a microfirului 7, viteza de deplasare a preformei 2 și a tubului de sticlă 1 în câmpul electromagnetic al inductorului 4 și, de asemenea, presiunea atmosferică în tubul de sticlă, blocul de dirijare cu ieșirea lui fiind unit la intrările dispozitivelor menționate, un comparator 13, cu ieșirea lui unită la intrarea blocului 12, iar cu intrarea la electrodul 11, un rezistor 14 cu rezistența R cu un pol unit printr-un contact alunecător la carcasa 6, iar cu polul doi unit la contactul mobil al grupului de contacte B ale comutatorului 10. Capătul rece al preformei 2 este unit la contactul mobil al grupeii de contacte A a comutatorului 10.

Instalația funcționează în felul următor.

Preforma 2 se introduce în tubul de sticlă 1 și se fixează în așa mod încât capătul ei de jos împreună cu capătul de jos al tubului de sticlă să se găsească în câmpul electromagnetic maximal al inductorului 4. Se alimentează generatoarele 3 și 9, mecanismul 8, comutatorul 10, blocul 12 și comparatorul 13. Se instalează regimul de turnare a microfirului (puterea generatorului 3, viteza de turnare a microfirului și viteza de deplasare a preformei și a tubului de sticlă, presiunea în tubul de sticlă) corespunzător secțiunii de microfir prestabilite.

După formarea topiturii de metal 5 și prelucrarea ei termică, cu o tijă de sticlă se atinge de partea de jos a topiturii și se trage în jos. În consecință se formează un capilar de sticlă umplut cu metal topit, constituind microfirul turnat. Capătul microfirului se prinde de carcasa 6, rotită de mecanismul 8, formând împreună cu microfirul bobinat o structură 15 de tip R-C-0 (fig. 1–5) cu impedanța electrică echivalentă Z_b .

Datorită unirii galvanice a rezistorului 14 cu rezistența R cu carcasa 6, care împreună cu microfirul 7 bobinat pe ea formează un dipol electric cu rezistența electrică echivalentă Z_b , și a porțiunii 1 de microfir 16 cu rezistența integră rl , se formează un circuit electric în serie 17 (fig. 2, 3) cu rezistența sumară $R+Z_b+rl$, la care prin intermediul preformei 2, topiturii de metal 5 și al comutatorului 10 consecutiv în timp de la generatorul 9 se aplică semnalul $u_{ref}(t)=U_{ref.m} \sin \omega t$ (fig. 3,a) și respectiv $u(t)=U_m \sin \omega t$ (fig. 3,b), în circuitul în serie 17 formând curenții:

$$i_1(t) = \frac{U_{ref.m} \sin \omega t}{R + Z_b + rl} \quad \text{și} \quad i_2(t) = -\frac{U_m \sin \omega t}{R + Z_b + rl},$$

de sens opus. Când în circuitul 17 se aplică tensiunea $U_{ref}(t)$, atunci prin intermediul capacității CE și bornei

$$u_1(t) = \frac{R + Z_b}{R + Z_b + rl} U_{m.ref} \sin \omega t$$

comune, se culege tensiunea $u_1(t)$ cu valoarea

ce cade pe suma de rezistențe

$(R+Z_b)$ cu amplitudinea ei proporțională cu $(R+Z_b)$ (fig. 3,a), iar când se aplică tensiunea $u(t)$ se culege tensiunea

$$u_2(t) = \frac{rl}{R + Z_b + rl} \sin \omega L$$

ce cade pe rezistența rl cu amplitudinea ei proporțională rezistenței rl (fig. 3,b).

Tensiunile $u_1(t)$ și $u_2(t)$ consecutiv (fig. 1, 2 și 4,d,e,i,j) se aplică la intrarea comparatorului 13. După detectarea lor prin intermediul comparatorului 13 se obține un semnal de forma arătată în fig. 4,f,k, care în continuare se aplică la intrarea blocului 12 ce dirijează cu dispozitivele ce asigură regimul de turnare a microfirului.

Dacă secțiunea S a microfirului turnat este egală cu cea prestabilită S_{pres} ($S=S_{pres}$), atunci tensiunile $u_1(t)$ și $u_2(t)$ devin egale, iar diferența lor $\Delta u(t) = u_1(t) - u_2(t)$ devine nulă (fig. 4d,e,g,h), adică

$$u_1(t) = \frac{R + Z_b}{R + Z_b + rl} U_{ref.m} \sin \omega t = u_2(t) = \frac{rl}{R + Z_b + rl} U_m \sin \omega t,$$

respectiv regimul de turnare inițial ales

rămâne neschimbat. În cazul în care $u_1(t) \neq u_2(t)$, la intrarea blocului 12 apare diferența de semnale $u_1(t) - u_2(t)$ (fig. 4,i,j,k,l,m), care prin acțiunea sa schimbă regimul de turnare în așa mod încât secțiunea reală S a microfirului să devină egală cu cea prestabilită S_{pres} . În așa mod în procesul de turnare a microfirului secțiunea reală S se menține la valoarea prestabilită S_{pres} , obținând astfel un microfir cu secțiunea prestabilită.