

# ICPE-CA dezvoltă microfire feromagnetice cu multiple utilizări în industrie

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrică ICPE-CA realizează microfire conductoare, semiconductoare și microfire cu proprietăți magnetice sau magnetos-trictive, pornind de la elemente (cupru, platină, cobalt, nichel, siliciu, germaniu) sau aliaje (de exemplu, aliaje în sistemul ternar Fe-B-Si, aliaje bogate în Co sau bogate în Fe). Microfirele pot avea lungimi de cca. 1 - 2 km și sunt constituite dintr-un miez metalic acoperit cu un strat izolator de sticlă, diametrul miezului de metal putând fi de la 1 la 50  $\mu\text{m}$ , respectiv, grosimea izolației de sticlă, de la 1 la 20  $\mu\text{m}$ .

■ Dr. ing. Eugen Manta, șef laborator Materiale Magnetice ICPE-CA

**P**rocedeu inițiat de Taylor acum câteva decenii pentru obținerea de fire metalice, fără a recurge la metode tradiționale de prelucrare prin deformare plastică, a fost aplicat în ultimul deceniu pentru vitrifierea unui număr mare de aliaje.

Recent, metoda Taylor-Ulitovsky, care este cunoscută din 1950, a fost folosită pentru a produce un microfir feromagnetic lung și subțire cu un nucleu metalic foarte mic (1–20  $\mu\text{m}$  în diametru), acoperit cu un înveliș izolator (1–10  $\mu\text{m}$  în diametru).

Deși studiile privind microfirele amorfe magnetice au început în anii 1976, microfirele acoperite cu sticlă au fost redescoperite în ultima decadă, datorită proprietăților lor magnetice neobișnuite și potențialului aplicativ.

O atenție deosebită a fost acordată studiilor de probe cu magnetos-tricțiune pozitivă constantă (aliaje bogate în Fe) care prezintă o curbă histerezis rectangulară perfectă (așa numita bistabilitate magnetică), precum și aliajelor bogate în Co. Trebuie menționat că acest comportament magnetic este determinat de tensiunile interne complexe aplicate asupra nucleului metalic datorită acoperirii cu sticlă. De fapt, investigațiile privind eliminarea progresivă a învelișului de sticlă prin corodare chimică au arătat o modificare asupra proprietăților magnetice prin diminuarea învelișului de sticlă.

Procedeu utilizat pentru obținerea microfirelor este metoda Ulitovsky-Taylor, ce

constă în plasarea în câmpul unui inductor de înaltă frecvență a unui tub de sticlă, în care s-a introdus o baghetă de metal sau aliaj. Sub influența câmpului electromagnetic generat metalul se topește, formând o picătură. O parte din tubul de sticlă, în contact cu metalul topit, se înmoaie și din sticlă se formează un înveliș (manta) ce acoperă picătura. În anumite regimuri de lucru, această sticlă înmuiată antrenează prin tragere și metalul, conducând la formarea microfirelor care se colectează pe mosoare.

Se pot obține diferite structuri ale miezului de metal: policristaline, cu dimensiuni diferite ale cristalelor (micro-cristaline, nano-cristaline) sau amorfe.

**Instalația de turnare a microfirelor** din dotarea Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrică ICPE-CA (*figura 1*) asigură desfășurarea procesului tehnologic pentru turnarea microfirelor, controlul parametrilor, diagnostic și protecție împotriva deteriorării mecanismelor și subansamblelor constructive și protecția personalului de deservire.

## Aplicații ICPE-CA cu microfire magnetice

Domeniul de aplicație a microfirelor este foarte larg:

- senzorială;
- ecranare electromagnetică (consorțiu PN II alcătuit din Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrică ICPE-CA, Univ. Gheorge

Asachi, Univ. de Medicină, MEDAPTEH SRL);

- hârtii de valoare (consorțiu PN II alcătuit din Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrică ICPE-CA, CEPROHART Brăila, MEDAPTEH SRL, beneficiar IMPRIMERIA NAȚIONALĂ);
- microfire cu proprietăți speciale ce permit codificarea informației, cu utilizări în securizarea etichetelor (consorțiu PN II, POC alcătuit din Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrică ICPE-CA, MEDAPTEH PLUS CERT);
- medicină (imagistică, stimularea creierului).

În ciuda faptului că materialele magnetice amorfe au fost descoperite cu mai mult de 60 de ani în urmă, interesul pentru studierea proprietăților lor structurale, magnetice și cinetice persistă până în prezent. S-a stabilit că aceste materiale prezintă proprietăți fizice unice. Drept rezultat, s-au dezvoltat aplicații în micro- și nanoelectronica modernă, la un cost de producție relativ scăzut. Mai mult, acest interes a fost cauzat de dezvoltarea de materiale inovatoare și compozite derivate pe bază de microfire amorfe.

## Microfirele magnetice prefigurează viitorul în senzorială

Microfirele feromagnetice pot constitui elementele active ale unor senzori. Acestea pot fi utilizate și într-o gamă largă de aplicații în aeronautică (aviație), cum ar fi senzor de câmp magnetic, senzor de tensiuni mecanice sau de temperatură. Avantajele unor astfel de senzori sunt: masa, dimensiunile și costul reduse, toate acestea conducând la ideea că senzorii, pe bază de microfire feromagnetice sunt candidați ideali pentru vehicule aeriene mici, fără pilot (drone).

Senzorii de câmp magnetic pot fi utilizați, de exemplu, în scopuri de navigare pentru determinarea poziției, înlocuind, în unele cazuri, busolele. O altă posibilă aplicație a senzorilor magnetici este în





Fig. 1. Aspecte din timpul tragerii microfiredorilor

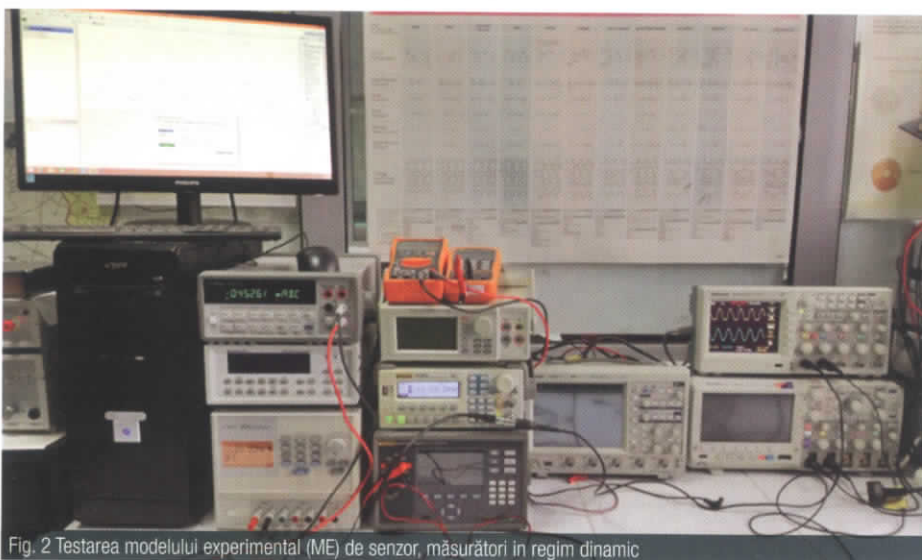


Fig. 2 Testarea modelului experimental (ME) de senzor, măsurători în regim dinamic

unitățile de măsură inerțiale, unde pot fi folosiți ca senzori inerțiali, împreună cu un accelerometru și giroscop.

În timp ce alți senzori pot fi sensibili la câmpurile magnetice perturbatoare, senzorii bazați pe microfiredorile feromagnetice pot fi utilizați pentru monitorizarea câmpurilor magnetice perturbatoare care apar, de exemplu, din surse electrice, dispozitive electrice/electronice și cabluri electrice plasate pe plăcile de comandă. Aceste date de ieșire pot fi utilizate, în consecință, pentru a compensa câmpurile magnetice perturbatoare menționate.

Senzorii bazați pe microfiredorile feromagnetice pot fi utilizați ca senzori de temperatură, de exemplu, pentru monitorizarea mediului ambiant sau pentru măsurători meteorologice. De asemenea, acest tip de senzori nu necesită compensarea dependenței de temperatură, fapt ce reprezintă un avantaj față de alte tipuri de senzori caracterizați prin sensibilitate încrucișată și la care dependența de temperatură nu este neglijabilă.

O altă aplicație a microfiredorilor magnetice o constituie senzorii de tensiune care oferă perspective promițătoare pentru monitorizarea construcției avioanelor și monitorizarea integrității structurii. De asemenea, sarcina operațională (încărcarea masivă) poate fi monitorizată cu acest tip de senzori care se pot aplica și în testarea la oboseală sau în detectarea fisurilor. Senzorii de tensiune pe bază de microfiredorile magnetice pot fi absolut fără contact, ceea ce, coroborat cu dimensiunile reduse ale microfiredorilor, oferă posibilitatea integrării lor direct în material, fără a cauza deteriorări structurale sau fără a afecta negativ caracteristicile materialelor.

Toate vehiculele și mijloacele de transport moderne utilizează o mare varietate de senzori și transductoare. Funcționarea tuturor instrumentelor medicale se bazează pe senzori și transductoare. Industria utilizează, de asemenea, tot mai mulți transductori pentru monitorizarea și controlul liniilor de producție. Prin urmare, tehnologia de detectare a fost dezvoltată

de nevoile crescânde de a îmbunătăți sensibilitatea, stabilitatea, fiabilitatea și scăderea costurilor. În acest scop, am propus să dezvoltăm noi dispozitive de senzori care utilizează microfiredorile magnetice moi, ca element de detectare.

Alături de numeroasele avantaje, totuși, există o limitare - senzorii pot fi utilizați doar în interiorul materialelor nemagnetice.

În ultimul an, echipa de cercetare a INCIE ICPE-CA a obținut un model experimental de senzor pe bază de microfiredorile feromagnetice cu temperatură Curie scăzută ce are în componență un ansamblu de trei bobine de dimensiuni reduse. Configurația sistemului permite realizarea unui senzor cu dimensiuni reduse care poate fi încorporat în mai multe forme, în funcție de aplicația dorită.

Testările preliminare s-au realizat utilizând un banc de încercare cu circuite electrice, așa cum este prezentat în **figura 2**.

În perioada următoare, echipa de cercetare se va concentra pe miniaturizarea senzorului și reproiectarea acestuia pentru a putea fi transferat în industrie. La nivelul Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrică ICPE-CA există posibilitatea derulării unui contract de cercetare de tip C în cadrul proiectului POC G – „Dezvoltarea capitalului intelectual prin transfer de cunoștințe în domeniul materialelor avansate – Impact asupra creșterii productivității muncii și volumului producției în întreprinderi”. Acest contract de cercetare va permite unei societăți interesate să poată realiza transferul tehnologic la un cost rezonabil, care poate fi negociat. Pentru mai multe date, persoanele interesate pot vizualiza atât pagina de web a institutului, [www.icpe-ca.ro](http://www.icpe-ca.ro), cât și pagina de web a proiectului <https://proiect-phoenix.ro/>. ■