

Raport de activitate

pentru proiectul intitulat:

Rețea inteligentă de microsenzori pentru măsurarea neinvazivă a debitelor

acronim: ***SmartFlow***

Cod proiect: PN-II-PT-PCCA-2013-4-0471

Contract nr. 37/2014

În acest proiect ne-am propus realizarea unui model funcțional al microsenzorului SmartFlow pentru măsurarea neinvazivă a debitelor. Principiul de funcționare al microsenzorului SmartFlow îl constituie variația magneto-impedanței unui material magnetic sensibil ca urmare a vibrațiilor induse în peretele unei conducte de curgere turbulentă a unui lichid prin conducta respectivă.

În cadrul primei etape a proiectului am avut următoarele obiective:

- Stabilirea specificațiilor microsenzorului SmartFlow;
- Realizarea materialului magnetic optimizat pentru utilizarea acestuia ca element sensibil în microsenzorul SmartFlow; și
- Realizarea standului experimental pentru testarea microsenzorului SmartFlow în diferitele sale faze constructive în etapa viitoare (2015).

În privința specificațiilor, am determinat mai întâi nivelul accelerațiilor pe care trebuie să le detectăm cu microsenzorul SmartFlow. Am stabilit ulterior caracteristicile modului de alimentare. Am considerat că o rezoluție a microsenzorului de $0,1 \text{ m/s}^2$ este optimă pentru aplicațiile avute în vedere. Legat de caracteristicile mediului ambiant, am stabilit intervalul de temperatură de lucru și cel de umiditate a microsenzorului.

Am stabilit totodată ca microsenzorul SmartFlow să dispună atât de o ieșire analogică, cât și de una digitală, care va fi pe cablu și wireless (semnalul de ieșire va putea fi transmis prin intermediul unui modul wireless).

Legat de prepararea, caracterizarea, testarea și optimizarea materialelor magnetice avansate cu structură amorfă și/sau nanocristalină pentru utilizarea lor ca elemente sensibile în microsenzorii de tip SmartFlow, am preparat inițial materiale magnetice amorse cu compoziția $\text{Fe}_{73,5}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{Si}_{13,5}\text{B}_9$ sub formă de fire și microfibre acoperite cu sticlă, ca precursori pentru materialele magnetice nanocristaline avute în vedere. Ulterior am efectuat tratamente termice specifice pentru inducerea structurii nanocristaline și am caracterizat și testat aceste materiale din punct de vedere al proprietăților magnetice (cicluri de histerezis, câmp coercitiv, permeabilitate magnetică), dar mai ales din punct de vedere al răspunsului în magneto-impedanță, principiul de funcționare pe care l-am propus pentru microsenzorul SmartFlow.

În același mod am procedat cu microfibre și fire magnetice amorse având compoziția $(\text{Co}_{0,94}\text{Fe}_{0,06})_{72,5}\text{Si}_{12,5}\text{B}_{15}$, caracterizate prin faptul că prezintă o magnetostricțiune aproape nulă direct în starea amorfă, fără a necesita vreo modificare structurală de tipul celei de la amorf la nanocristalin pentru a anula magnetostricțiunea și a dobândi proprietăți excelente de material magnetic moale (coercitivitate redusă și permeabilitate magnetică ridicată). Testele de magneto-impedanță realizate pe aceste materiale, și în special cele în prezența unor tensiuni mecanice de întindere aplicate, ne-au condus la concluzia că materialul magnetic pe care îl vom utiliza ca element sensibil la realizarea microsenzorului SmartFlow va fi de tipul fir amorf cu compoziția $(\text{Co}_{0,94}\text{Fe}_{0,06})_{72,5}\text{Si}_{12,5}\text{B}_{15}$. Testele specifice pentru optimizarea caracteristicilor dimensionale ale firelor amorse cu compoziția $(\text{Co}_{0,94}\text{Fe}_{0,06})_{72,5}\text{Si}_{12,5}\text{B}_{15}$ ne-au condus către diametrul optim, cu mențiunea că

acesta este susceptibil pentru reducere prin trefilare la rece urmată de tratament de detensionare pentru păstrarea proprietăților de material magnetic moale.

După rezolvarea problemei materialului sensibil, am continuat cu realizarea standului experimental pe care urmează să efectuăm testele microsenzorului SmartFlow în diferitele etape de fabricare a acestuia. Standul va permite testarea funcționării microsenzorului cu conducte/țevi realizate din diferite materiale și având diferite dimensiuni (diametre și grosimi ale peretelui). În plus, standul realizat va permite curgerea unor lichide la diferite debite, cu informații precise cu privire la debitul lichidului prin sistem, cu evitarea preluării unor vibrații aleatoare, generate de elemente cum ar fi robinete, conectori, elemente de legătură, etc. Am prevăzut posibilitatea de a utiliza standul și într-un sistem de apă recirculată, dotat cu un rezervor propriu care să alimenteze gravitațional standul și totodată cu o pompă pentru recircularea apei.

În concluzie, obiectivele acestei etape au fost realizate în totalitate, ceea ce ne permite abordarea activităților din etapa următoare.

Rezultatele obținute în cadrul proiectului au fost diseminate prin prezentări la două manifestări științifice importante și recunoscute din domeniul fizicii materialelor avansate. Astfel, rezultatele au fost prezentate la 10th International Conference on Physics of Advanced Materials – ICPAM-10 (lucrarea P-8 de la topicul 4 cu titlul Magnetic Materials & Spintronics, intitulată: „Optimized magneto-impedance effect in low-magnetostrictive amorphous wires”, autori: T.-A. Óvári, S. Corodeanu, H. Chiriac), care a avut loc între 21 și 26 septembrie 2014 la Iași și la PAMS-1 – Autumn School on the Physics of Advanced Materials (lucrarea invitată plenară L8, cu titlul „Amorphous and nanocrystalline magnetic micro- and nanowires”, autor: F. Borza), care a avut loc în perioada 22 – 26 septembrie 2014 la Iași.

Proiectul a avut de asemenea rezultate foarte bune în ceea ce privește formarea cercetătorilor postdoctorali care fac parte din echipa de cercetare a proiectului, unul dintre aceștia, Dr. Sorin Corodeanu, fiind și coautor la una din lucrările amintite mai sus.

Director de proiect,
CS II Dr. T.-A. Óvári