

PROIECT PN II-ID-PCE-2011-3-0036 (contract 7/05.10.2011)
„ Calorimetrie fotopiroelectrică de înaltă rezoluție pentru nanofluidelor magnetice”

Raport anual de cercetare: Etapa 5 / 15.12.2015

Obiectiv general: Studiul PPE al proprietăților termice ale nanofluidelor magnetice.

1. Comportarea parametrilor termici statici și dinamici ai nanofluidelor magnetice în funcție de concentrația de nanoparticule.

1.1. Masuratori PPE preliminare pe lichide cu proprietăți termice cunoscute.

În acest paragraf vom prezenta rezultate ale măsurătorilor de difuzivitate și efuzivitate termică obținute pe un lichid cu proprietăți termice cunoscute, apă, utilizat des ca și lichid purtător în anumite nanofluidelor magnetice. Toate măsurătorile au fost efectuate la temperatura camerei. Ca și configurații de detecție au fost folosite acele cazuri particulare care au fost ulterior utilizate și pentru investigarea nanofluidelor magnetice.

În cazul difuzivității termice a fost utilizată configurația BPPE cuplata cu tehnica de scanare TWRC. Proba a fost considerată opacă optic, iar regimul termic a fost cel $\tilde{A}$ gros atit pentru proba cit și pentru senzor. Difuzivitatea termică a rezultat din panta curbei fază semnalului (sau $\ln(\text{amplitudine})$) vs. grosimea probei. În Fig. (1.1) și (1.2) este prezentată comportarea fazei relative și a amplitudinii (scara logaritmică) semnalului BPPE în funcție de grosimea relativă a apei distilate (proba de investigat). Valorile obținute pentru difuzivitatea termică sunt în bună concordanță cu datele din literatură.

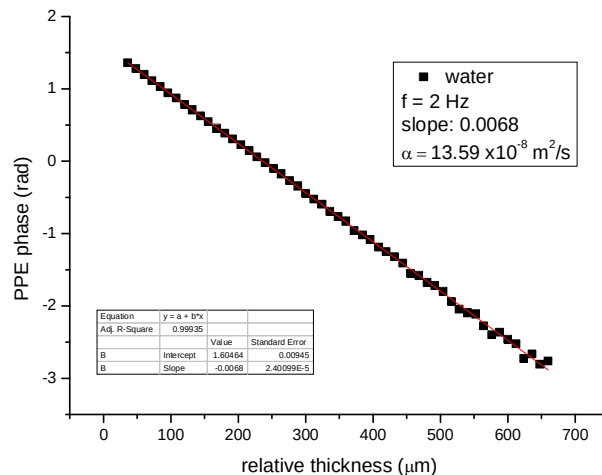


Fig. 1.1. Scan tipic al fazei relative a semnalului BPPE în funcție de grosimea relativă a probei (apă), în regiunea liniară a graficului. Difuzivitatea probei rezulta din panta graficului.

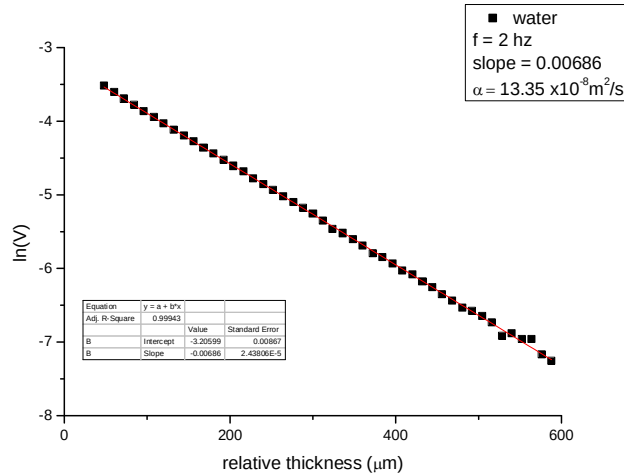


Fig. 1.2. Scan tipic al amplitudinii semnalului BPPE in functie de grosimea relativa a probei (apa), in regiunea liniara a graficului. Difuzivitatea probei rezulta din panta graficului.

Efuzivitatea probelor a fost masurata in configuratia FPPE, lichidul de investigat fiind situat in pozitie de $\bar{A}$ backingò într-o celula speciala care previne evaporarea si scurgerea sa. Datorita faptului ca intre fluidul de cuplaj si lichidul de investigat era necesar un separator solid (fereastră de sticlă) configuratia FPPE a fost cea cu 4 straturi (sensor-fluid de cuplare-separator-nanofluid magnetic). Frecventa de modulare a radiatiei a fost astfel selectata incit pe intreaga durata a masuratorii senzorul (opac optic) a fost subtire din punct de vedere termic, iar proba (nanofluidul) a fost gros termic. Informatia a fost culeasa din regiunea pentru care fluidul de cuplaj a fost subtire termic. In Fig. 1.3 este prezentata comportarea fazei normalizate a semnalului FPPE in functie de grosimea fluidului de cuplaj pentru apa. Rezultatul obtinut pentru valoarea efuzivitatii termice este in buna concordanta cu datele din literatura.

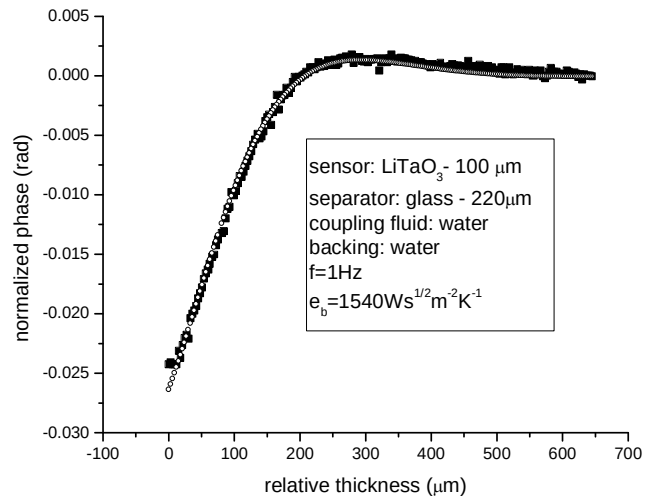


Fig. 1.3. Scan tipic al fazei normalizate a semnalului FPPE in functie de grosimea relativa a fluidului de cuplaj (apa), in regiunea de fluid de cuplaj termic subtire pentru o proba de apa.

Scopul acestui paragraph a fost sa confirme utilitatea configuratiilor de detectie selectate in investigarea difuzivitatii si efuzivitatii termice a lichidelor, pentru utilizarea lor in continuare la investigatii pe nanofluidice magnetice.

1.2. Masurarea prin tehnica PPE a difuzivitatii si efuzivitatii termice ale unor nanofluidice magnetice, cu concentratii diferite de nanoparticule.

1.2.1. Detalii experimentale

In prezentul raport de faza au fost folosite doua tehnici fototermice de contact, tehnica fotopiroelectrica (PPE) si pentru comparatie tehnica fototermoelectrica (PTE). In ambele cazuri a fost folosit acelasi dispozitiv experimental pentru ambele tehnici, dispozitiv descris in rapoartele de faza anterioare. Senzorul piroelectric a fost un monocristal de LiTaO_3 cu grosime de 0.5 mm, respective 0.215 mm (depinzind de configuratie) si arie de $1.5 \times 1.5 \text{ cm}^2$ iar senzorul PTE a fost un material sinterizat pe baza de TiS_3 (15 mm in diametru si $460 \mu\text{m}$ grosime). Coeficientul Seebeck al termoelementului a fost de $-600 \text{ } \mu\text{V/K}$. Ambii senzori au fost prevazuti cu contacte de aur pe ambele fete.

In configuratia front, senzorul a fost fixat pe o masa rotativa. Materialul in pozitie de backing (nanofluidul de investigat) a fost situat pe o masa micrometrica. Radiatia modulata, provenind de la un laser YAG (800 mW, $f=1-2 \text{ Hz}$) este absorbita partial de electrodul (inegrit) al senzorului. In spatiul dintre senzor (electrodul neiluminat) si backing (separator de sticla) este inserat fluidul de cuplaj.

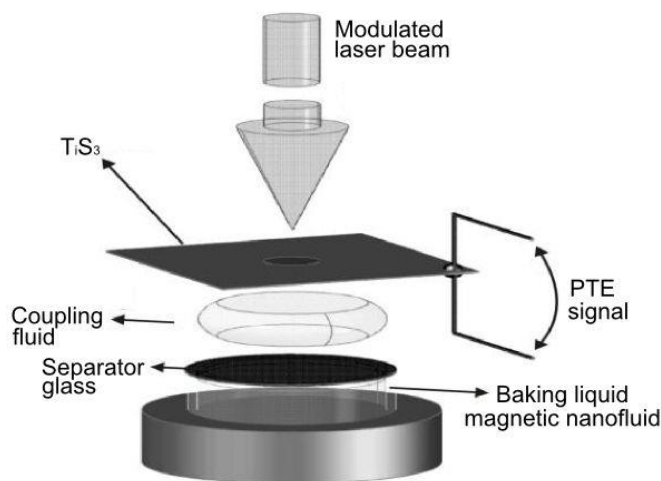


Fig. 1.4. Schema celulei de detectie

Variatia grosimii fluidului de cuplaj a fost realizata cu un pas de $0.03 \mu\text{m}$ cu ajutorul unui picomotor (9062M-XYZ-PPP Gothic-Arch-Bearing Picomotor) iar achizitia de date a fost luata la fiecare al 30-lea pas. Controlul grosier al grosimii fluidului de cuplaj si al paralelismului dintre senzor si backing s-a realizat cu un sistem de mese de translatie/ rotatie. In timpul scanului in grosime, grosimea absoluta a fluidului de cuplaj nu a fost cunoscuta, dar a fost controlata riguros variatia grosimii acestuia. Fluidul de cuplaj a fost apa ($\kappa = 1600 \text{ W s}^{1/2} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$; $\alpha = 14.24 \times 10^{-8} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$), grosimea fluidului de cuplaj variind intre 0 si 1mm. Normalizarea semnalului a fost facuta cu semnalul obtinut cu lichid de cuplaj foarte gros termic (grosime mai mare de $700 \mu\text{m}$). Informatia utila (efuzivitatea termica) a fost culeasa in domeniul de regim termic subtire al fluidului de cuplare. Toate masuratorile au fost

efectuate la temperature camerei, semnalul fiind procesat cu un nanovoltmetru lock-in SR 830. Raportul tipic semnal/zgomot a fost mai bun de 100.

Lichidele investigate (nanofluidel magnetice), au fost inserate in celula de detectie (Fig. 1.4) in pozitie de backing, celula care este astfel proiectata si construita incit sa previna scurgerea sau evaporarea lichidului. Separatorul dintre fluidul de cuplaj si nanofluidul magnetic a fost o fereasta de sticla cu grosimea de 110 μm .

Difuzivitatea termica a nanofluidelor magnetice a fost masurata in configuratie $\bar{n}$ backò, iar in acest caz, parametrul de scanare a fost chiar grosimea nanofluidului magnetic (metoda BPTE-TWRC). Radiatia incidenta a fost in acest caz absorbita de un strat metalic subtire, inegrit, in contact cu nanofluidul magnetic.

Probele lichide investigate au fost nanofluide magnetice cu lichid de transformator ca si lichid purtator, acid oleic ca si surfactant si nanoparticule de Fe_3O_4 . Masuratorile au fost efectuate pentru fluide cu concentratie diferita de nanoparticule, concentratia variind de la 0 la 0.623 mg Fe_3O_4 / ml fluid. Procedura de sinteza pentru nanoparticulele de magnetite ($\text{Fe}_3\text{O}_4\cdot\text{OA}$) implica co-precipitarea (la 80°C) a magnetitei din solutie apoasa de Fe^{3+} si Fe^{2+} in prezenta unei solutii concentrate de NH_4OH (25%), urmata de chemisorbtia de acid oleic (80-82°C) pe nanoparticulele de magnetita. Dupa citiva pasi de purificare si eliminare a acidului oleic in exces, nanoparticulele de $\text{Fe}_3\text{O}_4\cdot\text{OA}$ au fost dispersate in lichidul de transformator in concentratia ceruta.

1.2.2. Rezultate

a. Efuzivitatea termica

Rezultatele obtinute in configuratiile FPTE-TWRC si FPPE-TWRC pentru nanofluide magnetice cu concentratii diferite de nanoparticule sint prezentate in Fig. 1.5 si 1.6, iar valorile obtinute pentru efuzivitatea termica, in tabelul 1.1

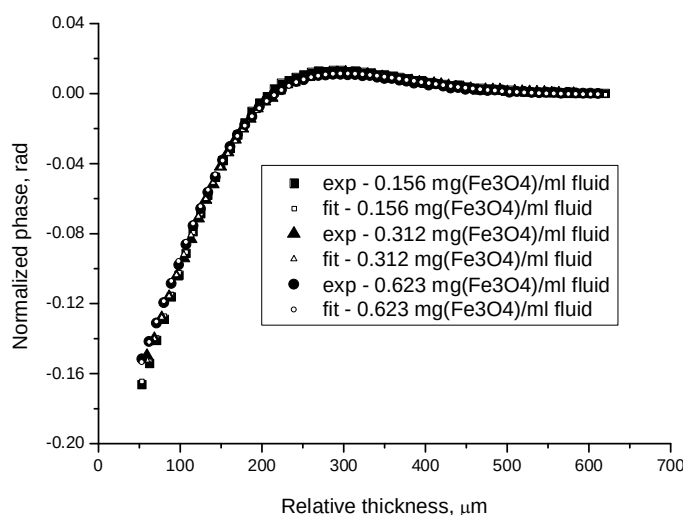


Fig. 1.5. Faza normalizata a semnalului FPPE in functie de grosimea lichidului de cuplaj (apa), pentru nanofluide magnetice cu concentratie variabila de Fe_3O_4 . Figura contine si cel mai bun fit (simboluri goale).

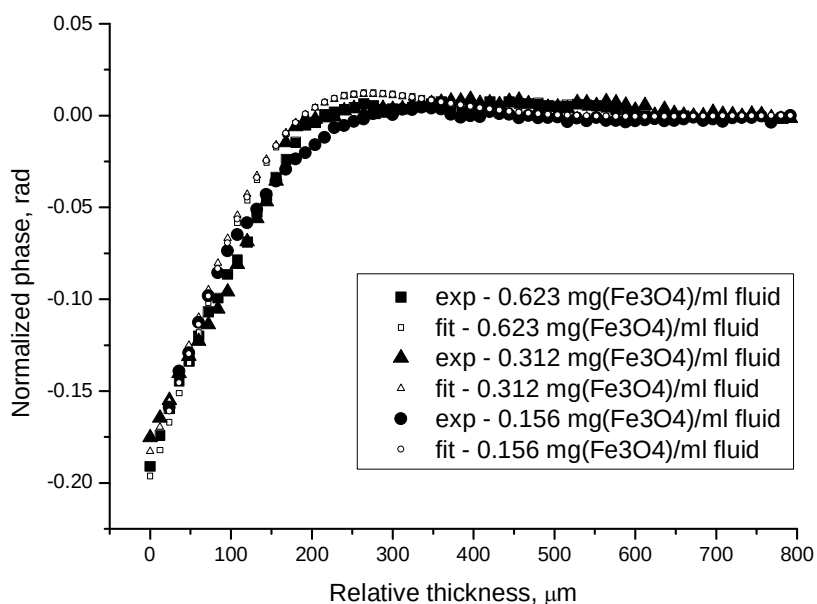


Fig. 1.6. Faza normalizata a semnalului FPTE in functie de grosimea lichidului de cuplaj (apa), pentru nanofluidice magnetice cu concentratie variabila de Fe_3O_4 . Figura contine si cel mai bun fit (simboluri goale).

Tabel 1.1. Valorile efuzivitatii termice a nanofluidelor investigate obtinute prin tehnicile FPTE si FPPE. Rezultatul obtinut pentru ulei de transformator pur este de $450 \text{ Ws}^{1/2} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$.

sample	Thermal effusivity ($\text{Ws}^{1/2} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$)	Thermal effusivity ($\text{Ws}^{1/2} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$)
	PTE phase	PPE phase
0.156 mg(Fe_3O_4)/ml fluid	450	460
0.312 mg(Fe_3O_4)/ml fluid	480	480
0.623 mg(Fe_3O_4)/ml fluid	520	530

In Fig. 1.7 este prezentata o mapa de precizie pentru rezultatele obtinute cu nanofluidul continind 0.623 mg(Fe_3O_4)/ml fluid.

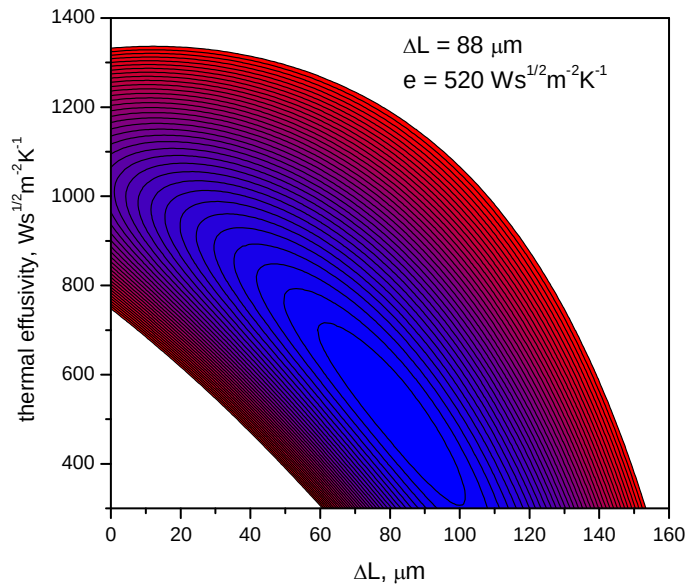


Fig. 1.7. Mapa de contur a preciziei fitului obtinut cu apa ca fluid de cuplaj, proba fiind nanofluid magnetic cu $0.623 \text{ mg(Fe}_3\text{O}_4\text{)/ml}$ fluid in pozitie de backing. Axa-X reprezinta eroarea in masurarea valorii absolute a grosimii fluidului de cuplaj.

b. Difuzivitatea termica

In configuratia BPTE-TWRC comportarea fazei si a amplitudinii semnalului PTE (in regimul fluid termic gros), in functie de grosimea sa relativa, este prezentata in Fig. 1.8 si 1.9. Apa a fost inserata in graphic pentru comparatie.

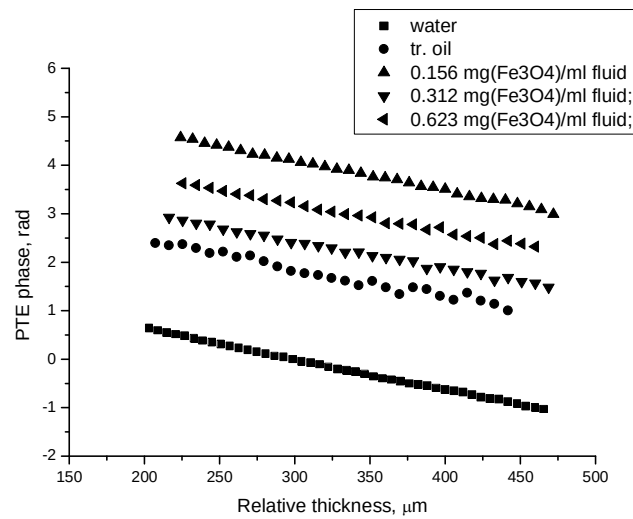


Fig. 1.8. Faza relativa a semnalului BPTE, in functie de grosimea nanofluidului magnetic, pentru diferite concentratii de Fe_3O_4 . $f = 1\text{Hz}$.

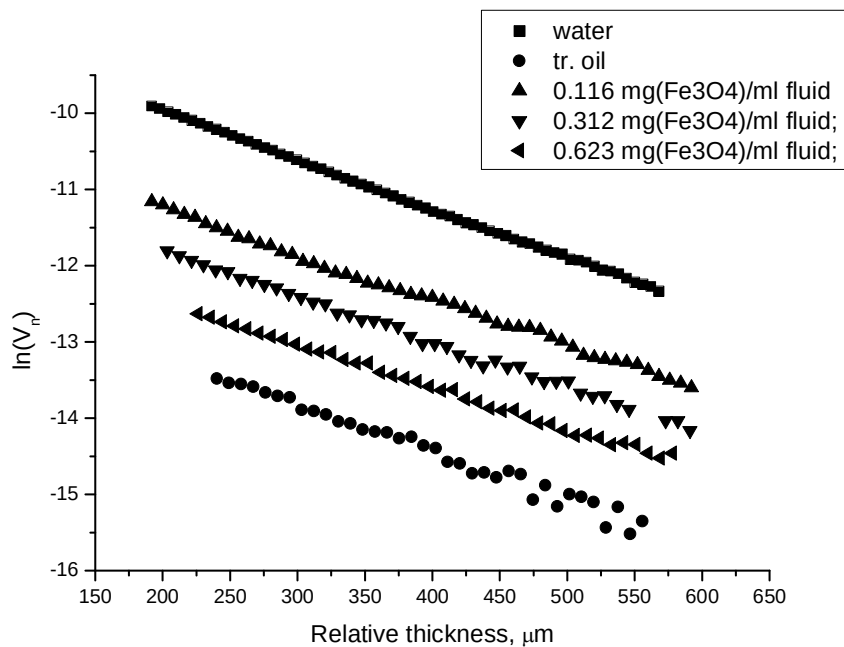


Fig. 1.9. Amplitudinea a semnalului BPTE, in functie de grosimea nanofluidului magnetic, pentru diferite concentratii de Fe_3O_4 . $f = 1\text{Hz}$.

Fig. 1.10 prezinta comportarea fazei relative a semnalului BPPE in acelasi regim termic si pentru aceleasi nanofluide.

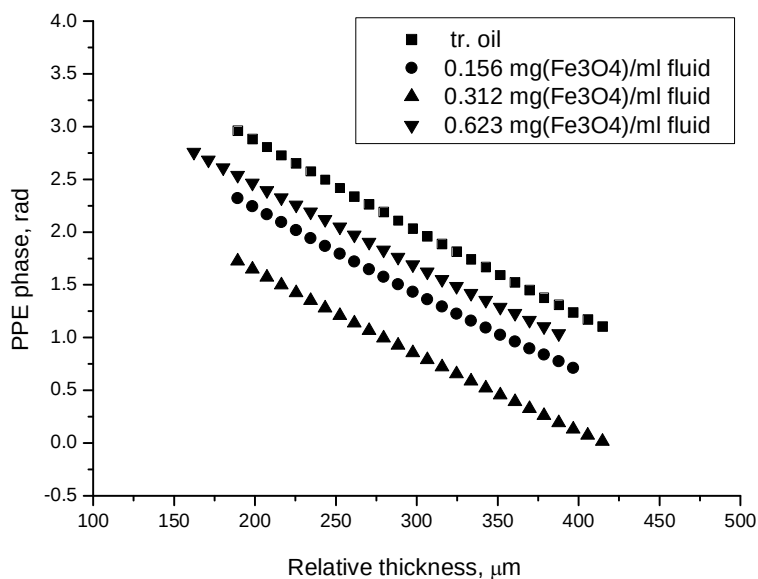


Fig. 1.10. Faza relativa a semnalului BPPE, in functie de grosimea nanofluidului magnetic, pentru diferite concentratii de Fe_3O_4 . $f = 1\text{Hz}$.

Rezultatele obtinute pantru valorile difuzivitatii termice sint prezentate in Tabelul 1.2.

Tabel 1.2. Valorile difuzivitatii termice a nanofluidelor investigate obtinute prin tehnicile BPTE si BPPE.

sample	Thermal diffusivity $\times 10^8 \text{ (m}^2\text{s}^{-1}\text{)}$	Thermal diffusivity $\times 10^8 \text{ (m}^2\text{s}^{-1}\text{)}$	Thermal diffusivity $\times 10^8 \text{ (m}^2\text{s}^{-1}\text{)}$
	PTE phase	PTE amplitude	PPE phase
Transformer oil	9.06 ± 0.6	8.72 ± 0.6	9.14 ± 0.4
0.156 mg(Fe_3O_4)/ml fluid	9.33 ± 0.3	8.73 ± 0.4	9.48 ± 0.2
0.312 mg(Fe_3O_4)/ml fluid	9.70 ± 0.7	9.02 ± 0.5	10.22 ± 0.3
0.623 mg(Fe_3O_4)/ml fluid	9.84 ± 0.5	10.38 ± 0.4	10.33 ± 0.5

1.3. Analiza datelor, corelarea cu procese fizico-chimice.

Ambele configuratii back and front impreuna cu tehnica de scanare TWRC au fost utilizate pentru masurarea directa a difuzivitatii si efuzivitatii termice ale unor nanofluide magnetice cu concentratie variabila de nanoparticule. Au fost utilizate doua tehnici PT de contact, tehnica PPE si respective PTE.

In ce priveste difuzivitatea termica, ea a fost investigata in configuratia back, utilizind ca si surse de informatie atat amplitudinea cit si faza semnalelor PPE si PTE. S-a observat o crestere usoara a valorii difuzivitatii termice, de la $9.06 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ pina la $9.84 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$, (daca se utilizeaza faza semnalului) si de la $8.72 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ pina la $10.38 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$, (daca se utilizeaza informatia din amplitudinea semnalului) odata cu cresterea concentratiei de nanoparticule de Fe_3O_4 (de la 0 la 0.623 mg Fe_3O_4 / ml fluid).

O crestere similara a efuzivitatii termice de la $450 \text{ W s}^{1/2} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ la $520 \text{ W s}^{1/2} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$, s-a observat, utilizindu-se configurata front, in acelasi domeniu de concentratie de nanoparticule.

Aceste cresteri ale valorii parametrilor termici dinamici, in functie de concentratia de nanoparticule, pot fi corelate cu valorile mai ridicate ale parametrilor termici ai nanoparticulelor de Fe_3O_4 in comparatie cu parametrii termici ai lichidului purtator.

Referitor la cele doua tehnici utilizate, ele dau rezultate comparabile, tehnica PPE fiind pentru moment mai precisa (raportul S/N superior).

2. Metode complementare pentru caracterizarea nanofluidelor magnetice.

2.1. Masuratori complementare pentru caracterizarea nanofluidelor magnetice.

Obtinerea nanofluidelor magnetice implica stabilizarea nanoparticulelor magnetice (NP) cu diferite tipuri de surfactanti care impiedica agregarea nanoparticulelor si formarea unor suspensii cu stabilitate mare in timp. Succesul obtinerii nanofluidelor magnetice presupune optimizarea metodelor de preparare a nanoparticulelor acoperite cu surfactant si caracterizarea acestora prin tehnici avansate in scopul determinarii corelatiei dintre nanostructura si proprietati. In cadrul acestei etape au fost investigate proprietatile magnetice si compozitia chimica a nanoparticulelor de magnetita stabilizate fie cu strat hidrofob de acid oleic si oleilamina, fie cu strat hidrofil de tip glicerol fosfat, obtinute in cadrul etapei precedente. In functie de natura surfactantului atasat pe suprafata nanoparticulelor de magnetita, acestea au fost dispersate fie in solvent organic (hexan) fie in apa.

2.1.1. Experiment

Determinarea proprietatilor magnetice ale nanoparticulelor de magnetita stabilizate cu diferiti surfactanti s-a efectuat cu ajutorul unui magnetometru cu proba vibranta VSM Cryogen free. Spectroscopia de fotoelectroni cu excitare cu raze X (XPS) a fost utilizata pentru investigarea nanoparticulelor magnetice acoperite cu surfactant in scopul determinarii compozitiei chimice (concentrațiile atomice) a suprafeței, precum și a stării chimice a atomilor (starea de valenta, gradul de oxidare, liganzi, etc). Compozitia chimica se determina din ariile peak-urilor de fotoemisie. Informatia despre starea chimica a atomilor este obtinuta din modificarea energiei de legatura (Binding energy) a electronilor extrasi de pe nivelele adanci ale structurii electronice a atomilor, indusa de legaturile chimice cu atomii din vecinatate. In funcție de tipul de legatura chimica cu atomii vecini, energia de legătura a electronilor se poate modifica cu valori de la o fracțiune de eV până la cativa eV. Spectroscopia XPS este o metoda foarte utila pentru identificarea gruparilor moleculare atasate pe suprafata diferitelor nanostructuri.

Masuratorile au fost efectuate cu un spectrometru XPS produs de firma SPECS, avand un anod dual Al/Mg, analizor de electroni semisferic tip PHOIBOS 150 2D CCD. Sursa de raze X utilizata de noi a fost radiașă Al K α , E_{ex} =1486.6 eV, fără monocromatizare. Probele sub forma de suspensii au fost uscate pe folie de indiu fixata pe suport de inox, înainte de introducerea lor în incinta de analiză. Măsurătorile au fost efectuate la temperatura camerei și o presiune de $\sim 2 \times 10^{-10}$ torr în incinta de analiză. Datele XPS au fost analizate cu programul de calcul CasaXPS.

2.1.2. Rezultate si discutii

a. Caracterizarea magnetica

In Fig.2.1 sunt prezentate curbele de magnetizare la temperatura camerei pentru nanoparticulele de magnetita stabilizate cu acid oleic, Fe₃O₄/OA preparate prin metoda descompunerii termice (procedeu descris in etapa de raportare precedenta). Utilizand metoda cresterii mediate a nanoparticulelor din samanta, înșamanta reprezintă nanoparticulele magnetice obtinute initial cu dimensiunea in jurul valorii de 7 nm (proba 7A din Fig.2.1), s-au obtinut nanoparticule cu dimensiuni mai mari, 12 nm și 15 nm (probele 7B și respectiv 7C din Fig.2.1). Dimensiunile medii ale nanoparticulelor Fe₃O₄/OA au fost estimate din imaginile de microscopie electronica TEM prezentate in raportul din etapa precedent. Cresterea dimensiunii nanoparticulelor de magnetita are drept rezultat cresterea valorii magnetizarii de saturatie, M_s : 7A (dimensiune medie NP 7nm) - M_s = 60.2 emu/g; 7B (dimensiune medie NP 12nm) - M_s = 70 emu/g; 7C (dimensiune medie NP 15nm) - M_s = 73.4 emu/g. Din Fig.2.1 se observa ca magnetizarea nanoparticulelor Fe₃O₄/OA investigate prezinta comportare superparamagnetica.

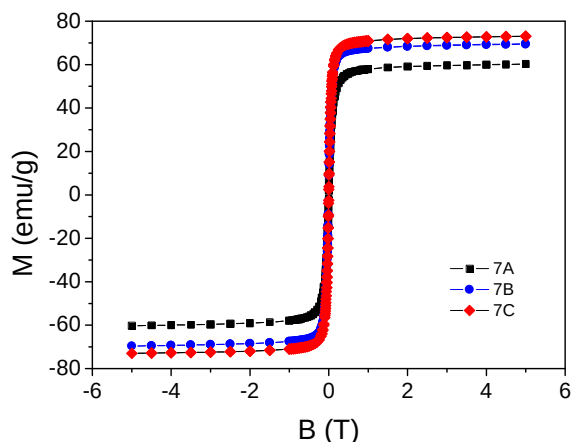


Fig. 2.1. Curbele de magnetizare la temperatura camerei pentru nanoparticulele de magnetita stabilizate cu acid oleic ($\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{OA}$) preparate prin metoda descompunerii termice: 7A (dimensiune medie NP 7nm); 7B (dimensiune medie NP 12nm); 7C (dimensiune medie NP 15nm).

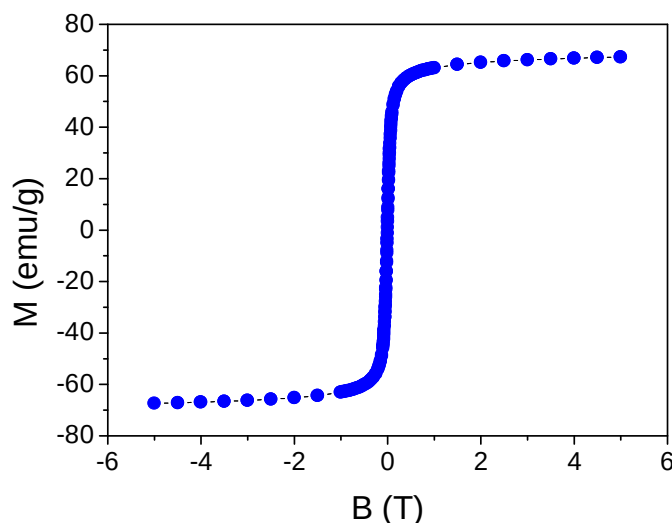
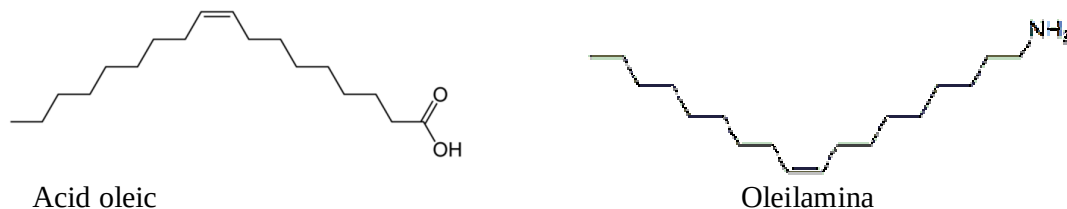


Figura 2.2. Curba de magnetizare la temperatura camerei pentru nanoparticule de magnetita stabilizate cu glicerol fosfat preparate prin metoda coprecipitarii 3.

Nanoparticulele de magnetita cu dimensiunea in jur de 10-12 nm preparate prin metoda coprecipitarii si stabilizate cu glicerol fosfat prezinta magnetizare de saturatie 68 emu/g si comportare superparamagnetica (Figura 2.2). Mentionam ca NP de magnetita stabilizate cu glicerol fosfat sunt biocompatibile si valorile relativ ridicate ale magnetizarii acestor NP determina un potential aplicativ deosebit pentru nanomedicina.

b. Caracterizarea spectroscopica – XPS

Spectrele XPS pentru NP de magnetita stabilizate cu acid oleic, ($\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{OA}$) preparate prin metoda descompunerii termice sunt prezentate in Fig.2.3. Din spectrul de tip *survey* se observa prezenta liniilor caracteristice fotoelectronilor emisi de pe nivelele atomice *Fe2p*, *O1s*, *C1s* precum si liniile caracteristice nivelelor *N1s* care sunt mai bine evidentiate in spectrele de inalta rezolutie alaturate. Identificarea azotului in compozitia chimica a acestor NP indica prezenta oleilaminei care a fost utilizata impreuna cu acidul oleic la stabilizarea NP (structura chimica a acidului oleic si a oleilaminei este prezentata mai jos).



Spectrul *N1s* prezinta o singura componenta la energia de legatura 400 eV caracteristica atomilor de azot din gruparea amino. Deconvolutia spectrului *O1s* s-a efectuat cu 3 componente care reprezinta contributiile atomilor de O din gruparile: Fe-O caracteristica oxidului de fier, O-C=O din acidul oleic si apei adsorbite in proba. Spectrul *C1s* contine contributiile a 3 componente atribuite gruparilor C-C, C-H (285 eV), O-C=O (288.5 eV) si C-N (286 eV), aceasta ultima grupare fiind caracteristica structurii oleilaminei. Spectrul *Fe2p* contine dubletul Fe 2p_{3/2} si Fe 2p_{1/2} corespunzator energiilor de legatura 710 eV si respectiv

723 eV. Pentru fiecare componenta Fe 2p s-a facut deconvolutia cu cate 2 componente care corespund ionilor Fe^{3+} si Fe^{2+} din Fe_3O_4 si cu cate doi sateliti.

Spectrele XPS demonstreaza ca NP de magnetita sunt acoperite cu acid oleic, dar contin si o cantitate mica de oleilamina. In tabelul 1 sunt prezentate concentratiile atomice calculate din spectrele XPS pentru elementele componente ale nanoparticulelor magnetice $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{OA}$.

Tabel 2.1. Concentratiile atomice ale elementelor din proba $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{OA}$

Concentratie atomica (%)	
Fe	22.817
O	43.192
C	33.628
N	0.364

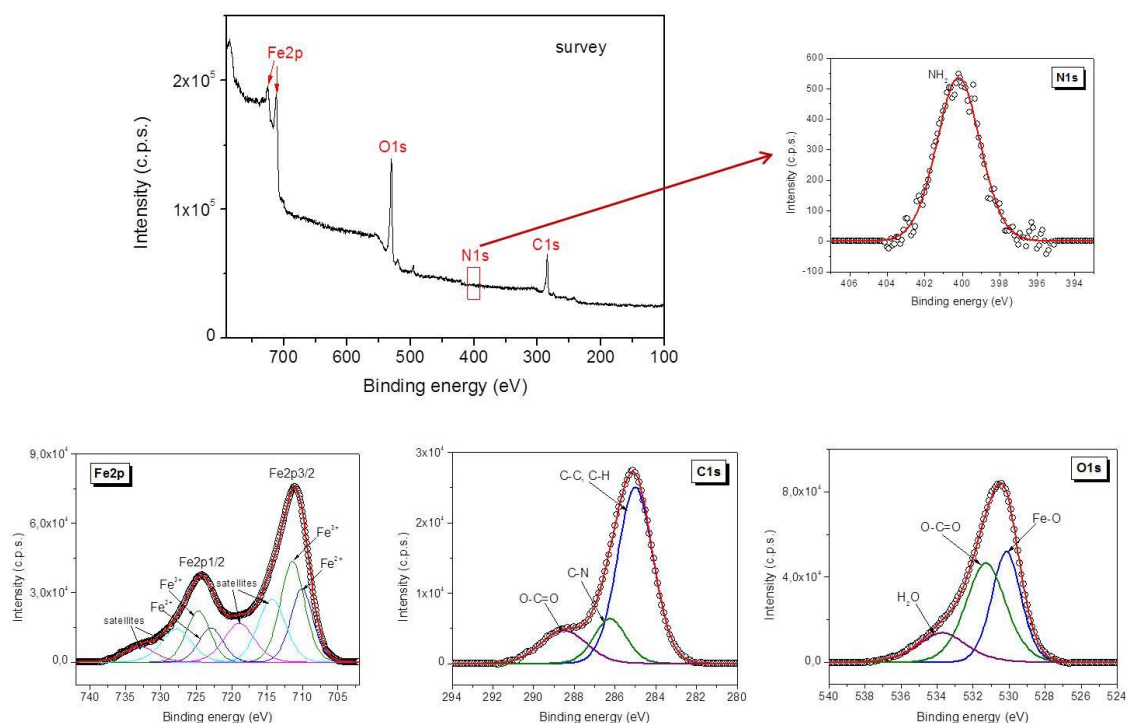


Fig. 2.3. Spectrele XPS pentru nanoparticulele $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{OA}$ preparate prin metoda descompunerii termice (proba 7A)

Spectrele XPS pentru nanoparticulele de magnetita acoperite cu glicerol fosfat prezentate in Fig.2.4 pun in evidenta liniile caracteristice fotoelectronilor emisi de pe nivelele adanci ale atomilor Fe, C, O si P. Spectrul Fe2p contine cele doua componente caracteristice Fe2p3/2 si Fe2p1/2 a caror deconvolutie pune in evidenta componentele Fe^{3+} si Fe^{2+} cu satelitul acestora. Spectrul C1s din figura 4 contine doua componente ce corespund atomilor de C din gruparile C-C (284.7 eV) si respectiv C-O (287 eV) caracteristice structurii glicerol fosfat. Cel mai bun fit pentru spectrul O1s se obtine prin deconvolutia cu 3 componente atribuite atomilor de O din gruparile: Fe-O / P-O (529 eV), C-O (530 eV), OH (532 eV). Nanoparticulele de magnetita acoperite cu molecule hidrofile de glicerol fosfat pot fi dispersate in apa si formeaza suspensii coloidale cu o stabilitate relativ buna. Aceste nanoparticule pot fi ulterior functionalizate prin atasarea diferitelor grupari de interes aplicativ in domenii precum cataliza, nanomedicina, separarea magnetica.

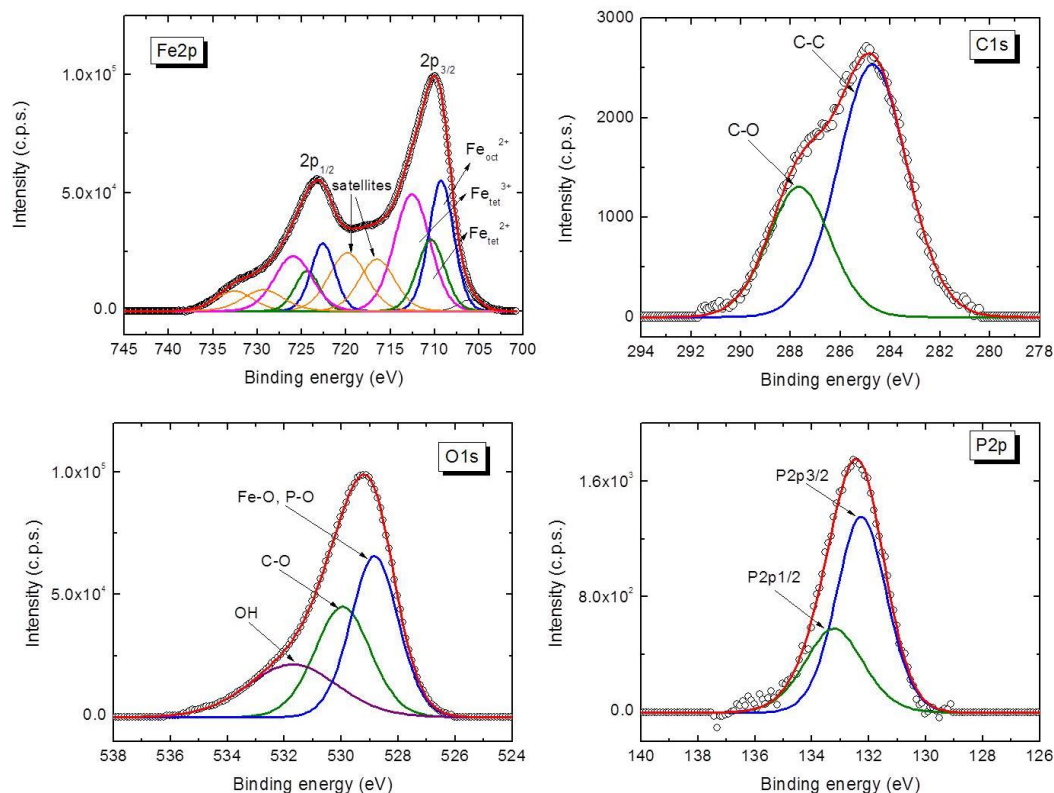


Fig.2.4. Spectrele XPS pentru nanoparticulele de magnetita acoperite cu glicerol fosfat preparate prin metoda coprecipitarii.

4. Diseminarea rezultatelor.

4.1. Rezultate prezentate la conferinte si seminarii nationale si internationale.

1. Photothermoelectric (PTE) detection of phase transitions. Application to triglycinesulphate (TGS), D. Dadarlat, C. Tudoran, V.Surducan, P. Misse, E. Guilmeau, 44th Winter School on Wave and Quantum Acoustics, Szczyrk, Poland, 02-06 March, 2015
2. Simultaneous measurement of thermal diffusivity and Seebeck coefficient for thermoelectrics by lock-in thermography, M. Streza, M. Depriester, , E. Guilmeau, D. Dadarlat, K. Strzalkowski, 44th Winter School on Wave and Quantum Acoustics, Szczyrk, Poland, 02-06 March, 2015
3. Photopyroelectric Calorimetry. Basics and Recent Developments, D. Dadarlat, International Summer School ĀPhotothermal and photoacoustic instrumental techniquesò, Novi Sad, Serbia, 4-6 Sept. 2015. ĩ invited lecture
4. Photothermoelectric (PTE) versus Photopyroelectric (PPE) Detection of Phase Transitions, D. Dadarlat, E. Guilmeau, A. Hadj Sahraoui, 18-th Int. Conf. on Photoacoustic and Photothermal Phenomena (ICPPP18), Novi Sad, Serbia, 6-10 Sept. 2015
5. Thermal properties of masonry units and their relation to porosity and mineralogical content, N. Cobirzan, A.A. Balog, D. Dadarlat, B. Belean, M. Streza, 18-th Int. Conf. on Photoacoustic and Photothermal Phenomena (ICPPP18), Novi Sad, Serbia, 6-10 Sept. 2015
6. Detection of phase transitions by using contact photothermal techniques, D Dadarlat, C Tudoran and V Surducan, PIM, Cluj-Napoca, 24-26 Sept., 2015

4.2. Rezultate publicate în reviste cotate ISI.

1. Thermal characterization of II-VI binary crystals by photopyroelectric calorimetry and infrared lock-in thermography, K. Strzałkowski, M. Streza, D. Dadarlat, A. Marasek, J. Therm. Analysis Calor. 119:319i 327 (2015); DOI 10.1007/s10973-014-4137-0
2. Complementary photothermal techniques for complete thermal characterization of porous or semi-transparent solids, D. Dadarlat, M. Streza, O. Onija, K. Strzałkowski, C. Prejmerean, L. Silaghi-Dumitrescu, N. Cobirzan, J. Therm. Analysis Calor. 119:301i 308 (2015); DOI 10.1007/s10973-014-4091-x
3. Thermoelectrics (TE) used as detectors of radiation. An alternative calorimetry based on the photothermoelectric (PTE) effect. D. Dadarlat, P. R. N. Misse, A. Maignan, E. Guilmeau, M. Depriester, M. Kuriakose, A. Hadj Sahraoui, *Proc. SPIE* 9258, Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics, and Nanotechnologies VII, 92582R (February 21, 2015); doi:10.1117/12.2065491;
4. Alternative Calorimetry Based on the Photothermoelectric (PTE) Effect: Application to Magnetic Nanofluids, D. Dadarlat · P. R. N. Misse · A. Maignan · E. Guilmeau · R. Turcu · L. Vekas · C. Tudoran · M. Depriester · A. Hadj Sahraoui, *Int J Thermophys* DOI 10.1007/s10765-015-1855-x
5. Thermal characterization of ZnBeMnSe mixed compounds by means of photopyroelectric and lock-in thermography methods, K. Strzałkowski, D. Dadarlat, M. Streza, J. Zakrzewski, *Applied Physics A* 119, 1165i 1171 (2015) DOI 10.1007/s00339-015-9086-3
6. Non-destructive Measurement of Total Carotenoid Content in Processed Tomato Products: Infrared Lock-In Thermography, Near-Infrared Spectroscopy/Chemometrics, and Condensed Phase Laser-Based Photoacoustics – Pilot Study, D. Bicanic, M. Streza, O. Dóka, D. Valinger, S. Luterotti, Zs. Ajtony, Z. Kurtanek, D. Dadarlat, *Int J Thermophys* DOI 10.1007/s10765-015-1895-2

4.3. Pagina Web.

Vezi pagina Web reactualizata: <http://www.itim-cj.ro/PNCIDI/idei7/>

5. Mobilitati

5.1. Stagii de lucru

D. Dadarlat

- stagiul de lucru la Universite du Littoral, Dunkerque, Franta, in perioada 20-30 iunie 2014

Raport de activitate: In timpul stagiului de lucru au fost aplicate tehnici combinate PPE-PTE pentru studiul proprietatilor termice ale nanofluidelor magnetice. Pe durata stagiului am sustinut doua seminarii: (i) Contact Photothermal Techniques for Thermal Characterization of Liquids. Trends and Recent Developments and (ii) Phase Transitions Detection by Contact PT techniques

5.2. Participari la conferinte nationale si internationale.

- 44th Winter School on Wave and Quantum Acoustics, Szczyrk, Poland, 02-06 March, 2015
- International Summer School – Photothermal and photoacoustic instrumental techniques, Novi Sad, Serbia, 4-6 Sept. 2015
- 18-th Int. Conf. on Photoacoustic and Photothermal Phenomena (ICPPP18), Novi Sad, Serbia, 6-10 Sept. 2015
- PIM, Cluj-Napoca, 24-26 Sept., 2015

Stadiul actual al cercetării și propuneri pentru continuarea proiectului

Au fost atinse toate obiectivele prevazute pînă în etapa prezenta. Următoarele activități prevazute în derularea cercetării vizează studiul comportării parametrilor termici statici și dinamici ai nanofluidelor magnetice în funcție de tipul și dimensiunea nanoparticulelor.