

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

Raport anual de cercetare: Etapa 6 / 30.09.2016

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

1. Comportarea parametrilor termici statici și dinamici ai nanofluidelor magnetice în funcție de tipul și dimensiunea nanoparticulelor.

1.1 Masuratori PPE preliminare pe lichide cu proprietăți termice cunoscute.

În acest paragraf vom prezenta rezultate ale măsurătorilor de efuzivitate termică obținute pe un nanofluid pe baza de apă ca lichid purtător și cu nanoparticule de aur, de diverse dimensiuni. Toate măsurătorile au fost efectuate la temperatura camerei. Efuzivitatea probelor a fost măsurată în configurația FPPE-TWRC, lichidul de investigat fiind situat în poziție de *backing* într-o celulă specială care previne evaporarea și scurgerea sa. Datorită faptului că între fluidul de cuplaj (etilenglicol) și lichidul de investigat era necesar un separator solid (fereastră de sticlă cu grosime 220 μm) configurația FPPE a fost cea cu 4 straturi (sensor-fluid de cuplare-separator-nanofluid magnetic). Frecvența de modulare a radiației (1 Hz) a fost astfel selectată încât pe întreaga durată a măsurătorii senzorul (LiTaO₃-grosime 100 μm - opac optic) a fost subțire din punct de vedere termic, iar proba (nanofluidul) a fost gros termic. Informația a fost culeasă din regiunea pentru care fluidul de cuplaj a fost subțire termic. În Fig. 1.1 și 1.2 este reprezentată comportarea fazei normalizate a semnalului FPPE în funcție de grosimea fluidului de cuplaj (etilenglicol) pentru nanofluidul pe baza de apă cu dimensiuni de nanoparticule de Au de 250 μm , respectiv 60 μm . Se constată că rezultatele obținute pentru valoarea efuzivității termice sunt similare și foarte apropiate de efuzivitatea lichidului purtător, deci cel puțin pentru aceste concentrații de nanoparticule, dimensiunea lor nu modifică valoarea acestui parametru termic dinamic.

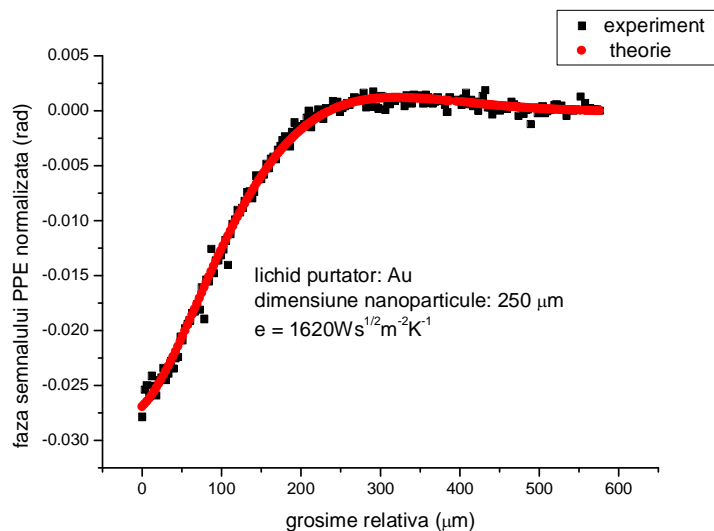


Fig. 1.1. Scan tipic al fazei relative a semnalului FPPE în funcție de grosimea relativă a fluidului de cuplaj (etilenglicol) pentru un nanofluid pe baza de apă cu nanoparticule de Au de dimensiune 250 μm .

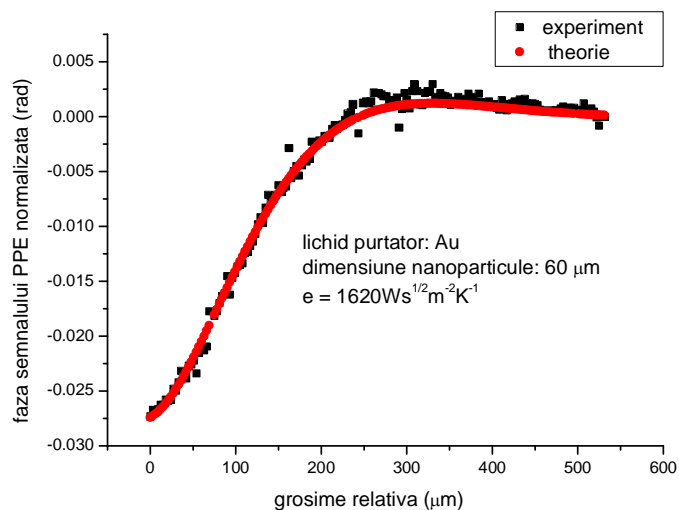


Fig. 1.2. Scan tipic al fazei relative a semnalului FPPE in functie de grosimea relativa a fluidului de cuplaj (etilenglicol) pentru un nanofluid pe baza de apa cu nanoparticule de Au de dimensiune 60 μm .

In ce priveste difuzivitatea termica ea se masoara in configuratia BPPE-TWRC, fezabilitatea configuratiei fiind verificata in rapoartele de faza anterioare.

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 nanofluide magnetice cu tip si dimensiuni de nanoparticule diferite.

1.2. Masurarea prin tehnica PPE a difuzivitatii si efuzivitatii termice ale unor nanofluide magnetice, cu tip si dimensiuni diferite de nanoparticule.

1.2.1. Detalii experimentale

In prezentul raport de faza a fost folosita tehnica PPE in doua configuratii: in configuratia BPPE pentru determinarea difuzivitatii termice si in configuratia FPPE pentru determinarea efuzivitatii termice. Dispozitivul experimental a fost descris in rapoartele de faza anterioare.

Senzorul piroelectric a fost un monocristal de LiTaO_3 cu grosime de 0.5 mm, respectiv 0.215 mm (depinzind de configuratie) si arie de $1.5 \times 1.5 \text{ cm}^2$ prevazut cu contacte de aur pe ambele fete.

Au fost folosite doua configuratii de detectie FPPE. In prima configuratie, 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. Variatia grosimii fluidului de cuplaj a fost realizata cu un pas de 0.03 μm 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 δ grosierö 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. 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 temperatura camerei, semnalul fiind procesat cu un nanovoltmetru lock-in SR 830. Raportul tipic semnal/zgomot a fost mai bun de 100. Lichidele investigate (nanofluidurile magnetice), au fost inserate in celula de detectie in pozitie de backing. Separatorul dintre fluidul de cuplaj si nanofluidul magnetic a fost o fereastră de sticla cu grosimea de $110\mu\text{m}$.

A doua configuratie utilizata a fost una simplificata, in care a fost utilizat doar un sistem de celula de detectie cu doua straturi (sensor/nanofluid magnetic), grosimea nanofluidului fiind pastrata constanta, parametrul de scanare fiind frecventa de modulare a radiatiei incidente. Conditiiile de culegere de informatie au fost in acest caz sensor si proba groase termic.

Difuzivitatea termica a nanofluidurilor magnetice a fost masurata in configuratie δ backö, 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 investigate au fost nanofluiduri magnetice obtinute prin combinati de trei lichide purtatoare (apa, ulei transformator si polipropilen glicol) si trei tipuri de nanoparticule (Fe_3O_4 , CoFe_2O_4 si MnFe_2O_4) cu un domeniu de concentratie de 0.008 g/cm^3 si 0.020 g/cm^3 pentru combinatia apa / Fe_3O_4 , CoFe_2O_4 si domeniu de dimensiuni de nanoparticule variind intre: 10 nm si 80 nm pentru MnFe_2O_4 in ulei transformator si polipropilen glicol, respectiv 10 nm si 50 nm pentru Fe_3O_4 in ulei transformator si polipropilen glicol.

1.2.2. Rezultate

a. Nanofluid pe baza de apa ca lichid purtator cu nanoparticule de Fe_3O_4 si CoFe_2O_4

Au fost preparate nanofluiduri cu doua concentratii diferite de nanoparticule, 0.008 g/cm^3 si 0.020 g/cm^3 , iar rezultatele obtinute in configuratia BPTE-TWRC pentru difuzivitatea termica sint prezentate in Fig. 1.3.

Se constata ca tipul de nanoparticule magnetice influenteaza difuzivitatea termica a lichidului purtator. Pentru cazul de fata (apa ca lichid purtator si concentratiile de nanoparticule mai sus mentionate) difuzivitatea termica scade cu aproximativ 12% in cazul nanoparticulelor de Fe_3O_4 si cu 19% in cazul nanoparticulelor de CoFe_2O_4 .

b. Nanofluiduri pe baza de ulei de transformator si polipropilen glicol ca lichide purtatoare si Fe_3O_4 si MnFe_2O_4 ca si nanoparticule magnetice **b1. Difuzivitatea termica**

In Fig. 1.4 ó 1.7 sint reprezentate scanurile fazei semnalului BPPE in functie de grosimea nanofluidului magnetic pentru combinatiile ulei transformator si polipropilen glicol ca lichide purtatoare si Fe_3O_4 si MnFe_2O_4 ca si nanoparticule magnetice, parametrii variabili fiind atat tipul de nanoparticule cit si dimensiunea acestora. Difuzivitatea termica se calculeaza din panta curbilor δ faza semnal PPE vs. grosimea relativa a nanofluidului.

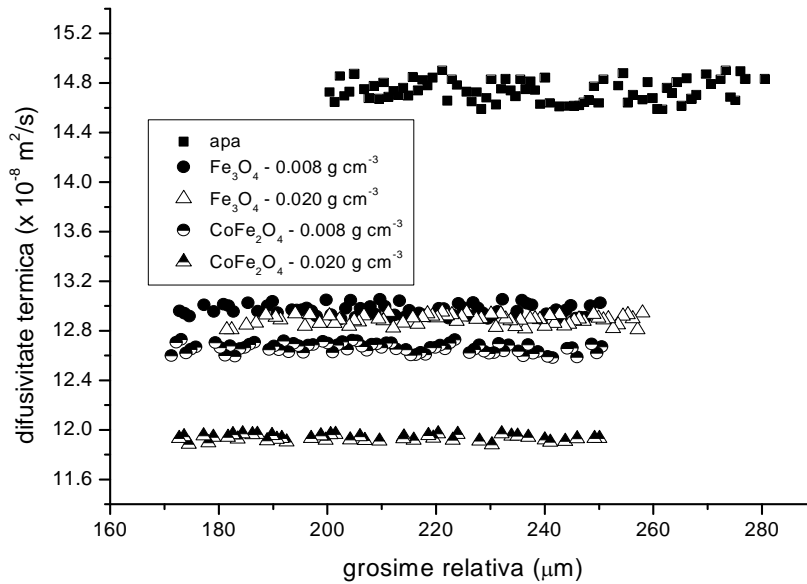


Fig. 1.3. Difuzivitatea termica in functie de grosimea relativa a nanofluidului pentru nanofluide magnetice cu doua concentratii diferite de Fe₃O₄ si CoFe₂O₄. Rezultatele obtinute pentru lichidul purtator (apa) sint incluse in graphic pentru comparatie.

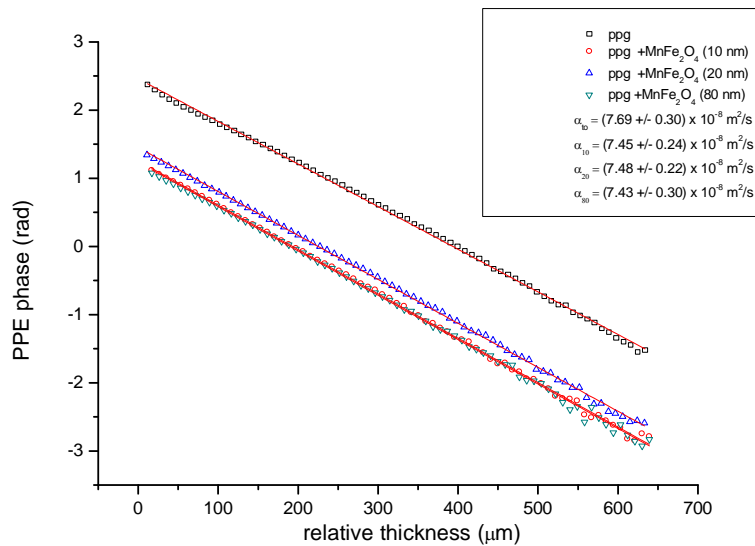


Fig. 1.4. Faza relativa a semnalului BPTE, in functie de grosimea nanofluidului magnetic, pentru nanofluid cu polipropilen glicol ca lichid purtator si nanoparticule de MnFe₂O₄ de dimensiuni diferite (10 nm, 20 nm si 80 nm). $f = 1\text{Hz}$.

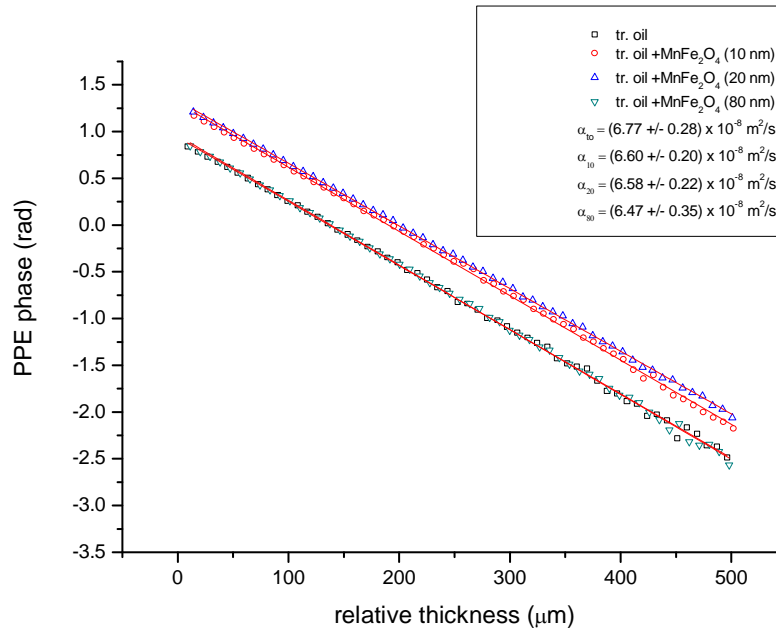


Fig. 1.5. Faza relativa a semnalului BPTE, in functie de grosimea nanofluidului magnetic, pentru nanofluid cu ulei de transformator ca lichid purtator si nanoparticule de $MnFe_2O_4$ de dimensiuni diferite (10 nm, 20 nm si 80 nm). $f = 1Hz$.

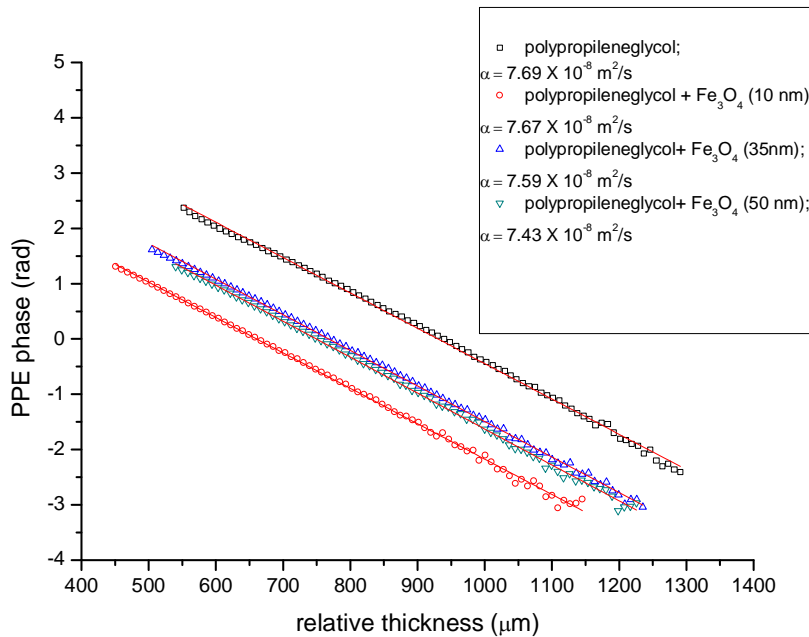


Fig. 1.6. Faza relativa a semnalului BPTE, in functie de grosimea nanofluidului magnetic, pentru nanofluid cu polipropilen glicol ca lichid purtator si nanoparticule de Fe_3O_4 de dimensiuni diferite (10 nm, 35 nm si 50 nm). $f = 1Hz$.

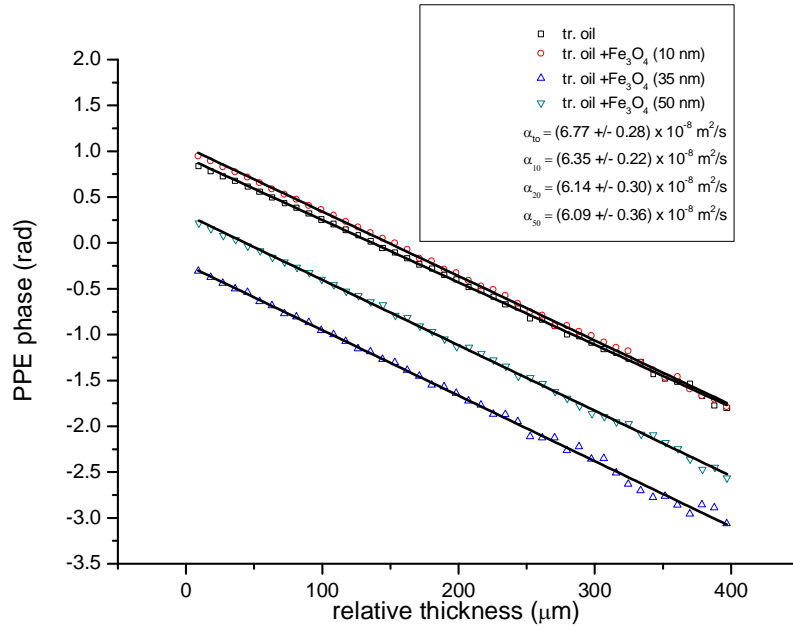


Fig. 1.7. Faza relativa a semnalului BPTE, in functie de grosimea nanofluidului magnetic, pentru nanofluid cu ulei de transformator ca lichid purtator si nanoparticule de Fe₃O₄ de dimensiuni diferite (10 nm, 35 nm si 50 nm). f = 1Hz.

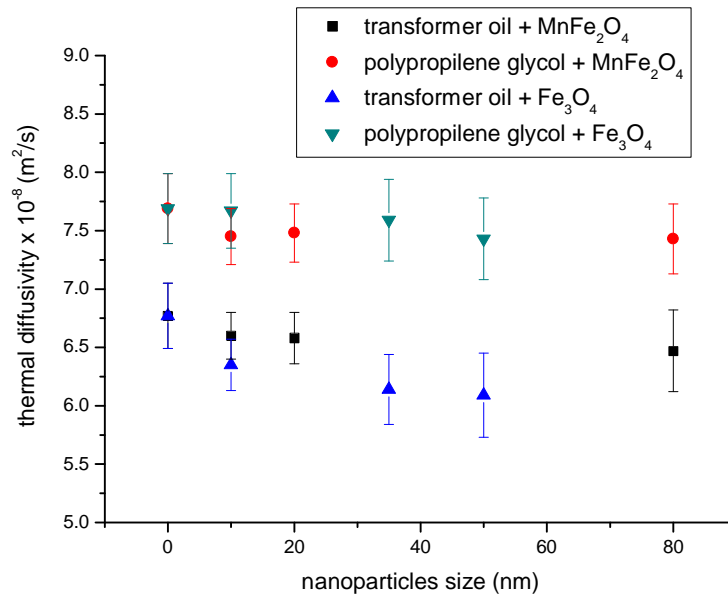


Fig. 1.8. Sinteza a rezultatelor obtinute pentru difuzivitatea termica a nanofluidelor investigate in functie de tipul si dimensiunea nanoparticulelor magnetice.

b2. Efuzivitatea termica

Masuratorile de efuzivitate termica au fost efectuate utilizandu-se metoda 2 propusa in sectiunea experimentală. A fost utilizat doar un sistem de celula de detectie cu doua straturi

(sensor/nanofluid magnetic), grosimea nanofluidului fiind pastrata constanta, parametrul de scanare fiind frecventa de modulare a radiatiei incidente. In Fig. 1.9 ó 1.12 sint prezentate rezultatele obtinute in urma fiturilor obtinute pe datele masurate si utilizind ecuatiile matematice corespunzatoare (vezi rapoartele de faza anterioare). Minimul curbelor RMS in functie de efuzivitatea termica reprezinta valoarea care optimizeaza fitul. Mentionam ca metoda 1 descrisa in sectiunea experimentală a confirmat rezultatele obtinute.

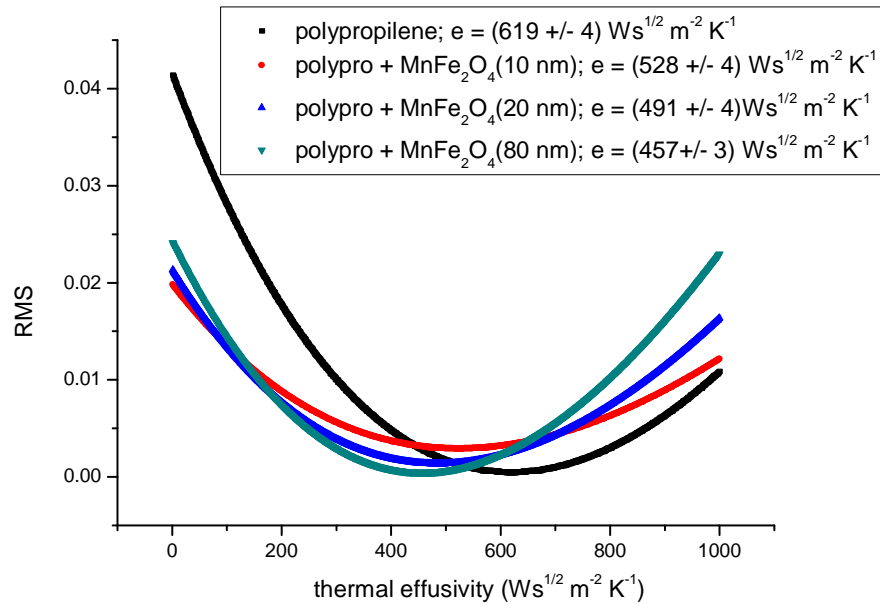


Fig. 1.9. Optimizarea fitului efectuat pe datele experimentale, cu ecuatiile semnalului FPTE in functie de frecventa de modulare a radiatiei incidente, pentru nanofluid cu polipropilen glicol ca lichid purtator si nanoparticule de $MnFe_2O_4$ de dimensiuni diferite (10 nm, 20 nm si 80 nm)

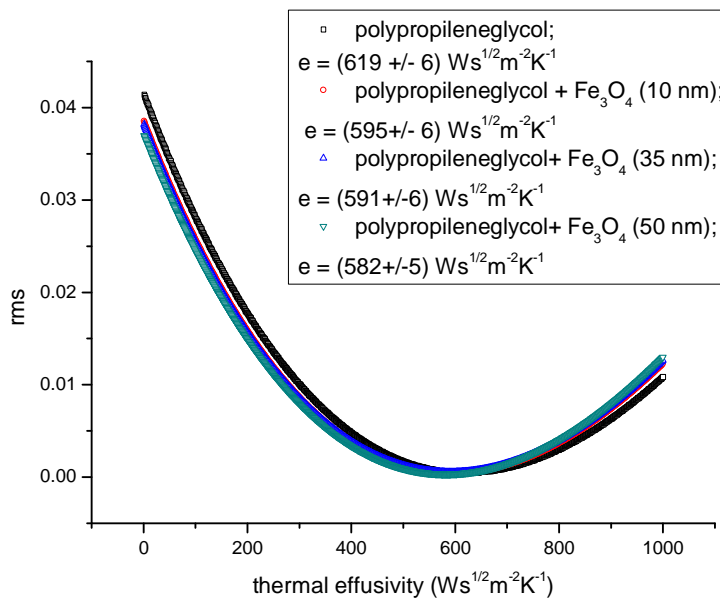


Fig. 1.10. Optimizarea fitului efectuat pe datele experimentale, cu ecuatia semnalului FPTE in functie de frecventa de modulare a radiatiei incidente, pentru nanofluid cu polipropilen glicol ca lichid purtator si nanoparticule de Fe_3O_4 de dimensiuni diferite (10 nm, 35 nm si 50 nm).

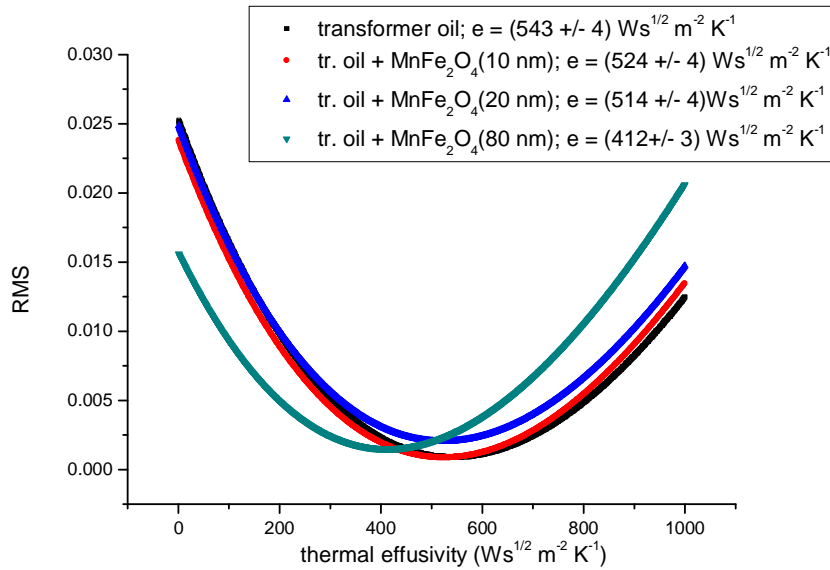


Fig. 1.9. Optimizarea fitului efectuat pe datele experimentale, cu ecuatia semnalului FPTE in functie de frecventa de modulare a radiatiei incidente, pentru nanofluid cu ulei de transformator ca lichid purtator si nanoparticule de MnFe_2O_4 de dimensiuni diferite (10 nm, 20 nm si 80 nm)

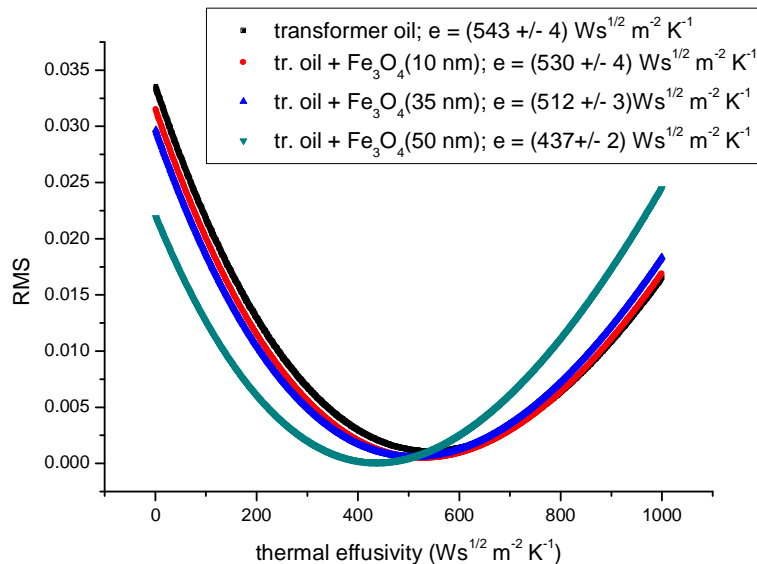


Fig. 1.10. Optimizarea fitului efectuat pe datele experimentale, cu ecuatia semnalului FPTE in functie de frecventa de modulare a radiatiei incidente, pentru nanofluid cu ulei de transformator ca lichid purtator si nanoparticule de Fe_3O_4 de dimensiuni diferite (10 nm, 35 nm si 50 nm).

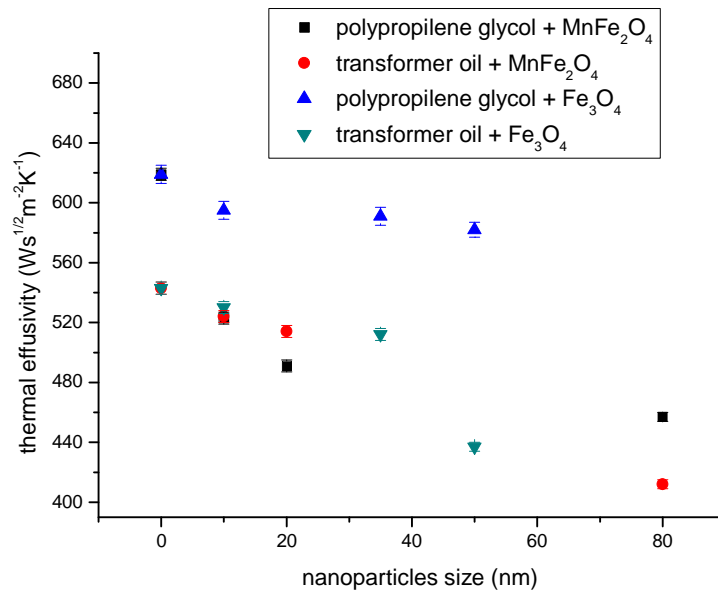


Fig. 1.13. Sinteza a rezultatelor obtinute pentru efuzivitatea termica a nanofluidelor investigate in functie de tipul si dimensiunea nanoparticulelor magnetice.

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

Cercetarile efectuate in cadrul acestui proiect au indicat faptul ca influenta nanoparticulelor magnetice asupra parametrilor termici ai nanofluidului magnetic constituie o problematica destul de complexa. Este clar ca prezenta nanoparticulelor influenteaza atat valoarea difuzivitatii cit si a efuzivitatii termice dar sensul (crestere/descrere) si amplitudinea modificarilor depind de natura lichidului purtator, tipul de nanoparticule, dimensiunea lor si concentratia de nanoparticule. Nu exista o reteta generala. In raportul de faza anterior am constatat ca nanoparticule de Fe₃O₄ de dimensiuni 8 -10 nm, in ulei de transformator, la concentratii variind intre 150mg/ml si 610 mg/ml, produc o crestere a valorilor parametrilor termici crestere cu atat mai accentuate cu cit concentratia de nanoparticule este mai mare.

In acest raport de cercetare au fost studiate mai multe tipuri de nanofluide, concentratia de nanoparticule fiind mult mai mica (aprox. 50 mg/ml) iar dimensiunile nanoparticulelor mult mai mari 10 nm ó 80 nm. S-a constatat ca in acest caz, introducerea de nanoparticule a produs o descrescere a parametrilor termici dinamici, difuzivitatea si efuzivitatea termica. Aceasta comportare s-a manifestat pentru toate combinatiile lichid purtator-tip de nanoparticula, descrescerea valorii parametrilor termici fiind cu atat mai pronuntata cu cit dimensiunea nanoparticulelor crestea. Nu s-a observat aparitia niciunui proces chimic in timpul investigatiilor. S-a constatat doar aparitia unui process de sedimentare a nanoparticulelor de dimensiuni mai mari de 50 nm dupa cca. o ora de la preparare.

2. Metode complementare pentru caracterizarea nanofluidelor magnetice.

2.1. Investigarea morfologiei structurale si distributia dimensionala a nanoparticulelor.

Caracterizarea microstructurala a probelor a fost efectuata cu un microscop electronic de transmisie (TEM) tip JSM 5600 LV (firma JEOL).

Nanoparticulele monodisperse de magnetita (Fe_3O_4) si ferita de mangan (MnFe_2O_4) au fost preparate prin metoda descompunerii termice [S.Sun, H.Zeng, D.B.Robinson, S.Raoux, P.M.Rice, S.X.Wang, G.Li *Monodisperse MFe_2O_4 (M=Fe, Co, Mn) Nanoparticles. J.Am.Chem.Soc* (2004) 126, 273-227]. Reactia precursorilor metalici, acetil acetonat de fier $\text{Fe}(\text{acac})_3$ si acetil acetonatul de mangan $\text{Mn}(\text{acac})_2$ cu agenti stabilizanti hidrofobi, acid oleic si oleilamina intr-un solvent organic cu punct de fierbere ridicat, benzil eter, duce la obtinerea de nanoparticule magnetice monodisperse cu dimensiune si forma controlata. Dimensiunea particulelor este variata prin variatia concentratiei precursorului metalic in timp ce forma acestora este controlata prin cantitatea de stabilizant organic adaugata in reactie.

Probele cu diferite compozitii magnetita (Fe_3O_4) si ferita de mangan (MnFe_2O_4) sintetizate in diferite conditii de reactie (Tabelul 1) au fost analizate din punct de vedere morfologic.

Tabelul 1. Sumar al conditiilor de sinteza pentru magnetita (Fe_3O_4) si ferita de mangan (MnFe_2O_4)

Proba	Fe (acac)₃/$\text{Mn}(\text{acac})_2$: acid oleic (raport molar)	Acid oleic:oleilamina (raport molar)	Dimensiune (nm)	Forma
Fe_3O_4 -a	1: 2.5	1: 2	10	sferica
Fe_3O_4 -b	1: 2.5	2:1	20	octaedrala
Fe_3O_4 -c	1: 2.5	1:0	50	cubica
MnFe_2O_4 -a	1: 2.5	1: 2	10	sferica
MnFe_2O_4 -b	1: 2.5	2:1	35	octaedrala
MnFe_2O_4 -c	1: 2.5	1:0	80	cubica

In Fig.2.1 sunt prezentate imagini de microscopie electronica inregistrate pentru probe de magnetita, de tipul Fe_3O_4 -a (Tabelul 1) cu un raport molar $\text{Fe}(\text{acac})_3$: acid oleic = 1: 2.5 si raport molar acid oleic:oleilamina = 1: 2. Forma acestor nanoparticule este sferica iar dimensiunea lor este in jur de 10 nm.

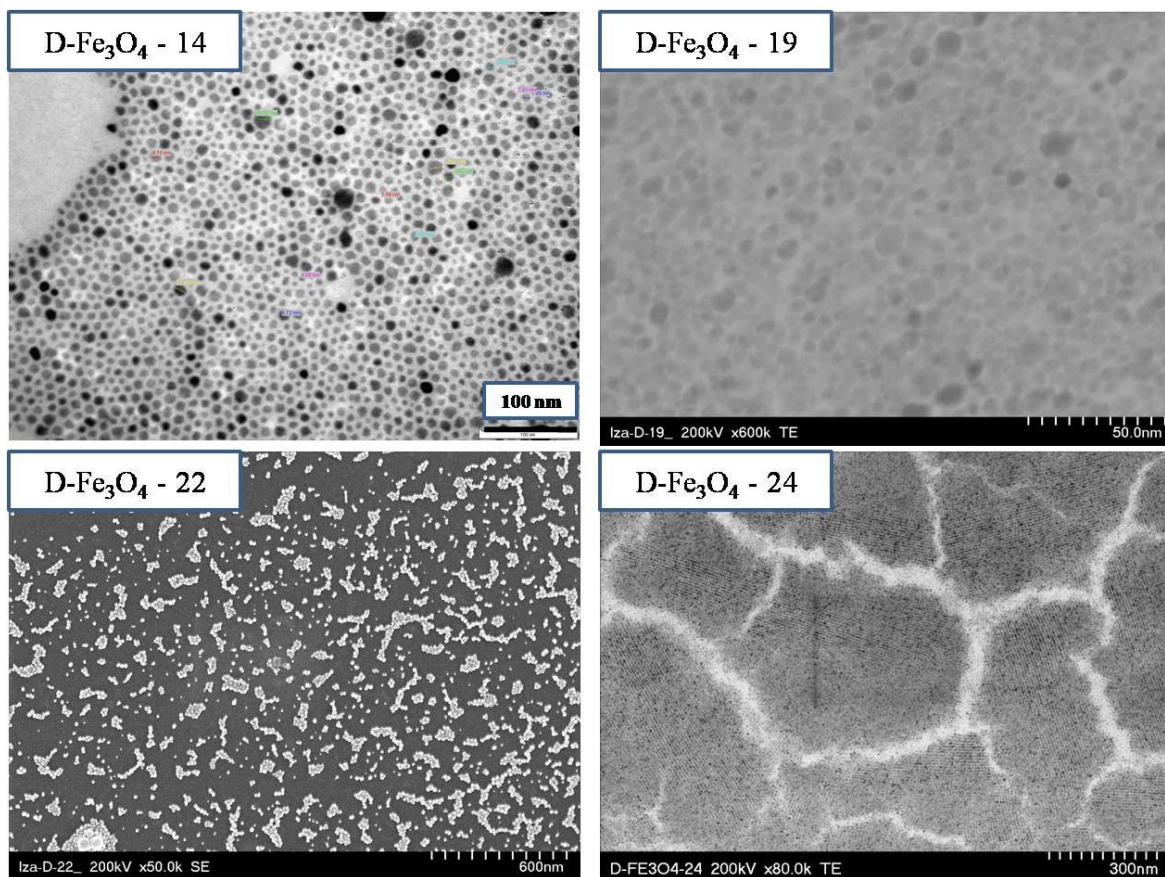


Fig.2.1. Imagini de microscopie TEM pentru probe de magnetita, de tipul Fe_3O_4 -a (Tabelul 1) cu un raport molar $\text{Fe}(\text{acac})_3$: acid oleic = 1: 2.5 si raport molar acid oleic:oleilamina = 1: 2.

In Fig.2.2 sunt prezentate imagini de microscopie electronica inregistrate pentru probe de magnetita, de tipul Fe_3O_4 -b (Tabelul 1) cu un raport molar $\text{Fe}(\text{acac})_3$: acid oleic = 1: 2.5 si raport molar acid oleic:oleilamina = 2:1. Forma acestor nanoparticule este octaedrala iar dimensiunea lor este in jur de 20 nm.

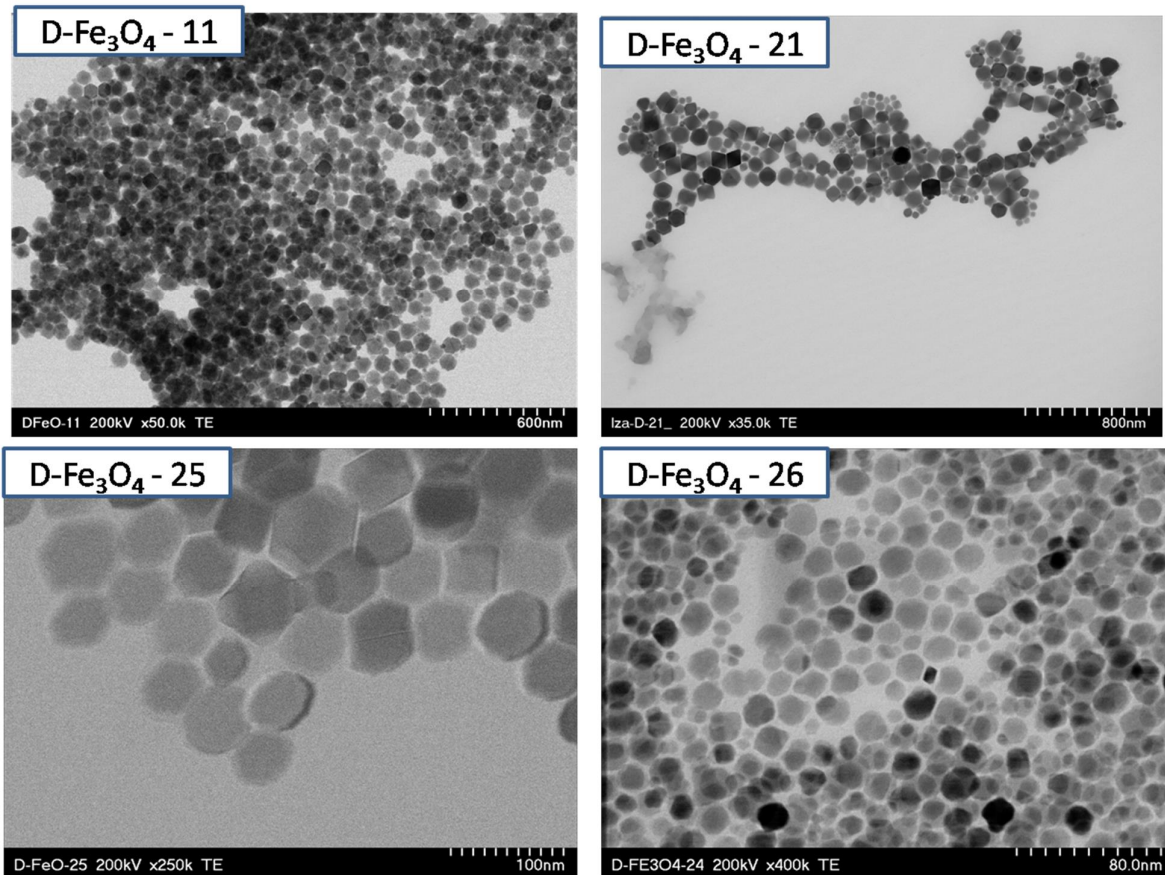


Fig.2.2. Imagini de microscopie TEM pentru probe de magnetita, de tipul $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-b}$ (Tabelul 1) cu un raport molar $\text{Fe}(\text{acac})_3$: acid oleic = 1 : 2.5 si raport molar acid oleic:oleilamina = 2 : 1.

In Fig. 2.3 sunt prezentate imagini de microscopie electronica inregistrate pentru probe de magnetita, de tipul $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-c}$ (Tabelul 1) cu un raport molar $\text{Fe}(\text{acac})_3$: acid oleic = 1 : 2.5 si raport molar acid oleic:oleilamina = 1 : 0. Forma acestor nanoparticule este cubica iar dimensiunea lor este in jur de 50 - 80 nm.

In Fig.2.4 sunt prezentate imagini de microscopie electronica inregistrate pentru probe de ferita de mangan, de tipul MnFe_2O_4 la diverse rapoarte molare de acid oleic:oleilamina. In functie de valoarea raportului acid oleic:oleilamina forma acestora difera de la sferica (proba $\text{MnFe}_2\text{O}_4\text{-a}$, raport molar acid oleic:oleilamina = 1:2 si dimesiunea in jur de 10 nm), la octaedrica (proba $\text{MnFe}_2\text{O}_4\text{-b}$, raport molar acid oleic:oleilamina = 2:1 si dimesiunea in jur de 35 nm), la cubica (proba $\text{MnFe}_2\text{O}_4\text{-c}$, raport molar acid oleic:oleilamina = 1:0 si dimesiunea in jur de 80 nm)

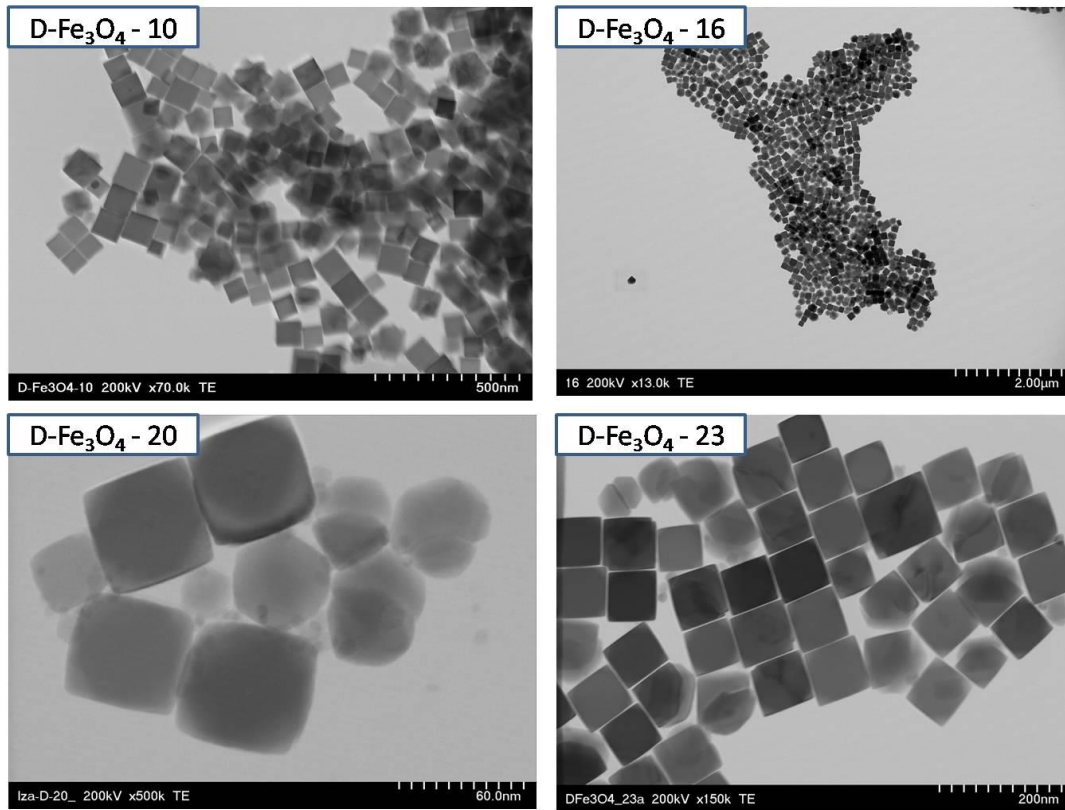


Fig.2.3. Imagini de microscopie TEM pentru probe de magnetita, de tipul $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-c}$ (Tabelul 1) cu un raport molar $\text{Fe}(\text{acac})_3$: acid oleic = 1 : 2.5 si raport molar acid oleic:oleilamina = 1 : 0.

Pentru a pune in evidenta existenta in probele de ferita de mangan a celor doi ioni metalici, fier si mangan, au fost efectuate masuratori de microscopie electronica de scanare cuplata cu EDX (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy), care sub forma unor $\tilde{\text{o}}$ EDX elemental mapping $\tilde{\text{o}}$ au pus in evidenta dispersia uniforma a elementelor componente in proba de ferita de mangan. In figura 5 este prezentata (A) o imagine SEM a probei $\text{MnFe}_2\text{O}_4\text{-c}$ (Tabelul 1) si (B) distributia fiecarui element component in proba. Se observa prezenta ambilor ioni metalici, deci formarea cu success a probei de ferita de mangan si distributia relativ uniforma a elementelor componente in intreaga masa a probei.

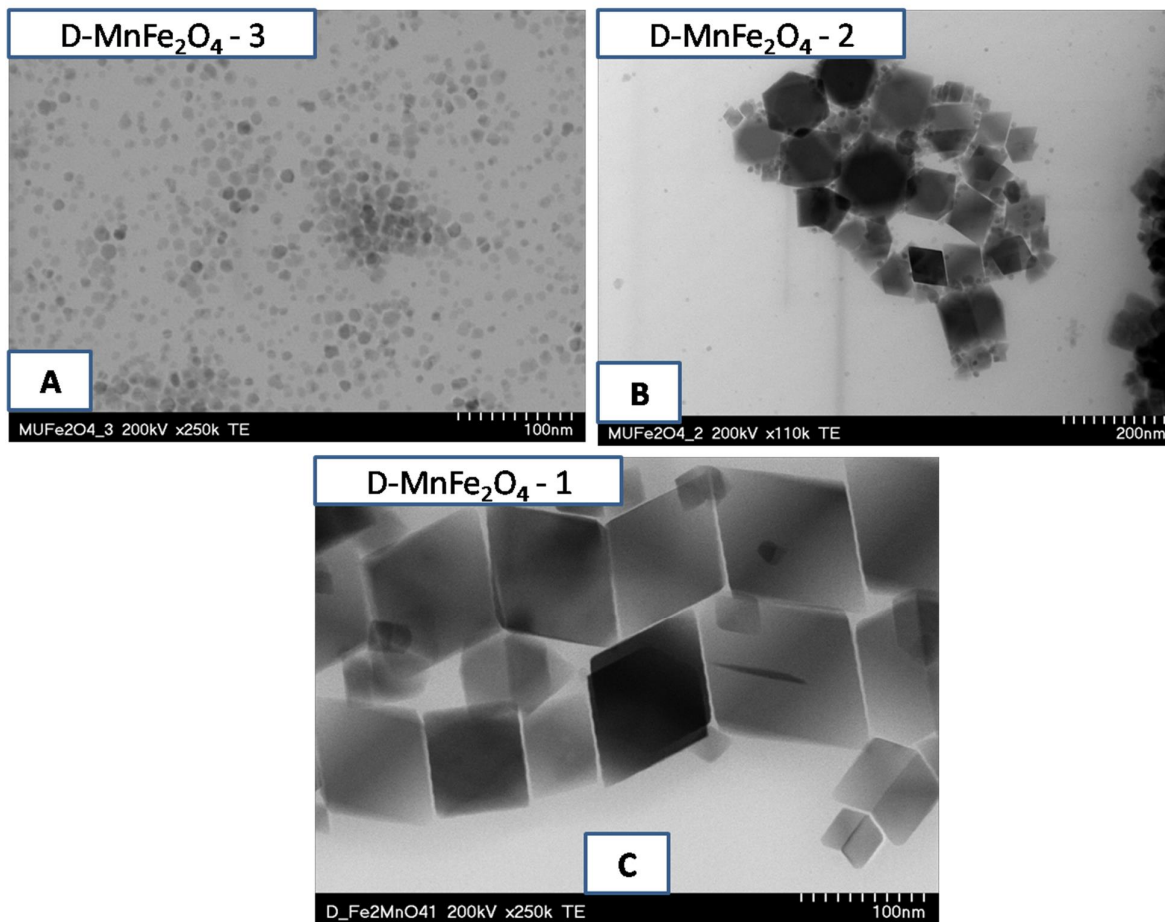
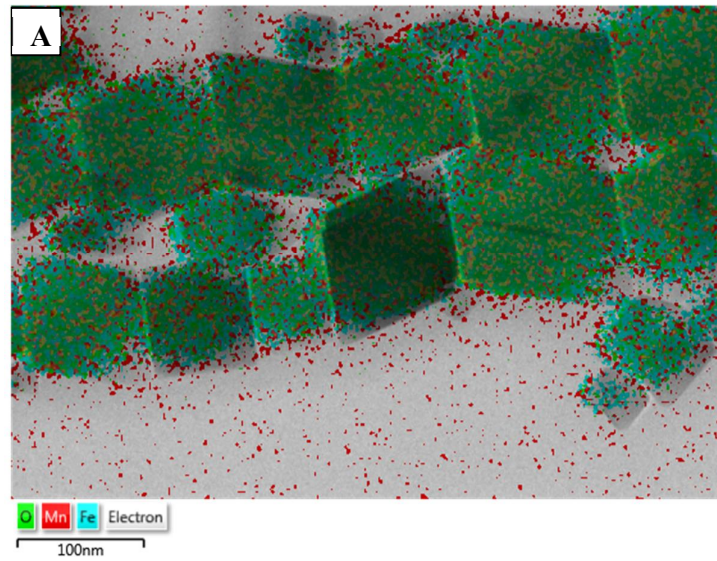
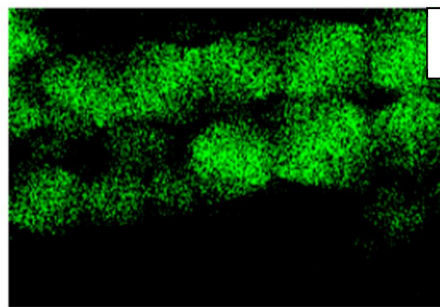


Fig.2.4. Imagini de microscopie TEM pentru probe de tipul MnFe₂O₄ la diverse rapoarte molare de acid oleic:oleilamina: (A) forma sferica proba MnFe₂O₄-a , raport molar acid oleic:oleilamina = 1:2 si dimensiunea in jur de 10 nm, (B) octaedrica, proba MnFe₂O₄-b , raport molar acid oleic:oleilamina = 2:1 si dimensiunea in jur de 35 nm, (C) cubica, proba MnFe₂O₄-c , raport molar acid oleic:oleilamina = 1:0 si dimensiunea in jur de 80 nm.

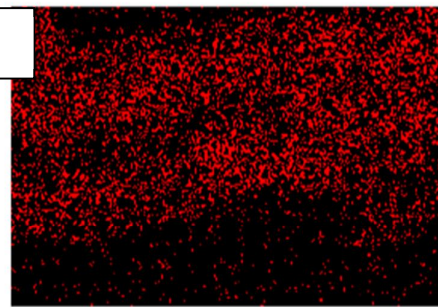
EDS Layered Image 17



O K series



Mn K series



Fe K series

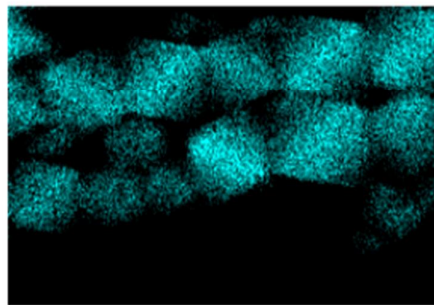


Figura 5. (A) imagine SEM a probei $\text{MnFe}_2\text{O}_4\text{-c}$ (Tabelul 1) si (B) distributia fiecarui element component in proba

Concluzionand, masuratorile morfologice au pus in evidenta formarea cu success a nanoparticulelor magnetice de magnetite (Fe_3O_4) si ferita de mangan (MnFe_2O_4) cu dimensiune si morfologie controlata din parametrii de sinteza.

2.2. Corelarea cu investigatii PT

Ca si observatie generala, prezenta nanoparticulelor, in acest domeniu de concentratie, scade valoarea parametrilor termici ai fluidului purtator si, atit difuzivitatea cit si efuzivitatea termica scad odata cu cresterea dimensiunii nanoparticulelor, independent de lichidul purtator. Ca si ordin de marime, influenta dimensiunii nanoparticulelor este mai importanta in cazul efuzivitatii termice (scadere relativa 24%) in comparatie cu difuzivitatea termica (scadere relativa 7%).

Trebuie mentionat ca aceasta descrestere a parametrilor termici dinamici ai nanofluidelor magnetice investigate, datorata prezentei nanoparticulelor este valabila doar in acest domeniu de concentratii reduse (aproximativ 50 mg/ml). La concentratii mai ridicate de nanoparticule magnetice (150mg/ml ó 350 mg/ml) valoarea parametrilor termici ai nanofluidului creste comparativ cu parametrii lichidului purtator, odata cu cresterea concentratiei de nanoparticule. La concentratii ridicate de nanoparticule explicatia este simpla datorita faptului ca valoarea parametrilor termici ai nanoparticulelor magnetice este mai mare decit cea a lichidului purtator. De aceea rezultatele obtinute in acest raport de faza pentru concentratii joase de nanoparticule pare controversat. Totusi este binecunoscut ca, in cazul amestecurilor lichide binare (in special in cazul in care lichidele sint asociative) sau in cazul amestecurilor lichid/solid (in cazul in care moleculele solidului formeaza diverse structuri ó ca si cele prezentate in investigatiile SEM), comportarea parametrilor termici in functie de compozitie este neliniara (prezentind sau un minim la o anumita concentratie, sau un prag de percolatie) datorita faptului ca regula aditivitatii nu se mai aplica. Acesta pare sa fie cazul nanofluidelor investigate: la o concentratie coborita de nanoparticule, valoarea parametrilor termici ai nanoparticulelor ele insele nu infuenteaza inca parametrii termici totali ai nanofluidului, iar structurile formate (prezentate in pozele TEM) altereaza conductia termica in nanofluid. La concentratii mai ridicate de nanoparticule, valoarea parametrilor termici ai nanoparticulelor magnetice incep sa influenteze conductia termica totala a nanofluidului, iar valorile parametrilor termici incep sa creasca (rezultate prezentate intr-un raport de faza anterior).

3. Diseminarea rezultatelor.

3.1. Rezulate prezentate la conferinte nationale si internationale.

- Optothermal characterization of liquid thermoelectrics, D. Dadarlat, "Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies", 25 - 28 august 2016, Constanta, Romania ó invited
- Combined Photothermal Techniques for Thermal Characterization of Liquid Thermoelectrics, D. Dadarlat, M. Depriester, K. Touati, A. Hadj Sahraoui, 3rd Conference on Photoacoustic and Photothermal Theory and Applications (CPPTA), 13-16 septembrie 2016, Warsaw, Poland
- Photopyroelectric Characterization of Magnetic Nanofluids. Influence of Type and Size of Nanoparticles on the Thermal Parameters, D. Dadarlat, I. Craciunescu, R.Turcu, C. Tripon, 3rd Conference on Photoacoustic and Photothermal Theory and Applications (CPPTA), 13-16 septembrie 2016, Warsaw, Poland

3.2.Rezulate publicate in reviste cotate ISI.

1. Photothermoelectric (PTE) Detection of Phase Transitions. Application to Triglycinesulphate (TGS), D. Dadarlat, C. Tudoran, V. Surducan, C. Bourgès, P. Lemoine, E. Guilmeau, Thermochimica Acta 624 21626 (2016)
2. Thermophysical properties of masonry units: accurate characterization by means of photothermal techniques and relationship to porosity and mineral composition, N. Cobarzan, A.A. Balog, B. Belean, G. Borodi, D. Dadarlat, M. Streza, Construction & Building Materials, 105, 297-306 (2016)
3. Photothermoelectric (PTE) Versus Photopyroelectric (PPE) Detection of Phase Transitions, D. Dadarlat, E. Guilmeau, A. Hadj Sahraoui, C. Tudoran, V. Surducan, C. Bourgès, P. Lemoine, Int J Thermophys 37:53 (pg 1-7) (2016)
4. Rapid, non-destructive determination of butter adulteration by means of photopyroelectric (PPE) calorimetry, L. Cuibus, D. Dadarlat, M. Streza, F. V. Dulf, Z. Diaconeasa, C. Socaciu, J. Therm. Analysis Calorimetry 6 DOI 10.1007/s10973-016-5630-4
5. Photopyroelectric Characterization of Magnetic Nanofluids. Influence of Type and Size of Nanoparticles on the Thermal Parameters, D. Dadarlat, I. Craciunescu, R. Turcu, C. Tripon, Thermochimica Acta- submitted

3.3.Pagina Web.

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

4. Mobilitati

4.1.Stagii de lucru

D. Dadarlat

- stagiul de lucru la Universitatea Nova Gorica, Slovenia, in perioada 1-10 iulie 2016.

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 un seminar cu titlul: "Combined PPE-PTE Techniques for Thermal Characterization of Liquids. Recent Developments".

4.2.Participari la conferinte nationale si internationale.

1. Participare la conferinta "Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies", 25 - 28 august 2016, Constanta, Romania
2. Participare la conferinta "3rd Conference on Photoacoustic and Photothermal Theory and Applications (CPPTA)", 13-16 septembrie 2016, Warsaw, Poland.

Stadiul actual al cercetarii si propuneri pentru continuarea proiectului

Au fost atinse toate obiectivele prevazute pentru etapa prezenta si pentru intregul proiect.