



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

Domeniul fundamental: Științe Inginerești
Domeniul de specialitate: Ingineria Materialelor

TEZĂ DE ABILITARE

- REZUMAT -

Materiale magnetice moi avansate pentru conversia eficientă a energiei

Conf. Dr. Ing. Bogdan Viorel NEAMȚU

Facultatea de Ingineria Materialelor și a Mediului
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

- Cluj-Napoca -
2025

Cuprinsul tezei

Abrevieri.....	2
1 Introducere.....	3
2 Realizări științifice.....	7
2.1 Introducere.....	7
2.2 Aliaje amorfe obținute prin aliere mecanică.....	13
2.2.1 Amorfizarea aliajelor cu baza de Fe asistată de descompunerea PCA ..	13
2.2.2 Amorfizarea aliajelor cu baza Fe prin MA și RQ.....	21
2.2.3 Aliajele amorfe $Fe_{75}Si_{20-x}M_xB_5$ ($M = Ti, Ta, Zr$): sinteză și caracterizare ...	29
2.2.4 Aliaje amorfe cu baza Co obținute prin aliere mecanică.....	36
2.3 Compozite magnetice moi pe bază de fibre	42
2.3.1 Conceptul de compozite magnetice moi pe bază de fibre (FSMCs) ..	42
2.3.2 Demonstrarea conceptului	45
2.3.3 Compozite magnetice moi pe bază de fibre Fe acoperite cu Fe_3O_4	53
2.3.4 Compozite magnetice moi pe bază de fibre obținute prin sinterizare la rece	69
2.3.5 Noua generație de compozite magnetice moi pe bază de fibre realizate prin sinterizare la rece folosind fibrelor amorfe	77
3 Planuri de dezvoltare a carierei.....	93
Referințe bibliografice	99
Selecție de lucrări ale autorului utilizate în această teză	109
Lista figurilor	111
Lista tabelor	119
Anexa I – Lista articolelor ISI publicate	121
Anexa II – Îndeplinirea cerințelor minimale stabilite	130

Rezumat

Această teză de abilitare, intitulată *Advanced Soft Magnetic Materials for Efficient Energy Conversion*, sintetizează activitatea de cercetare și cea academică desfășurată de autor după susținerea tezei de doctorat, în octombrie 2010, și acordarea titlului de doctor, în iunie 2011. Manuscrisul descrie atât realizările științifice, cât și planul de dezvoltare a carierei, reflectând o traiectorie coerentă în domeniul ingineriei materialelor.

Structura tezei cuprinde două secțiuni principale. Prima, *Realizări științifice*, debutează cu o scurtă prezentare a evoluției istorice a materialelor magnetice moi, subliniind necesitatea progreselor continue în acest domeniu. Pe acest fundal, sunt prezentate contribuțiile originale ale autorului la dezvoltarea materialelor magnetice moi.

Prima parte a secțiunii *Realizări științifice* este centrată pe studiul aliajelor amorfe cu baza de Fe și Co, obținute în principal prin aliere mecanică. Alierea mecanică, o metodă de procesare în afara echilibrului, a fost investigată sistematic pentru a stabili condițiile favorabile amorfizării și pentru optimizarea proprietăților magnetice ale aliajelor produse. Comparațiile detaliate dintre măcinarea umedă și uscată, precum și dintre alierea mecanică și răcirea rapidă, au furnizat informații valoroase privind influența modului de procesare asupra evoluției structurale a aliajelor. Un rezultat deosebit de important a fost constatarea că încorporarea carbonului provenit din descompunerea agentului de control al procesului joacă un rol esențial în amorfizarea aliajelor. În același timp, substituțiile parțiale cu elemente precum Zr, Ti sau Ta s-au dovedit eficiente pentru ajustarea stabilității termice, a cineticii de cristalizare și a comportamentului magnetic, atât pentru aliajele cu bază Fe, cât și pentru cele cu baza de Co.

O contribuție originală importantă constă în conceperea și dezvoltarea compozitelor magnetice moi pe bază de fibre, o clasă complet nouă de materiale magnetice moi, introdusă pentru prima dată de autor. Conceptul a fost validat printr-un amplu program experimental, care a debutat cu comparații între compozitele pe bază de fibre și cele pe bază de pulberi și a continuat cu studii sistematice privind influența diametrului fibrei, orientării, tipului și grosimii acoperirii, precum și a metodei de compactizare. Utilizarea fibrelor amorfe și a tehnicilor de sinterizare la rece a condus la îmbunătățirea performanțelor acestor compozite, demonstrând potențialul lor pentru aplicații în inductoare, transformatoare și motoare electrice de înaltă eficiență. În acest fel, relevanța tehnologică a realizărilor în domeniul materialelor magnetice moi este asigurată prin îmbinarea cunoștințelor fundamentale cu soluții tehnologice inovatoare.

Primul pas în cariera profesională l-a constituit elaborarea unei teze de doctorat în cotutelă, desfășurată între Universitatea Joseph Fourier din Grenoble, Franța, și Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca. Teza de doctorat, susținută în octombrie 2010, a avut ca temă compactele magnetice moi nanocristaline obținute din pulberi de aliaje Ni-Fe-X sintetizate prin mecanosinteză. Aceasta mi-a oferit ocazia de a dobândi o expertiză solidă în procesarea materialelor prin metode în afara echilibrului, precum și în aplicarea metodelor avansate de caracterizare. După finalizarea doctoratului, autorul a depus eforturi constante pentru a-și construi un profil de cercetător independent. Primul pas major a fost obținerea, în 2013, a unui proiect național de cercetare intitulat „Pulberi și miezuri magnetice moi amorfe cu baza Fe și cu baza Co obținute prin aliere mecanică și sinterizare în plasmă” (PN-II-RU-TE-2012-3-0367). Acest proiect mi-a oferit posibilitatea investigării unei noi rute de obținere a materialelor amorfe magnetice moi, combinând alierea mecanică cu sinterizarea în plasmă. Sinterizatele obținute au fost caracterizate de proprietăți magnetice ofertante precum magnetizare la saturație ridicată, coercitivitate scăzută și bună stabilitate termică. Dincolo de rezultatele științifice, concretizate în șapte articole indexate ISI și trei lucrări în volumele unor

conferințe, proiectul a contribuit la consolidarea colaborărilor cu CNRS-Institut Néel din Grenoble, Franța și cu Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Tehnică din Iași, România, precum și la acumularea de experiență în managementul proiectelor și coordonarea cercetării.

Un al doilea proiect național, obținut în 2018, „Miezuri magnetice compozite pe bază de fibre produse prin presare la rece și sinterizare în plasmă” – FSMC (PN-III-P1-1.1-TE-2016-0649) (<https://neamtubogdan.wixsite.com/fsmc>), a reprezentat un punct de cotitură în cariera autorului. Dedicat dezvoltării compozitelor magnetice moi pe bază de fibre, obținute prin presare la rece și sinterizare în plasmă, acest proiect a permis introducerea unui tip complet nou de compozite magnetice moi. Rezultatele au confirmat comportamentul magnetic superior al compozitelor pe bază de fibre comparativ cu cele convenționale, pe bază de pulberi. Investigațiile au acoperit variabile precum tipul și proporția dielectricului, parametrii de compactizare, tratamentele de recoacere, geometria fibrelor și gradul lor de orientare. Proiectul a condus la cinci articole indexate ISI și la inițierea unor colaborări internaționale noi cu Imperial College London, Brose Fahrzeugteile (Germania) și Universitatea RWTH Aachen. Recunoașterea internațională a acestor rezultate a crescut semnificativ vizibilitatea cercetării autorului.

Pe baza acestor rezultate, în 2021 am obținut un al treilea grant național, „Compozite magnetice moi sinterizate la rece realizate din fibre feromagnetice amorfe” – CS-FSMC (PN-III-P4-ID-PCE-2020-0175) (<https://neamtubogdan.wixsite.com/cs-fsmc>). Acest proiect a adus un plus de inovație prin utilizarea fibrelor amorfe în locul celor cristaline, extinzând astfel limitele de performanță ale compozitelor pe bază de fibre. Progresele obținute în ceea ce privește metodele de acoperire utilizate au condus la reducerea pierderilor prin curenți turbionari și la îmbunătățirea performanțelor magnetice generale, iar adoptarea tehnicilor de sinterizare la rece a deschis noi perspective pentru procesarea compozitelor magnetice moi. Coordonarea unei echipe multidisciplinare de doisprezece membri, incluzând tineri cercetători și studenți, a contribuit atât la consolidarea capacității de cercetare, cât și la transferul de cunoștințe către noua generație de specialiști.

Direcțiile de cercetare abordate de autor sunt strâns aliniate priorităților globale privind eficiența energetică, mobilitatea electrică și integrarea energiilor regenerabile. Colaborările internaționale și stagiile de cercetare au oferit acces la facilități avansate de caracterizare și au sporit vizibilitatea internațională a cercetării românești în acest domeniu. În același timp, activitatea didactică desfășurată la Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca completează componenta de cercetare. Trecând prin toate etapele academice până la poziția actuală de conferențiar în cadrul Departamentului de Știința și Ingineria Materialelor, autorul a predat o gamă variată de discipline, de la cursuri de bază, precum Știința și ingineria materialelor, până la cursuri de nivel avansat, precum Materiale funcționale avansate, Materiale magnetice și Nanomateriale. A coordonat aproximativ 30 de lucrări de licență și 20 de lucrări de disertație și a fost implicat activ în pregătirea doctorală, ca membru în comisia de îndrumare pentru 9 doctoranzi.

Privite în ansamblu, aceste realizări reflectă o traiectorie coerentă de dezvoltare științifică, de la studiile inițiale asupra pulberilor amorfe cu baza Fe sau Co, până la introducerea compozitelor magnetice moi pe bază de fibre și, mai recent, la progresele aduse de utilizarea fibrelor amorfe și a sinterizării la rece. Rezultatele evidențiază capacitatea de a integra cercetarea fundamentală cu inovația tehnologică și de a transpune cercetarea de laborator în potențiale aplicații. Planul de dezvoltare a carierei are ca obiectiv consolidarea și extinderea cercetărilor în domeniul materialelor magnetice moi, alături de perfecționarea permanentă a activității didactice. Această abordare integrată, care îmbină activitatea de cercetare cu angajamentul față de procesul educațional, definește contribuția autorului la comunitatea științifică și conturează o perspectivă clară asupra dezvoltării viitoare.