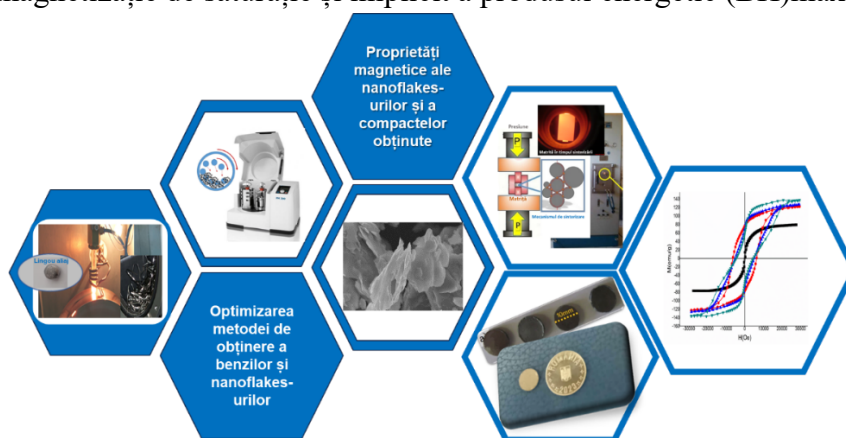


Raport final de activitatea
Proiect : Nanoflakes de Mischmetal-Fe-B pentru o noua clasa de magneți
permanenți
NanoCAMP
Mai 2022 – Aprilie 2024

Astăzi magneții permanenți Nd-Fe-B sunt fără îndoială unele dintre cele mai importante materiale în multe tehnologii moderne, cum ar fi electronice de consum, computere, senzori, imagistică prin rezonanță magnetică (RMN) și dispozitive de conversie a energiei, cum ar fi motoarele și generatoarele electrice. Ținând cont de problemele de mediu privind schimbărilor climatice și poluării aerului în marile orașe, este necesară o trecere de la un sistem de transport și energie bazat pe combustibili fosili la o societate cu emisii scăzute de carbon, iar magneții permanenți sunt esențiali pentru tehnologiile viitoare care vor facilita această tranziție. Astfel se estimează că cererea de magneți permanenți NdFeB se va tripla până în 2035, comparativ cu nivelul cererii din anul 2020. Rezervele scăzute de elemente de pământuri rare, precum și progresul preconizat în tehnologiile cu energie verde, a pus o presiune suplimentară asupra prețului de piață deja ridicat și volatil pentru RE - Nd, Dy, Pr, Tb fiind clasificate ca materiale critice de mai multe guverne și instituții internaționale. În vederea eliminării acestor probleme de cost și poluare au fost investigate mai multe noi sisteme de materiale candidate, iar unele au arătat un potențial realist în înlocuirea pământurilor rare (RE) pentru diverse aplicații în care nu ne este necesar utilizarea magneților cu performanțe ridicate.

În cadrul acestui proiect „Nanoflakes de Mischmetal-Fe-B pentru o noua clasa de magneți permanenți- NanoCAMP” ne-am propus să înlocuim pământurile rare (RE) critice precum Nd, Dy, Pr din sistemul RE-Fe-B, cu misch-metal (MM), pentru a dezvolta un nou tip de magneți nanocompoziți anizotropi pe bază de nanoflakes-uri ($MM_2Fe_{14}B$). Motivația pentru această alegere vine din faptul că MM este un amestec natural de Nd, Pr, La și Ce, ce există din abundență și nu necesită prelucrare pentru a separa elementele. Prin urmare, eliminarea proceselor poluante de separare și purificare a pământurilor rare, duce la o reducere semnificativă a costurilor și a deșeurilor poluante. Cu toate acestea, înlocuirea totală a Nd cu MM conduce la scăderea temperaturii Curie, magnetizație de saturație și implicit a produsul energetic (BH)max.



Reprezentarea schematica a procesului de preparare a magneților permanenți

În cadrul acestui proiectului, îmbunătățirea proprietățile magnetice ale materialelor MM-Fe-B a fost realizată prin: (1) adăugarea de materiale nemagnetice cum ar fi Hafniu (Hf), (2) tratamente termice a benzilor amorfe MM-Fe-Hf-B obținute prin răcire ultra-rapidă pentru a le transforma controlat în benzi nanocristaline, (3) obținerea de nanoflakes-uri prin măcinare mecanică prin optimizarea parametrilor de măcinare (timp, energie, raport masic bile-pulbere, temperatură, mediu de măcinare), (4) nitrurarea nanoflakes-urilor (penetrarea interstițială a atomilor de azot în structura celulei fazei $MM_2Fe_{14}B$) și optimizarea tratamentului de nitrurare, (5) prepararea de amestecuri omogene de nanoflakes-uri/nanopulberi ($MM_2Fe_{14}B/\alpha Fe$), (6) stabilirea raportului optim, nanoflakes-uri magnetic dure / nanopulberi magnetic moi, (7) compactare magneților permanenți prin metoda spark plasma sintering-SPS, și optimizarea parametrilor tehnologici implicați asupra proprietăților magnetice a magneților rezultați, (8) nitrurarea noilor magneți permanenți și optimizarea procesului de nitrurare.

Abordările din cadrul proiectului au condus la dezvoltarea inovativă de magneți permanenți de tip $MM-Fe-Hf-B/\alpha Fe$, cu performanțe de top, cum ar fi: $H_c=11.35$ kOe , $M_s=136$ emu/g, $(BH)_{max}=12.25$ (MGOe) și densitate $\rho=7.68$ g/cm³, capabili să completeze un gol semnificativ pe piața magneților permanenți și oferă o alternativă competitivă din punct de vedere al performanței energetice poziționându-i între feritele dure (5,5 MGOe) și magneții permanenți pe bază de pământuri rare critice (NdFeB cu adaosuri de Dy, Tb, Pr etc.), care ating 35 MGOe. Această realizare are un potențial semnificativ pentru dezvoltarea de noi tipuri de magneți permanenți cu performanțe avansate.

Data:30.04.2024

Director de proiect
Dr. Mihaela Grigoraș (Lostun)

