

## REZUMATUL ETAPEI nr.2 (01.01.2023-31.12.2023)

În a doua etapă a proiectului ne-am propus trei ținte principale și anume: (i) prepararea de pulberi  $\text{Fe}_{65}\text{Co}_{35}$  cu dimensiuni de ordinul nanometrilor, cu proprietăți magnetice moi, în special magnetizație de saturație mare, (ii) mixarea pulberilor magnetic moi cu pulberile magnetic dure obținute în etapa precedentă în proporții optime, (iii) transformarea amestecului optim de pulberi în magneți permanenți. Astfel, **prima parte** a activităților au fost concentrate pe prepararea aliajului  $\text{Fe}_{65}\text{Co}_{35}$  prin metoda topirii în arc electric, care ulterior au fost transformate în benzi prin metoda răcirii ultrarapide din topitură. Benzile rezultate au fost tratate termic și ulterior transformate în pulberi prin măcinare mecanică în diverse medii. S-a studiat influența parametrilor implicați în procesul de măcinare (energie, timp de măcinare, raport masă bile/masă pulbere, temperatură) urmărindu-se optimizarea acestora. În acest sens, s-a modificat pe rând câte unu din parametri păstrându-i constanți pe ceilalți. Pulberile obținute au fost investigate morfologic, structural, compozițional și magnetic în mod sistematic pentru “feedback-ul” necesar reducerii dimensiuni particulelor la valori nanometrice dar și pentru controlul structurii–proprietăți magnetice. În urma studiului s-au stabilit valorile optime ca fiind: viteza de rotație a mojarilor  $\omega = 550$  rot/min, timp măcinare 40 min., raport bile-pulbere 30:1, interval timp de măcinare/rotație într-un sens–pauză–rotație în sens opus 25-15 min., mediu de măcinare benzen. În aceste condiții s-a reușit prepararea de nanopulberi cu dimensiuni de aproximativ 64 nm, structura identică cu a benzilor precursore și magnetizație de saturație,  $M_s = 233$  emu/g. A **doua parte** a activităților a fost focalizată pe prepararea de amestecuri de nanopulberi  $\text{MM}_{14}\text{Fe}_{77}\text{Co}_2\text{Si}_1\text{B}_6 / \text{Fe}_{65}\text{Co}_{35}$ . După optimizarea timpului, energiei de mixare și a raportului pulberi magnetic moi/magnetic dure, s-a reușit prepararea amestecului omogen în raport optim 20/80. Pentru realizarea celei de **a treia țintă** a etapei, prepararea de magneți permanenți, amestecul optim de pulberi a fost compactat prin metoda spark plasma sintering (SPS). Parametrii de sinterizare: presiune (P), temperatură (T) și timp de sinterizare (t) influențează puternic proprietățile magnetice ale magneților permanenți, prin urmare optimizarea acestora a fost imperios necesară în atingerea dezideratului proiectului, **magneți permanenți cu produs energetic (BH)<sub>max</sub> >10 MGOe**. S-a constatat că: (i) densitatea compactelor crește odată cu parametrii de sinterizare, ajungând la valoarea de  $7.38 \text{ g/cm}^3$  comparabilă cu valoare teoretică de  $7.44 \text{ g/cm}^3$ , (ii) creșterea presiunii de sinterizare conduce la închiderea eficientă a spațiilor dintre particule, îmbunătățind proprietățile magnetice ale compactelor, (iii) creșterea temperaturii și/sau a timpului de sinterizare până la valorile optime conduce la îmbunătățirea proprietăților magnetice ca urmare a favorizării condițiilor necesare unor interacțiunilor de schimb puternice, iar depășirea valorilor optime pentru temperatură și/sau a timp de sinterizare conduce la o alterare a proprietăților magnetice datorită dezvoltării unei cantități mari de fază moale și creșterii excesive a grăunților cristalini. Condițiile procesului de sinterizare, au fost optimizate pentru:  $T = 650^\circ\text{C}$ ,  $t = 7$  min și  $P = 70$  MPa, valori pentru care s-au obținut magneți permanenți cu,  $H_c = 10.2$  kOe,  $M_r = 98$  emu/g și  $(BH)_{\text{max}} = 13.4$  MGOe.

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