

Jedne z najpowszechniej stosowanych obecnie magnesów opierają swoje właściwości na magnetycznie twardej fazie $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, krystalizującej w strukturze $\text{P4}_2/\text{mmn}$. Faza ta charakteryzuje się bardzo wysoką anizotropią magnetokrystaliczną, a co za tym idzie bardzo wysoką wartością iloczynu energii $(BH)_{\text{max}}$, sięgającą nawet 56 MGOe [1]. Magnesy trwałe są powszechnie używane w różnego rodzaju silnikach elektrycznych, elektronice użytkowej czy dyskach twardych. Ich rozwój jest nierozdzielnie związany z rozwojem odnawialnych źródeł energii. Ze względu na wysokie ceny lantanowców, zwłaszcza Dy, który zwiększa stabilność termiczną stopów Nd-Fe-B [2], rozpoczęto poszukiwania materiałów na magnesy trwałe nie zawierających pierwiastków ziem rzadkich.

Głównym celem projektu jest zbadanie wpływu składu i struktury oraz rozmiarów ziaren i stosunku faz krystalicznych/nanokrystalicznych na właściwości magnetyczne takie jak namagnesowanie, stała anizotropii, koercja czy iloczyn energii $(BH)_{\text{max}}$. Badania te dotyczą dwóch grup układów magnetycznych bez pierwiastków ziem rzadkich. Związki wyjściowe $\text{Hf}_2\text{Co}_{11}\text{B}$ i $(\text{Fe}_{0.7}\text{Co}_{0.3})_2\text{B}$ zostaną zmodyfikowane poprzez podstawienia atomami z grupy 3d i 5d. Składy spełniające kryterium zdolności do zeszklenia GFA (*glass forming ability*) zostaną wytworzone w postaci fazy amorficznej/metastabilnej, za pomocą techniki gwałtownego chłodzenia z fazy ciekłej (*melt-spinning*). W celu określenia składów spełniających to kryterium użyta zostanie metoda bazująca na półempirycznym modelu Miedemy [3], gdzie GFA jest wyznaczana na podstawie stosunku entalpii tworzenia fazy amorficznej i fazy krystalicznej.

Morfologia i struktura to równie istotne czynniki wpływające na właściwości związków magnetycznych. Zaletą faz metastabilnych jest możliwość ich modyfikacji z wykorzystaniem wygrzewania izotermicznego, a także skręcania pod wysokim ciśnieniem (*high pressure torsion* HPT). Technika HPT umożliwia redukcję rozmiarów ziaren, a niekiedy nawet pełną amorfizację stopu. Pozwala to na optymalizację takich parametrów jak np. pole koercji czy namagnesowanie nasycenia, a w przypadku stopów wielofazowych, sprzężenia wymiennego pomiędzy fazami magnetycznie twardymi i miękkimi.

W pierwszym etapie oszacowana zostanie zdolność do zeszklenia przy użyciu półempirycznego modelu Miedemy oraz modelu geometrycznego [3]. Stopy w stanie metastabilnym (amorficzne lub nanokrystaliczne) zostaną przygotowane za pomocą techniki gwałtownego chłodzenia z fazy ciekłej. Pomiary kalorymetryczne pozwolą na określenie stabilności termicznej oraz energii aktywacji badanych układów, która zostanie wyznaczona dzięki zastosowaniu metod Kissingerd, Ozawy i Augisa-Benneta. Pomiary strukturalne i mikrostrukturalne zostaną wykonane przy pomocy dyfraktometru rentgenowskiego (XRD) oraz transmisyjnego mikroskopu elektronowego (TEM). Pomiary $M(T)$ i $M(H)$ pozwolą na określenie właściwości magnetycznych.

Realizacja projektu doprowadzi do lepszego poznania warunków fizycznych umożliwiających projektowanie stopów o nowych, niezbędnych do zastosowań właściwościach (w tym nanokrystalicznych stopów kompozytowych o dużej koercji). Znajomość wpływu różnych czynników na strukturę i właściwości magnetyczne proponowanych do badań układów jest ciągle niewystarczająca. Oczekuje się, że dodatkowa modyfikacja strukturalna przeprowadzona za pomocą metody HPT i odpowiednich podstawień pozwoli na kontrolę, a przez to optymalizację badanych stopów pod kątem właściwości magnetycznych, szczególnie poprawy iloczynu energii $(BH)_{\text{max}}$, w porównaniu do próbek poddanych tylko wygrzewaniu izotermicznemu [4].

- [1] O. Gutfleisch, M.A. Willard, E. Brück, C.H. Chen, S.G. Sankar, J.P. Liu, Adv. Mater. 23 (2011) 821
- [2] T.G. Woodcock, Y. Zhang, G. Hrkac, G. Ciuta, N.M. Dempsey, T. Schrefl, O. Gutfleisch, D. Givord, Scr. Mater. 67 (2012) 536
- [3] Z. Śniadecki, J.W. Narojczyk, B. Idzikowski, Intermetallics 26 (2012) 72
- [4] A. Musiał, Z. Śniadecki, J. Marcin, J. Kováč, I. Škorvánek, B. Idzikowski, J. Alloys Compd. 665 (2016) 93