

Materiały Magnetycznie Miękkie (MMM) cieszą się dużym zainteresowaniem ze względu na swoje unikalne właściwości, takie jak: wysoka wartości nasycenia namagnesowania, przenikalność magnetyczna i rezystywność, a także niskie wartości koercji i strat w rdzeniu, które zapewniają duży potencjał zastosowań w wytwarzaniu i przetwarzaniu energii elektrycznej. Najniższa możliwa koercja i najwyższa możliwa rezystywność to najważniejsze cele do osiągnięcia przy projektowaniu MMM, ponieważ pozwala to zmniejszenie strat energii związanych z histerezą i prądami wirowymi, drgań oraz uszkodzeń materiałów w urządzeniach elektrycznych. Ponadto, istotne jest aby MMM posiadały dobre właściwości wytrzymałościowe, w tym wysoką twardość i odporność na pękanie przy jednoczesnej zadowalającej plastyczności, co umożliwi ich pracę w warunkach obciążenia, często występujących w transporcie i energetyce. Dlatego największym wyzwaniem jest znalezienie równowagi między miękkimi właściwościami magnetycznymi a właściwościami wytrzymałościowymi MMM. W świetle powyższego koncepcja opracowania nowych stopów wysokoentropowych zapewniających powyższe warunki wydaje się bardzo atrakcyjna, ponieważ pozwala na zoptymalizowanie w tych stopach mikrostruktury poprzez skład chemiczny, metodę wytwarzania i obróbkę cieplną.

W ramach tego projektu badane będą nowe stopy o wysokiej entropii konfiguracyjnej z układów FeCoNiXY i CoFeCrXYZ ($X = \text{Ta, B}$, $Y = \text{Al, Ti}$), tj. o strukturach krystalicznych typu *fcc* i *bcc*. Ogólnie rzecz biorąc, struktura *fcc* jest bardziej podatna na odkształcenia plastyczne, a tym samym mniej krucha, podczas gdy struktura *bcc* na bazie Fe ma bardzo dobre właściwości magnetyczne. Co więcej, planowane jest zastosowanie trzech procesów produkcyjnych, takich jak klasyczne odlewanie indukcyjne, a następnie odkształcenie plastyczne przez walcowanie, szybką krystalizację na wirującym walcu miedzianym oraz proces metalurgii proszków oparty na mieleniu proszków i następnym spiekaniu. Dla wszystkich wytworzonych próbek obróbka cieplna będzie zoptymalizowana w celu zainicjowania wydzielenia dodatkowych faz (umocnienie wydzieleniowe). Projekt badawczy będzie oscylował wokół następujących zagadnień: (i) modelowanie termodynamiczne w celu doboru najlepszych składów FeCoNiXY i CoFeCrXY ($X = \text{Ta, B}$, $Y = \text{Al, Ti}$); (ii) dobór parametrów procesu wytwarzania i obróbki cieplnej próbek polikrystalicznych; (iii) badania struktury krystalicznej i mikrostruktury w celu zrozumienia oddziaływania atomów i roli poszczególnych pierwiastków stopowych w danych układach; (iv) szczegółowe badanie porządku chemicznego w celu opisanego jego korelacji z właściwościami magnetycznymi; (v) optymalizacja stopnia koherencji i wielkości wydzieleni; (vi) kontrola tekstury krystalograficznej, wielkości ziarna; (vii) bardzo szczegółowa charakterystyka magnetyczna.

Badania będą prowadzone z wykorzystaniem komplementarnych technik badawczych, takich jak skaningowa i transmisyjna mikroskopia elektronowa, dyfrakcja elektronów wstecznie rozproszonych, dyfrakcja promieniowania wysokoenergetycznego promieniowania rentgenowskiego, skaningowa kalorymetria różnicowa. Właściwości funkcjonalne będą analizowane podczas pomiarów magnetycznych oraz badań mechanicznych w próbach rozciągania i ściskania. Ponadto, modelowanie składu chemicznego stopów będzie kluczowe do optymalizacji składu chemicznego a tym samym właściwości stopów. Projekt będzie realizowany w konsorcjum przez dwie grupy badawcze specjalizujące się w kompleksowych badaniach materiałów magnetycznie miękkich.