

mgr inż. Maciej Kachniarz

## **Badanie efektu magnetoelastycznego w obszarze Rayleigha w magnetykach amorficznych i jego wykorzystanie do budowy sensorów naprężeń i sił**

Niniejsza rozprawa obejmuje badania magnetoelastycznych właściwości ferromagnetyków amorficznych w obszarze słabych pól magnesujących, znanym również jako obszar Rayleigha. W rozprawie rozważana jest również możliwość wykorzystania wyników badań do opracowania nowego sensora naprężeń i sił o wysokiej czułości.

W początkowych rozdziałach przedstawiony został stan wiedzy odnośnie trzech składowych zagadnień naukowych ujętych tematem rozprawy. Omówiono fizyczne podstawy zjawiska ferromagnetyzmu i zdefiniowano obszar Rayleigha w odniesieniu do krzywej magnesowania pierwotnego. Dokonano analizy źródeł i natury fizycznej magnetoelastycznego efektu Villarięgo, proponując energetyczny model zjawiska opracowany na podstawie teorii Stonera-Wohlfartha. Model ten wyjaśnia wpływ kierunku wprowadzenia naprężeń względem kierunku pola magnesującego na charakterystyki magnetoelastyczne materiału magnetycznego. Omówiono również ferromagnetyczne stopy amorficzne, w szczególności zaś wpływ naprężeń wewnętrznych na ich proces magnesowania.

Następnie przedstawiono podstawowe właściwości fizykochemiczne sześciu wybranych do badań stopów amorficznych metali przejściowych. Szczegółowo omówiono metodykę badań, ze szczególnym uwzględnieniem opracowanego systemu pomiaru charakterystyk magnetycznych w słabych polach magnesujących. Opracowany system, wraz z układem wprowadzania i pomiaru naprężeń, umożliwił przeprowadzenie badań charakterystyk magnetoelastycznych stopów amorficznych w obszarze Rayleigha.

Badania własne przeprowadzono zgodnie z opracowaną procedurą pomiarową. Potwierdzono występowanie w badanych stopach obszaru zgodnego z opisem Rayleigha i wyznaczono jego granice. Po raz pierwszy wyznaczono pełne charakterystyki magnetyczne stopów amorficznych w obszarze Rayleigha. Badane materiały poddano wpływowi naprężeń ściskających w zakresie 0÷10 MPa, uzyskując unikatowe charakterystyki magnetoelastyczne,

nieprezentowane dotychczas w literaturze. Badane stopy amorficzne wykazały znaczącą czułość magnetosprężystą w słabych polach magnesujących, w niektórych przypadkach 10-krotnie przewyższającą wartości notowane w obszarze bliskim nasyceniu magnetycznemu.

Na podstawie przeprowadzonych badań, opracowano magnetosprężysty sensor naprężeń i sił z rdzeniem magnesowanym w obszarze Rayleigha. Wykorzystano konfigurację transformatorową z pomiarem wartości skutecznej napięcia, co pozwoliło osiągnąć względną zmianę sygnału 288%, niespotykaną dotychczas w tego typu sensorach. Uzyskany rezultat potwierdził, że przesunięcie punktu pracy rdzenia sensora do obszaru Rayleigha prowadzi do znaczącego wzrostu czułości.

**Słowa kluczowe:** ferromagnetyzm, obszar Rayleigha, efekt magnetosprężysty, ferromagnetyczne stopy amorficzne, sensor magnetosprężysty.