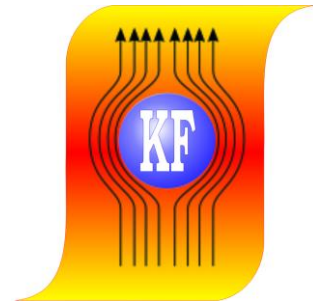
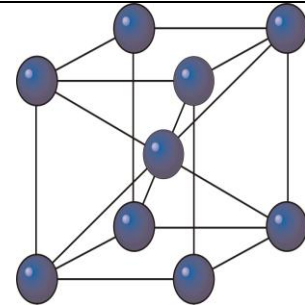


KATEDRA FIZYKI
**WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI
I TECHNOLOGII MATERIAŁÓW**
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA



**PRACOWNIA
FIZYKI CIAŁA STAŁEGO**



ĆWICZENIE NR FCS - 10


**BADANIE PROCESU UTWARDZANIA
MAGNETYCZNEGO W STOPACH
WYKAZUJĄCYCH ANIZOTROPIĘ
KSZTAŁTU ZA POMOCĄ
HISTEREZOGRAFU**

I. Zagadnienia do opracowania

1. Makroskopowe właściwości magnetyczne stopów (pole koercji, pozostałość magnetyczna, iloczyn energii magnetycznej).
2. Procesy przemagnesowania układów cząstek jednodomenowych (zależność kształtu pętli histerezy i pola koercji od kąta pomiędzy osią makroskopowej anizotropii a kierunkiem pola koercji).
3. Wytwarzanie układów cząstek jednodomenowych w realnych stopach metali 3d.

II. Przebieg ćwiczenia

1. Zmierzyć pętle histerezy dla próbek po różnych stadiach obróbki cieplnej
 - a) Nawinąć uzwojenie pomiarowe na badanej próbce - 5÷15 zwojów w zależności od przekroju badanej próbki, drutem $\phi \sim 0,1$.
 - b) Obliczyć stałą cewki pomiarowej k :
$$k = z \cdot S$$

z – ilość zwojów; S – pole przekroju cewki pomiarowej.
 - c) Umieścić badaną próbkę w szczelinie jarzma (w centralnej części nabiegunnika), a następnie przy pomocy korby zacisnąć próbkę między nabiegunnikami jarzma.
 - d) Końce cewki pomiarowej nawiniętej na badanej próbce podłączyć do zacisków oznaczonych symbolem „B”, umieszczonych w kolumnie jarzma.
 - e) Sprawdzić czy cewka do pomiaru natężenia pola jest ustawiona prostopadle do osi jarzma – w tym celu należy opuścić cewkę pomiarową tak, aby swobodnie oparła się o dolny nabiegunnik, docisnąć ją do nabiegunnika, a następnie zablokować w uchwycie.
 - f) Przy pomocy śruby ustawić cewkę do pomiaru natężenia pola w środkowej części badanej próbki.
 - g) Połączyć jarzmo ze stojakiem pomiarowym przewodem zasilającym (gniazdo oznaczone  z zaciskami cewek magnesujących) i przewodem sygnałowym (gniazdo oznaczone „SONDY” z gniazdem zamocowanym na jarzmie).
 - h) Połączyć zaciski wejściowe rejestratora XY z przewodami wyprowadzonymi z wyjść fluksomierzy zgodnie z umieszczonymi na nich oznaczeniami.
 - i) Załączyć filtry wejściowe w blokach sygnałowych X i Y rejestratora (przyciski F).
 - j) Połączyć przewód wychodzący z tyłu stojaka pomiarowego z gniazdem zdalnego sterowania rejestratora XY.
 - k) Podłączyć kabel zasilający stojak pomiarowy i rejestrator XY do sieci napięcia zmiennego 220 V, 50 Hz.
 - l) Wcisnąć przycisk „SIEĆ” umieszczony w kasecie fluksomierzy i wygrzewać bloki pomiarowe przez 30 minut, a następnie postępować zgodnie z instrukcją obsługi fluksomierza typu FE-1.
 - m) Załączyć rejestrator XY do sieci.
 - n) Załączyć do sieci stojak pomiarowy przełącznikiem „ZAŁ-WYŁ”.
 - o) Ustawić pisak rejestratora XY na środku arkusza.
 - p) Sprawdzić poprawność wyzerowania układów całkujących.
 - r) Wybrać zakresy pomiarowe fluksomierzy i ustawić przełączniki czułości w blokach sygnałowych X i Y rejestratora.
 - s) Wyzerować wskazania miernika cyfrowego przy podłączeniu go kolejno do obu bloków pomiarowych.

Ćwiczenie FCS-10: Badanie procesu utwardzania magnetycznego w stopach wykazujących anizotropię kształtu

- t) Zwolnić przyciski „ZERO” we fluksomierzach i wcisnąć przycisk „Cykl automatyczny wstępny” w kasecie automatyki.
- u) Odczekać, aż zapali się lampka w przycisku „Cykl automatyczny pomiarowy”.
- v) Wyzerować wskazania fluksomierzy przez wciśnięcie przycisków „Zero” i ponownie sprawdzić narost napięcia wyjściowego na najczulszych zakresach pomiarowych.
- w) Wysunąć cewkę pomiarową do pomiaru natężenia pola poza obręb jarzma.
- x) Zwolnić przyciski „Zero” w obu fluksomierzach i wsunąć cewkę pomiarową w obręb jarzma.
- y) Nacisnąć przycisk „Cykl automatyczny pomiarowy”.

2. Skalowanie osi współrzędnych

Skalowanie osi współrzędnych ma na celu określenie stałej $p=x/cm$, gdzie x – wartość wielkości mierzonej dla obu osi współrzędnych. Należy je przeprowadzać po dobraniu współczynnika skali.


- a) Skalowanie osi H
 - Wcisnąć przycisk „X-Y” w fluksomierzu mierzącym natężenie pola i pokrętelem „FORMAT” ustawić na mierniku cyfrowym X jednostek (najwygodniej pełna liczba).
 - Obliczyć stałą p_H z zależności:

$$p_H = \frac{x}{l} \cdot \frac{z}{200} \quad \left[\frac{A/m}{cm} \right]$$

x – nastawiona liczba jednostek;

l – przesunięcie pisaka rejestratora w osi X (cm);

z – zakres fluksomierza, do którego odnosimy skalowanie (A/m)

UWAGA! Pokrętelem  można doprowadzić do tego, aby przesunięcie pisaka rejestratora przyjęło wartość dogodną do obliczania stałej p .

Przykład:

Nastawiona liczba jednostek	$x=100$
Przesunięcie pisaka	$l=10 \text{ cm}$
Zakres	$200 \times 10^3 \text{ A/m}$
Stała p	

$$p = \frac{100}{10} \cdot \frac{200 \cdot 10^3}{200} = 10 \frac{kA/m}{cm}$$

- b) Skalowanie osi B
 - Znając stałą cewki k dla założonej wartości indukcji B obliczyć wartość strumienia magnetycznego ϕ :
$$\phi = k \cdot B$$
 - Wcisnąć przycisk „X-Y” w fluksomierzu mierzącym strumień magnetyczny i pokrętelem „FORMAT” ustawić na mierniku cyfrowym liczbę jednostek x odpowiadającą obliczonej wartości strumienia ϕ .
 - Obliczyć stałą p_B z zależności:

$$p_B = \frac{x}{l \cdot k} \cdot \frac{z}{200} \quad [T/cm]$$

x – nastawiona liczba jednostek

k – stała cewki

l – przesunięcie pisaka rejestratora w osi Y (cm)

z – zakres fluksomierza, do którego odnosimy skalowanie

Przykład:

Stała cewki użytej do pomiaru $k=10^{-2} \text{ m}^2$

Założona wartość indukcji $B=1 \text{ T}$

Obliczona wartość strumienia $\phi=1 \cdot 10^{-2} \text{ Vs}$

Liczba jednostek jaką trzeba nastawić $x=100$

Uzyskane przesunięcie pisaka rejestratora $l=5 \text{ cm}$

Dla zakresu $20 \cdot 10^{-3} \text{ Vs}$ uzyskamy stałą:

$$p_B = \frac{100}{5 \text{ cm} \cdot 10^{-2}} \cdot \frac{20 \cdot 10^{-3}}{200} = 0,2 \text{ T/cm}$$

W przypadku gdy dla ustawionych czułości bloków sygnałowych X i Y rejestratora przesunięcie pisaka rejestratora jest większe od formatu arkusza, należy zmniejszyć wartość założonej indukcji i operację powtórzyć.

3. Zmierzyć pętle histerezy dla próbek wyciętych pod różnymi kątami w stosunku do osi anizotropii makroskopowej.
 - a) powtórzyć czynności z punktów 1 i 2.

III. Opracowanie wyników pomiarów

1. Z otrzymanych pętli histerezy określić: pole koercji (H_C), pozostałość magnetyczną (B_r), iloczyn energii magnetycznej $(BH)_{\max}$
2. Dla próbek mierzonych w punkcie II.1. sporządzić wykresy zależności H_C , B_r i $(BH)_{\max}$ od czasu obróbki cieplnej.
3. Dla próbek mierzonych w punkcie II.3. sporządzić wykres zależności H_C od kąta pomiędzy osią makroskopowej anizotropii a przyłożonym polem magnetycznym.
4. Określić sposób przemagnesowania materiału uzyskanego po całkowitej obróbce cieplnej w polu magnetycznym.

IV. Literatura

1. A. Morrish „Fizyczne podstawy magnetyzmu” PWN Warszawa str. 310-331