

**BADANIE PROCESU KRZEPNIĘCIA METALU I STOPU****I. Zagadnienia**

1. Topnienie i krzepnięcie roztworu oraz własności stopów.
2. Budowa i przemiany fazowe ciał stałych.
3. Pomiary temperatury: termopara, rejestrator.

**II. Literatura**

1. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna.
2. Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, cz.II, Ciepło i fizyka cząstkowa.
3. Podręczniki kursowe.

**III. Wykonanie ćwiczenia**

W ćwiczeniu badamy termoparę krzepnięcia czystego indu i bizmutu oraz stopu tych dwóch metali. Próbkę metali są topione w tygielkach aluminiowych. Temperaturę mierzymy termoparą żelazo-konstantan połączoną z rejestratorem. Siła elektromotoryczna  $E$  termopary jest liniową funkcją różnicy temperatur

$\Delta t = t_g - t_z$  pomiędzy spojeniem gorącym ( $t_g$ ) i zimnym ( $t_z$ ).

$$E[mV] = 0,053 \left[ \frac{mV}{deg} \right] \cdot \Delta t[deg] \quad (1)$$

W stosowanym układzie jedno spojenie ( $t_g$ ) jest umieszczone w tygielku z badaną próbką, drugie ( $t_z$ ) ma temperaturę otoczenia. Siłę elektromotoryczną  $E$  i jej zmiany podczas ostygnięcia próbek mierzymy za pomocą rejestratora. Temperatura próbki ( $t_p$ ) jest równa:

$$t_p = t_z + \frac{E[mV]}{0,053 \left[ \frac{mV}{deg} \right]} \quad (2)$$

**A. Obsługa rejestratora:**

- a) Ustalić szybkość przesuwu taśmy 20 mm/min.
- b) Zakresy napięć należy dostosować do badanych próbek:
  - próbka 3 – 20 mV (bizmut)
  - próbka 5 – 10 mV (ind)
  - próbka 6 – 5 mV (stop)
- c) Ustawić we właściwym położeniu przełącznik kierunku przesuwu taśmy.
- d) Ustalenie położenia zera pisaka:
  - zdjąć osłonę z piórka i opuścić je
  - zewrzeć krótkim przewodem zaciski pomiarowe rejestratora i za pomocą potencjometru ustalić wychylenie piórka w odległości  $n_0 = 5$  działek od zera (przy obliczeniach należy tę wartość odjąć od dokonanego odczytu)
  - uruchomić na kilka sekund rejestrator w celu zaznaczenia położenia „zera”
  - połączyć termoparę z rejestratorem (uwaga na znaki!)

**B. Ogrzewanie próbek powyżej temperatury otoczenia:**

- a) Włożyć tygiel do grzejnika i włączyć grzejnik do sieci.
- b) Obserwować wskazania rejestratora przy podniesionym piórku i wyłączonym przesuwie taśmy. Wyłączyć grzejnik gdy wychylenie pisaka będzie wynosiło:  
dla próbki 3 – 87 działek  
dla próbki 5 – 80 działek  
dla próbki 6 – 50 działek

**C. Stygnięcie próbek**

Gdy temperatura próbki zacznie maleć (wskazanie pisaka dla każdej próbki powinno być bliskie 90 działkom) należy włączyć przesuw taśmy i opuścić piórko. Rejestrację należy zakończyć po upływie około 2 minut od zakończenia procesu krzepnięcia. Po zakończeniu pomiarów należy wyłączyć rejestrator, podnieść piórko i założyć osłonę.

Na taśmie należy zapisać numer próbki, zakres napięcia i temperaturę otoczenia  $t_z$ .

Taśmę należy dołączyć do sprawozdania.

**IV. Opracowanie wyników pomiarów**

- a) Dla punktów charakterystycznych na krzywych stygnięcia określić siłę elektromotoryczną  $E$  [mV] =  $nk$ ,  $n = n' - n_0$ ,  $n$  – liczba działek,  $k$  [mV/dz] – wartość działowa,  $n'$  – liczba działek bez uwzględnienia przesunięcia zera.
- b) Obliczyć temperaturę krzepnięcia czystych metali i punktu eutektycznego stopu. Porównać uzyskane wyniki z temperaturami odczytanymi z dołączonej do instrukcji zależności temperatury topnienia stopu Bi-In od jego składu, oraz tablic wielkości fizycznych M. Jeżewskiego.
- c) Oszacować dokładność wyznaczonych temperatur.
- d) Przedstawić interpretację fizyczną uzyskanych krzywych.