

Wyznaczanie równania kalibracyjnego termopary

Wymagane wiadomości :

- Podstawowe pojęcia: temperatura, ciepło przewodnictwo cieplne,
- Sposoby pomiaru temperatury (rodzaje termometrów),
- Idea zjawiska powstawania siły termoelektrycznej,
- Termopara – wady i zalety pomiaru temperatury za pomocą termopary,
- Równanie kalibracyjne termopary – sposób wyznaczania
- Charakterystyka zależności siły termoelektrycznej od temperatury $E(T)$.
- Rozwiązywanie równań kwadratowych.

Wstęp teoretyczny

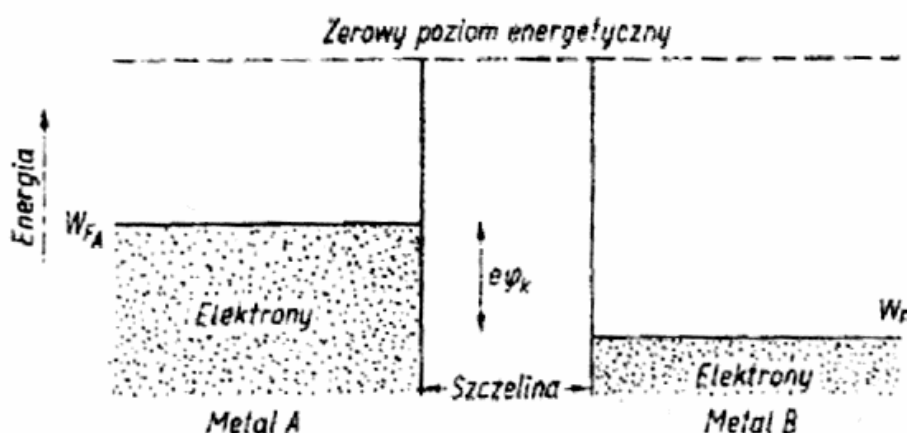
Definicja sformułowana przez J.C Maxwella – “temperatura ciała jest stanem cieplnym rozpatrywanym w odniesieniu do jego zdolności przekazywania ciepła innym ciałom” - kojarzy się z doznaniem jakie towarzyszą dotknięciu lub zbliżeniu się do ciał materialnych. Przypisywanie różnych wartości liczbowych stanom cieplnym ciał stosuje się do budowy skal temperatur, przy czym temperatura charakteryzuje stan równowagi termodynamicznej układu makroskopowego.

Skale temperatur można zdefiniować korzystając z szeregu własności termicznych układu. Skala i wielkość podziału (czyli stopień) mogą być ustalone w odniesieniu do zjawisk fizycznych jak: topnienie, krzepnięcie itp.

Termopara

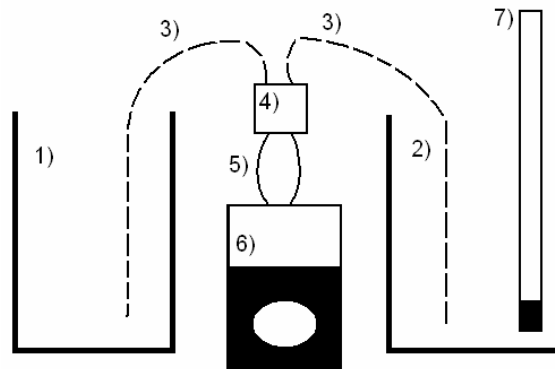
Termopara jest przykładem termometru wtórnego, a zarazem najprostrzą odmianą termometru termoelektrycznego, w której wykorzystuje się zależność kontaktowej różnicy potencjałów od temperatury. Przy posługiwaniu się termoparami sporządza się dwa spojenia, z których jedno utrzymuje się w stałej temperaturze (temperatura odniesienia), a drugie spojenie jest w kontakcie cieplnym z miejscem, którego temperaturę wyznaczamy. Wielkością fizyczną wykorzystywaną do wyznaczenia temperatury jest siła termoelektryczna. Stykając ze sobą powierzchnie dwóch metali występuje różnica potencjałów uwarunkowanej różnymi wartościami energii Fermiego dla metali.

Zjawisko powstawania kontaktowej różnicy potencjałów przedstawia poniższy rysunek.



Rys.1

Układ pomiarowy



Rys.2

- 1). Naczynie z temperaturą odniesienia T_0
- 2). Naczynie z temperatura badana T
- 3). Termopara
- 4). Element łączeniowy termopary z przewodami elektrycznymi
- 5). Przewody elektryczne
- 6). Miernik napięcia
- 7). Termometr

Metoda pomiaru

Jak już zostało wcześniej wspomniane w wyniku spojenia dwóch różnych metali, powstaje kontaktowa różnica potencjałów będąca funkcją temperatury. W zamkniętym układzie pod wpływem siły termoelektrycznej zaczyna płynąć prąd. Wartość siły termoelektrycznej E zależy od temperatury i wyraża się zależnością:

$$(1.1) \quad E = a(T-T_0) + b(T-T_0)^2$$

Powyższe równanie nosi nazwę równania kalibracyjnego termopary.

Wyznaczając wartość siły termoelektrycznej w dwóch różnych temperaturach jesteśmy w stanie wyznaczyć współczynniki kalibracyjne a i b – rozwiązując układ dwóch równań z dwiema niewiadomymi:

$$(1.2) \quad \begin{aligned} E_1 &= a(T_1-T_0) + b(T_1-T_0)^2 \\ E_2 &= a(T_2-T_0) + b(T_2-T_0)^2 \end{aligned}$$

Kolejność wykonywanych czynności

- 1). Podłączyć układ, tak jak na rysunku 2
- 2). Do naczynia (1) wlać wodę z lodem i zanurzyć w niej jeden koniec termopary – zanotować temperaturę T_0 (temperaturę odniesienia)
- 3). Za pomocą termometru określić temperaturę panującą przy stanowisku pracy T_1 – wartość temperatury zanotować
- 5). Drugi koniec termopary położyć swobodnie na powierzchni stołu
- 6). Odczytać wskazania wartości siły termoelektrycznej E_1 wskazywanej na mierniku elektronicznym – odczytaną wartość zanotować
- 7). Do naczynia (2) wlać zagotowaną wodę – zanotować temperaturę T_0 i T_2 odpowiednio w naczyniach (1) i (2)
- 8). Dokonać pomiaru siły termoelektrycznej E_2 – wartość zanotować
- 9). Wraz z obniżaniem się temperatury w naczyniu 2 notować wartości T_0 i T_2 oraz wartości siły termoelektrycznej E co 5°C przez ok. 20min
- 10). W oparciu o zmierzone wartości wyznaczyć z układu równań (1.2) współczynniki kalibracyjne termopary a i b
- 11). Wykreślić charakterystykę $E(T)$ – zależności wartości siły termoelektrycznej od temperatury – sprawdzić charakter zależności.

Przykładowe pytania :

- 1). Wyjaśnij idee zasady pomiaru temperatury za pomocą termopary.
- 2). Narysuj charakterystykę $E(T)$ dla termopary – do czego może nam posłużyć taka charakterystyka?
- 3). Wyjaśnij pojęcia : temperatura, ciepło, ciepło topnienia, ciepło właściwe, przemiana fazowa. Podaj jednostki tych wielkości.
- 4). W jakich stanach skupienia może znajdować się woda – określ temperatury przejść fazowych wody.
- 5). Wyjaśnij co rozumiesz pod pojęciem siła termoelektryczna – omów idee jej powstawania.
- 6). Podaj jednostki w jakich mierzymy opór, napięcie oraz natężenie prądu elektrycznego.
- 7). W jakich jednostkach mierzymy siłę termoelektryczną?