

23

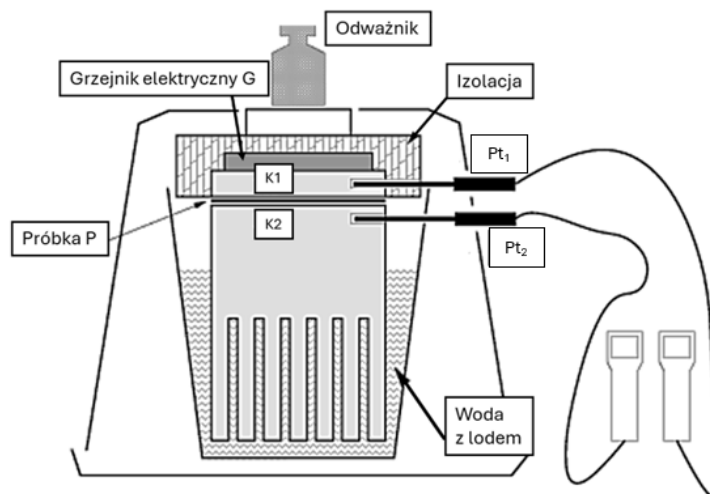
PRZEWODNICTWO CIEPLNE IZOLATORÓW

1. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

- Sposoby wymiany ciepła między ciałami: przewodnictwo, promieniowanie, konwekcja
- Mechanizm przewodnictwa cieplnego w izolatorach
- Prawo Fouriera, definicja strumienia cieplnego Φ oraz współczynnika przewodnictwa cieplnego K
- Przemiany energii elektrycznej w ciepłą, prawo Joule'a - Lenza.

2. POMIARY

Rysunek 1 przedstawia schemat urządzenia pomiarowego. Badana próbka P umieszczona jest między dwiema metalowymi płytkami K1 i K2 o wysokiej przewodności cieplnej. Płytkę górną (K1) podgrzewana jest przez grzejnik elektryczny G, natomiast płytkę dolną (K2) chłodzona jest radiatorem zanurzonym w mieszaninie wody z lodem. Temperatury obu płytek są monitorowane przez platynowe termometry Pt₁ i Pt₂, co umożliwia wyznaczenie różnicy temperatur. W celu minimalizacji strat ciepła do otoczenia, cały układ osłonięty jest izolacją termiczną. Urządzenie pozwala na badanie przewodności cieplnej poprzez pomiar strumienia ciepła przechodzącego przez próbkę w warunkach kontrolowanego gradientu temperatury.



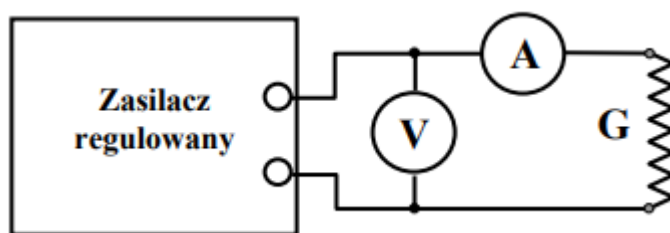
Rys. 1. Schemat układu pomiarowego do badania przewodnictwa cieplnego izolatorów.

- 1) **Wybór próbek:** Z dostępnego zestawu wybrać jeden materiał lity o znacznej grubości oraz zestaw krążków z materiału cienkowarstwowego (np. folia plastikowa).
- 2) Zmierzyć grubość l za pomocą śruby mikrometrycznej zmierzyć oraz średnicę d przy użyciu suwmiarki elementów wszystkich badanych próbek. Pomiaru dokonać w kilku punktach, a wynik uśrednić:
 - wybranej próbki litej (do punktu 5)

- pojedynczego krążka materiału cienkowarstwowego oraz folii aluminiowej (do punktów 6 i 7).

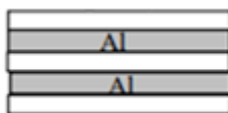
Uwaga: pomiaru należy dokonać w kilku miejscach, a wyniki uśrednić. Nie dokręcać śruby zbyt mocno, aby nie zdeformować badanych materiałów.

- 3) zmierzyć średnicę D płytek K1 i K2.
- 4) **Kalibracja termometrów:** Przygotować mieszaninę wody z lodem. Umieścić sondy Pt_1 i Pt_2 w naczyniu (sondy nie mogą się stykać!). Po ustaleniu wskazań (ok. 5 min) zanotować temperatury. Ewentualne odchylenia od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ należy uwzględnić jako poprawkę w opracowaniu wyników.
- 5) **Próbka 1 (materiał lity):**
- Umieścić radiator z płytką K2 w mieszaninie wody z lodem.
 - Na powierzchni płyty K2 położyć pierwszą próbkę, przykryć ją płytą K1 z grzejnikiem, obciążyć ciężarkiem o masie $0,5\text{ kg}$ i założyć osłonę izolacyjną.
 - Połączyć układ zasilania zgodnie z Rys. 2 i w obecności prowadzącego ustawić moc grzejnika na ok. 10 W .



Rys. 2 Schemat połączenia układu do pomiaru mocy dostarczanej do grzejnika.

- W 10., 15. i 20. minucie od włączenia zasilacza zanotować temperatury T_1 i T_2 . Sprawdzić, czy został osiągnięty stan stacjonarny ($T_1 - T_2 = \text{const}$). W razie potrzeby kontynuować pomiar do ustalenia się stałej różnicy temperatur.
- 6) **Próbka 2 (Układ cienkowarstwowy – „Superizolacja”):**
- Zmontować układ „przekładańca”, jak na rys. 3. Wykorzystać **trzy krążki** wybranego materiału cienkowarstwowego przedzielone **dwiema warstwami** folii aluminiowej.



Rys. 3. Schemat „przekładańca”.

- Wykonać pomiary opisane w punkcie 5a-d.
- 7) **Próbka 3 (Układ cienkowarstwowy):**
- Zmontować układ złożony z **tych samych trzech krążków** materiału cienkowarstwowego, ale bez przekładek z folii aluminiowej.
 - Wykonać pomiary opisane w punkcie 5a-d.

3. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

- 1) W stanie stacjonarnym strumień ciepła przepływający przez próbkę jest równy mocy dostarczanej do grzejnika ($\Phi = U \cdot I$). Dla każdej z trzech próbek wyznaczyć współczynnik przewodnictwa cieplnego K , korzystając ze wzoru wynikającego z prawa Fouriera:

$$K = \frac{\Phi \cdot l}{S(T_1 - T_2)}$$

gdzie: Φ – strumień cieplny (w stanie stacjonarnym przyjmujemy, że jest on równy mocy elektrycznej grzejnika), l – całkowita grubość badanego układu, S – pole powierzchni przekroju próbki, $(T_1 - T_2)$ – różnica temperatur.

- 2) Obliczyć złożoną niepewność $u_c(K)$, metodą propagacji niepewności dla pomiarów nieskorelowanych. (wzór 15 ONP).
- 3) Dokonać analizy porównawczej wyników dla Próbkę 2 i Próbkę 3.

4. LITERATURA

- H. Szydłowski, Pracownia fizyczna PWN Warszawa 1999
- S. Szczęniowski: Fizyka doświadczalna, t. II PWN Warszawa, 1976
- H. D. Young, R. A. Freedman: *University Physics with Modern Physics*. 15th ed., Pearson, 2019
- D. Halliday, R. Resnik, J. Walker: Podstawy Fizyki 2, PWN, Warszawa, różne wydania