

# **Termodynamika**

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki  
II rok inż.

**Pomiar temperatury**  
Instrukcja do ćwiczenia

# 1. INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO

## 1.1 Cel ćwiczenia

Cel ćwiczenia: Zapoznanie się z metodami i przyrządami do pomiaru temperatury.

Szczegółowy przebieg ćwiczenia:

1. Pomiar temperatury pomieszczenia laboratoryjnego za pomocą różnych termometrów.
2. Wyznaczenie czułości termometru cieczowego (alkoholowego lub rtęciowego)
3. Wyznaczenie charakterystyki termometrycznej czujnika rezystancyjnego do pomiaru temperatury.
4. Pomiar temperatury za pomocą pirometru.

## 2. POMIARY

### 2.1 Pomiar temperatury w pomieszczeniu laboratorium za pomocą różnych termometrów

Na stanowisku pomiarowym znajdują się różnego rodzaju termometry. Pod nadzorem prowadzącego ćwiczenie należy przeprowadzić pomiar temperatury. Zanotować wskazania poszczególnych przyrządów (wraz z jednostkami fizycznymi).

Termometr cieczowy (rtęciowy lub alkoholowy): ..... °C

Termometr gazowy: ..... °C

Termometr bimetalowy: ..... °C

Termometr termoelektryczny: ..... °C

Termometr (wpisać rodzaj termometru). ..... °C

Pomiar czujnikiem Pt100 (z punktu 2.3) ..... °C

### 2.2 Wyznaczenie czułości termometru cieczowego (alkoholowego lub rtęciowego)

Termometr (wpisać rodzaj termometru) .....

Zmiana temperatury o  $\Delta t =$  .....°C

Odpowiadający tej zmianie temperatury przyrost wysokości słupka cieczy termometrycznej:

$\Delta l =$  ..... mm, cm

Czułość termometru:  $C = \frac{\Delta l}{\Delta t} =$  .....

Jaką jednostką wyraża się czułość termometru? Od czego ona zależy?

### 2.3 Pomiar temperatury za pomocą czujnika rezystancyjnego Pt100

Na stanowisku pomiarowym znajduje się czujnik Pt 100 z dostępnymi końcówkami przyłączeniowymi (w głowicy czujnika). Za pomocą omomierza należy zmierzyć opór tego czujnika. Należy uwzględnić opór przewodów łączących miernik z elementem pomiarowym. Na podstawie normy PN-EN-60751 należy znaleźć punkty najbliższe zmierzonej wartości rezystancji, a następnie wyznaczyć analitycznie równanie charakterystyki termometrycznej czujnika (ze względu na mały zakres będzie to funkcja liniowa) i z tego równania określić szukaną wartość zmierzonej temperatury.

Zmierzona rezystancja przewodów łączących miernik z czujnikiem: .....  $\Omega$

Zmierzona rezystancja czujnika Pt 100: .....  $\Omega$

Rzeczywista rezystancja czujnika Pt 100: .....  $\Omega$

Pierwsza wyższa od wartości zmierzonej wartość tablicowa (z normy PN-EN-60751) rezystancji czujnika Pt 100: .....  $\Omega$ , dla temperatury: .....  $^{\circ}\text{C}$

Pierwsza niższa od wartości zmierzonej wartość tablicowa (z normy PN-EN-60751) rezystancji czujnika Pt 100: .....  $\Omega$ , dla temperatury: .....  $^{\circ}\text{C}$

Równanie charakterystyki termometrycznej czujnika Pt 100 dla tych dwóch punktów (jako funkcja liniowa  $y = a \cdot x + b$ ):

Dla temperatur mierzonych w przedziale od 0 do  $100^{\circ}\text{C}$  można zastosować aproksymację liniową równania charakterystyki termometrycznej, postaci:

$$R(t) = R_0 [1 + A \cdot t]$$

Szukana temperatura pomieszczenia dla zmierzonej rezystancji czujnika wynosi: .....  $^{\circ}\text{C}$

Porównaj otrzymany wynik z rezultatami z punktu 2.1.

## 2.4 Wyznaczenie charakterystyki termometrycznej czujnika rezystancyjnego do pomiaru temperatury

Opis stanowiska:

Na stanowisku znajduje się kuchenka elektryczna. Na płycie grzewczej kuchenki umieszczono naczynie z wodą. W naczyniu znajduje się termometr cieczowy oraz czujnik rezystancyjny do pomiaru temperatury (typ czujnika do wyboru przez prowadzącego), które zamocowane są na specjalnym statywie. Rezystancja czujnika jest mierzona miernikiem cyfrowym.

Przebieg pomiarów:

Po włączeniu kuchenki rozpoczyna się nagrzewanie wody w naczyniu. Dla kolejnych wartości temperatury wody mierzonych za pomocą termometru cieczowego (np. w odstępach co 5 °C) należy zapisać zmierzone wartości rezystancji czujnika oraz czas w tabeli pomiarowej.

Badany czujnik - typ: .....

Zmierzony opór przewodów łączeniowych: .....  $\Omega$

Tabela pomiarowa:

L. p.	Temperatura [°C]	Czas [min:s lub s]	Rezystancja czujnika oraz przewodów łączeniowych [ $\Omega$ ]	Rezystancja czujnika [ $\Omega$ ]
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				

Po wykonaniu pomiarów od zmierzonej wartości rezystancji należy odjąć opór przewodów pomiarowych. Można go zmierzyć miernikiem zwierając końcówki tych przewodów. Wartość tego oporu wynosi z reguły około 0,3 - 1  $\Omega$ .

W oparciu o uzyskane wyniki należy na wspólnym wykresie wykreślić:

- charakterystykę termometryczną czujnika (tylko otrzymane punkty pomiarowe!).
- charakterystykę termometryczną czujnika wg odpowiedniej normy (jako linię ciągłą)

Skonfrontować otrzymane rezultaty.

## 2.5 Pomiar temperatury pirometrem

Pomiarów dokonujemy pirometrem DIT 130. Dla różnych wartości emisyjności ustawianych za pomocą menu przyrządu należy dokonać pomiaru temperatury np. posadzki, ścian, sufitu lub innych, wybranych elementów w pomieszczeniu laboratorium.

Zanotować zmierzone wartości temperatury dla poszczególnych wartości emisyjności. Z czego wynikają otrzymane różnice?

Przykładowa tabela pomiarowa może wyglądać następująco:

Emisyjność $\epsilon$	Materiał: .....	Materiał: .....
	Zmierzona temperatura [°C]	Zmierzona temperatura [°C]
0,95		
0,90		
0,80		
0,70		
0,60		
0,50		

Po wykonaniu pomiarów należy sprawdzić w tablicach emisyjności (są dostępne w literaturze dotyczącej techniki cieplnej) wartości emisyjności badanych materiałów. Na tej podstawie należy zaznaczyć, który z przeprowadzonych pomiarów był najbliższy stanowi faktycznemu.

### 3. WYKONANIE SPRAWOZDANIA I ZALICZENIE ĆWICZENIA

#### 3.1 Sprawozdanie

Sprawozdanie należy przygotować ręcznie na papierze kratkowanym formatu A4. W sprawozdaniu należy zamieścić kolejno, zgodnie z opisem zawartym w niniejszej instrukcji:

1. Tabelkę tytułową,
2. Krótki wstęp teoretyczny i przedstawić cel ćwiczenia,
3. Opis przeprowadzonych badań dla kolejnych punktów, pomiary i dodatkowe obliczenia zgodnie z niniejszą instrukcją, tj.:
  - 3.1 Pomiar temperatury w pomieszczeniu laboratorium za pomocą różnych termometrów,
  - 3.2 Wyznaczenie czułości termometru cieczowego,
  - 3.3 Pomiar temperatury za pomocą czujnika rezystancyjnego Pt100,
  - 3.4 Wyznaczenie charakterystyki termometrycznej czujnika rezystancyjnego,
  - 3.5 Pomiar temperatury pirometrem,
4. Podsumowanie i wnioski.

Wykresy można przygotować na papierze milimetrowym lub komputerowo (w arkuszu kalkulacyjnym).

Tabelkę tytułową należy wykonać i wypełnić pismem technicznym wg poniższego wzoru. Wielkość tabelki jest orientacyjna.

Termodynamika - Laboratorium		
Pomiar temperatury		
Nazwisko, Imię	Data wyk.	Grupa. laborat.

#### 3.2 Zagadnienia do kolokwium zaliczeniowego po wykonaniu ćwiczenia

Warunkiem zaliczenia ćwiczenia jest zaliczenie sprawozdania oraz zaliczenie kolokwium z oceną pozytywną. Poniżej podano zagadnienia do kolokwium zaliczeniowego:

1. Skale temperatury. Rodzaje stosowanych skal i ich definicje.
2. Budowa i zasada działania termometru cieczowego. Jakie zjawisko fizyczne wykorzystuje się przy pomiarze temperatury tym termometrem?
3. Budowa i zasada działania termometru bimetalowego. Jakie zjawisko fizyczne wykorzystuje się przy pomiarze temperatury tym termometrem?
4. Budowa i zasada działania termometru gazowego. Jakie zjawisko fizyczne wykorzystuje się przy pomiarze temperatury tym termometrem?

5. Stała czasowa termometru cieczowego. Z czego wynika fakt istnienia stałej czasowej w termometrach? Jaki jest jej wpływ na pomiar temperatury termometrem cieczowym?
6. Co to jest charakterystyka termometryczna czujnika rezystancyjnego metalowego? Narysuj oraz opisz taką przykładową charakterystykę (np. na podstawie pomiarów wykonanych podczas ćwiczenia).
7. Opisz i omów efekt termoelektryczny Seebecka. Jak można go wykorzystać do pomiaru temperatury?
8. Co to jest charakterystyka termometryczna czujnika termoelektrycznego (termoelementu)? Narysuj i opisz taką przykładową charakterystykę.
9. Co to jest stała termoelektryczna (inaczej: czułość termoelektryczna, stała Seebecka) i od czego zależy? Jaki jest jej wpływ na pomiar termoelementem?
10. Budowa i zasada działania pirometru całkowitego promieniowania.
11. Ciało doskonale czarne, ciało doskonale białe, ciało szare - definicje, różnice między nimi.
12. Narysuj termometr cieczowy, gazowy i rezystancyjny oraz zaznacz na rysunkach elementy czynne (czujniki) tych termometrów.

### **3.3 Literatura**

Krystyna Bakinowska (i in.), Pomiary cieplne. Cz. 1, Podstawowe pomiary cieplne, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1993

Tadeusz R. Fodemski (red.), Pomiary cieplne. Cz. 1, Podstawowe pomiary cieplne, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2001

Ludwik Michalski, Krystyna Eckersdorf., Pomiary temperatury, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1986

Szewczyk Witold, Wojciechowski Jerzy, Wykłady z termodynamiki z przykładami zadań. Cz. 1: Procesy termodynamiczne, Kraków: UWND AGH, 2007.