

Silesian University of Technology
Faculty of Energy and Environmental Engineering

Politechnika Śląska
Wydział Inżynierii Środowiska I Energetyki
Instytut Maszyn I Urządzeń Energetycznych

The temperature measurements

Pomiary temperatur

Metrology laboratory
Laboratorium miernictwa

(M-III, M-XI)

Opracował: dr inż. Leszek Remiorz

Aim of the exercise:

The aim of the exercise is to learn the basic issues and techniques for temperature measurement

Cel ćwiczenia:

Celem ćwiczenia jest poznanie podstawowych zagadnień i technik pomiaru temperatury.

Temperature is a thermodynamic quantity that characterizes the thermal state of the body and determining the body's ability to transfer heat. The concept of temperature is often introduced in conjunction with the concept of thermal equilibrium. Temperature is measured indirectly by using certain physical quantities depending on the temperature. Usually it is specific volume, resistivity, intensity of the radiation, pressure changes at constant volume and other.

//Temperatura jest wielkością termodynamiczną charakteryzującą stan cieplny ciała i określającą zdolność ciała do przekazywania ciepła. Pojęcie temperatury wprowadza się często w powiązaniu z pojęciem równowagi termicznej. Pomiaru temperatury dokonujemy w sposób pośredni wykorzystując zależności pewnych wielkości fizycznych od temperatury. Zwykle jest to objętość właściwa, opór elektryczny właściwy, natężenie promieniowania, zmiana ciśnienia przy stałej objętości i inne.

Resistance metal thermometer //Termometr rezystancyjny metalowy

Metal detectors are usually made of platinum, nickel or copper. They are characterized by almost linear characteristic and high stability of parameters. Typical applications are given below in Tab. 1.

//Czujniki metalowe wykonuje się najczęściej z platyny, niklu lub miedzi. Charakteryzują się prawie liniową charakterystyką i dużą stałością parametrów. Zakresy zastosowań czujników metalowych podano poniżej w Tabeli 1.

Tab. 1. Measurement ranges of resistance thermometers. //Zakresy pomiarowe rezystancyjnych czujników temperatury

Type of material Sensor <i>//Rodzaj materiału czujnika</i>	The measuring range in [°C] <i>//Zakres pomiarowy w [°C]</i>
Platinum <i>//Platyna</i>	-250 ÷ 1000
Nickel <i>//Nikiel</i>	-60 ÷ 180
Copper <i>//Miedź</i>	-50 ÷ 150

Sensor equation *//równanie czujnika*

$$R(t) = R_0(1 + \alpha t)$$

Where: α -coefficient of resistance changes with temperature, t-temperature, $R_0=R(0)=100\Omega$, 500Ω , 1000Ω (depending on the type of sensor)

//Gdzie: α -współczynnik zmiany rezystancji z temperaturą

It should be noted that a wider temperature range coefficient α may be a function of temperature.

//Należy zauważyć, że w szerszym zakresie temperatur współczynnik α może być funkcją temperatury.

Examples of indications of resistance thermometers //przykładowe oznaczenia termometrów rezystancyjnych:

PT100 – platinum thermometer, $R(0)=100\Omega$ //termometr platynowy

PT500 – platinum thermometer, $R(0)=500\Omega$ //termometr platynowy

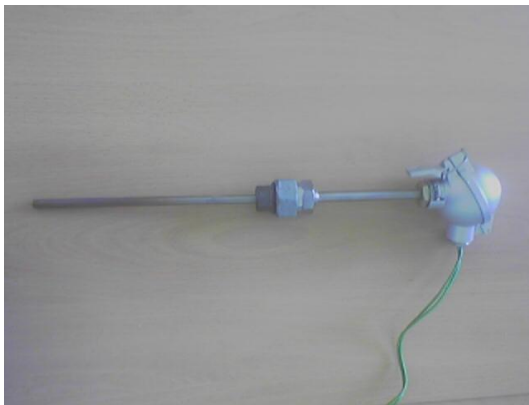


Fig. 1. Examples of design solutions PT100 thermometers
//Rys. 1. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych termometrów PT100

Semiconductor resistance thermometer (thermistor) //Termometr rezystancyjny półprzewodnikowy (termistor)

Thermistors are divided into //termistory dzielimy na:

- NTC - negative temperature coefficient //o ujemnym temperaturowym współczynniku zmian rezystancji
- PTC - positive temperature coefficient //o dodatnim temperaturowym współczynniku zmian rezystancji
- Other //Inne

The equation of thermistor NTC //Równanie termistora NTC

$$R_T = A e^{\frac{B}{T}}$$

A- rezystancja termistora przy T_∞ , B- stała materiałowa

The equation of thermistor PTC //Równanie termistora PTC

$$R_T = A_1 + Ae^{BT}$$

Thermocouples //Termoelementy

Thermocouples are the most popular devices for temperature measurement. This is due to a very wide measuring range and the possibility of measuring in point, also large number of specialty embodiments. Thermocouple is thermoelectric device for measuring temperature, consisting of two wires of different metals connected at two points, a voltage being developed between the two junctions in proportion to the temperature difference. Thermocouple operation is based on discovered by Seebeck thermoelectric effect. It is based on the flow of electrical current in a closed circuit formed by two different metals. The condition for, of current flow, is the difference temperature between the hot junction (weld metal) and the cold junction (ends of metal) (Fig.2.).

//Termoelementy należą do najpopularniejszych przyrządów do pomiaru temperatury. Jest to spowodowane bardzo szerokim zakresem pomiarowym, możliwością wykonywania pomiarów punktowych, dużą ilością różnych wykonania specjalnych. Działanie termoelementu oparte jest o odkryte przez Seebecka zjawisko termoelektryczne. Polega ono na przepływie prądu elektrycznego w obwodzie zamkniętym utworzonym przez dwa różne metale. Warunkiem przepływu prądu jest różnica temperatur spoin tych metali. Jeżeli taki obwód zostanie otwarty to na końcach otrzymamy siłę termoelektryczną zależną od różnicy temperatur i rodzaju użytych metali.

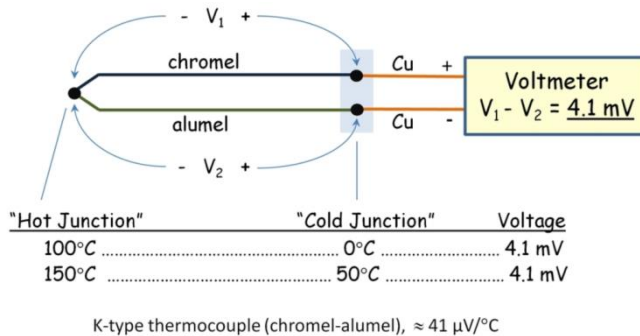


Fig. 2. Scheme of thermocouple

//Rys. 2 Schemat termopary (<http://www.elektroda.pl/rtvforum/topic2335853.html>)

Measuring ranges and used materials //Zakresy pomiarowe i stosowane materiały

Typical ranges of thermocouples are shown in Table 3. //Typowe zakresy pomiarowe termopar przedstawiono w tab. 3.

Tab. 2. Measuring ranges of thermocouples //Zakresy pomiarowe termopar

Type of thermocouple //Rodzaj termoelementu	Symbol	Mark //Oznaczenie	The scope of application //Zakres stosowania [°C]
Platyna - 13% rod/platyna	R	RRh 13-R P	-100 ÷ 1300/1600
Platyna - 10% rod/platyna	S	tRh 10-R	-200 ÷ 1300/1600
Platyna - 30% rod/platyna 6% rod	B	PtRh30-PtRh6	0 ÷ 1600/1800
Żelazo miedź - nikiel lub żelazo/konstantan	J	Fe-CuNi	-200 ÷ 700/900
Miedź/miedź - nikiel lub miedź/konstant	T	Cu-CuNi	-200 ÷ 400/600
Nikiel chrom/miedź nikiel lub nikiel - chrom/konstantan	E	NiCr-CuNi	-200 ÷ 700/1000
Nikiel - chrom/nikiel aluminium	K	NiCr-NiAl	-200 ÷ 1000/1300
Nikiel - chrom - krzem/nikiel - krzem	N	NiCrSi-NiSi	-200 ÷ 600/1300

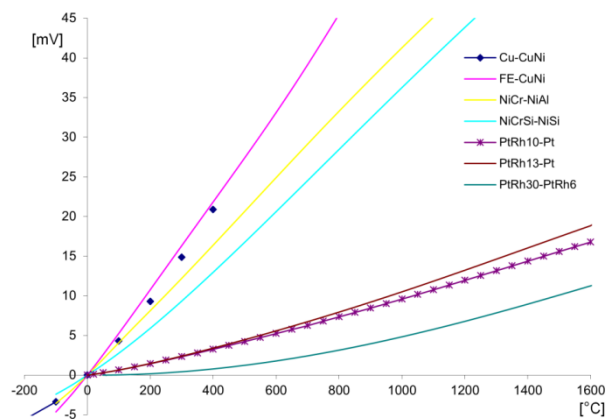


Fig.3. The dependence of thermoelectric power [mV] of the junction temperature for the reference temperature equal 0[°C]

//Rys. 3. Zależność siły termoelektrycznej [mV] od temperatury złącza dla temp. odniesienia równej 0°C

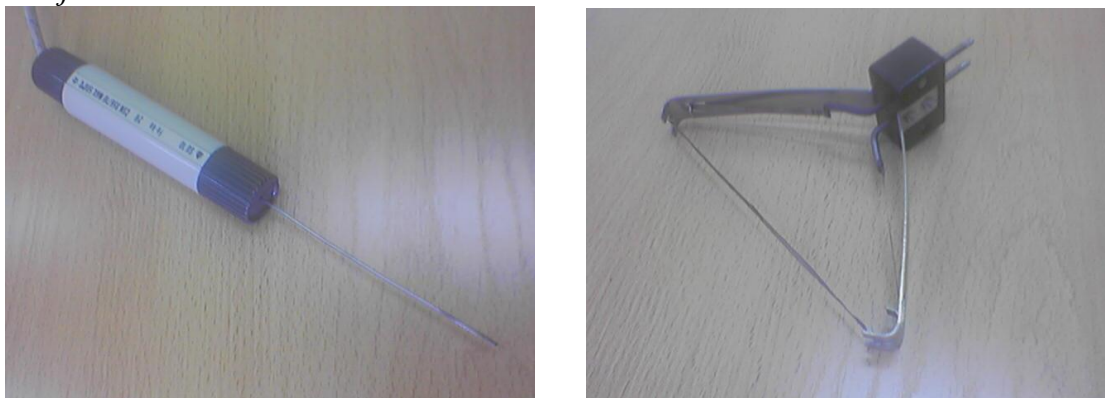


Fig. 4. Examples of design solutions thermocouples

//Rys. 4. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych termopar

The course of the exercise //Przebieg ćwiczenia

Test set are: //zestaw pomiarowy to

1. Calibration stove P300 (fig.5) //piecok kalibracyjny P300 (rys.5)

2. thermocouple //termopara
3. multimeter //miernik uniwersalny



Fig. 5. Calibration stove P300
//Rys. 5. Piecyk kalibracyjny P300

Step 1.

Place the thermocouple in the hole of the stove and connect the multimeter.

//Umieścić termoparę w otworze piecyka i podłączyć miernik uniwersalny.

Step 2.

Turn on and heat the the stove up to 200°C

//Włączyć i nagrzać piecyk do ponad 200°C

Step 3.

Set the temperature to 33°C

//Ustawić temperaturę na 33°C

Step 4.

During cooling of the stove from 200 to 50°C, store temperature and voltage of thermocouple, for every 5°C down

//W czasie chłodzenia piecyka notować temperaturę i napięcie termopary co 5°C

Step 5.

Draw characteristics of the thermocouple and determine the coefficients of the equation describing the graph, assume a linear characteristic

//Narysować charakterystykę termopary i wyznaczyć współczynniki równania opisującego wykres, założyć charakterystykę liniową.