

## CHARAKTERYSTYKA PIROMETRÓW I METODYKA PRZEPROWADZANIA POMIARÓW

Wykaz zagadnień teoretycznych, których znajomość jest niezbędna do wykonania ćwiczenia:

Prawa promieniowania: Plancka, Stefana-Boltzmana.

Pojęcie ciała doskonale czarnego, emisyjności całkowitej i monochromatycznej, temperatury czarnej.

Zalecana literatura:

1. L. Michalski, K. Eckersdorf: „Pomiary temperatury”
2. Praca zbiorowa pod redakcją J. Kuleszy: „Pomiary Ciepłne”

## Pomiar temperatury pirometrami

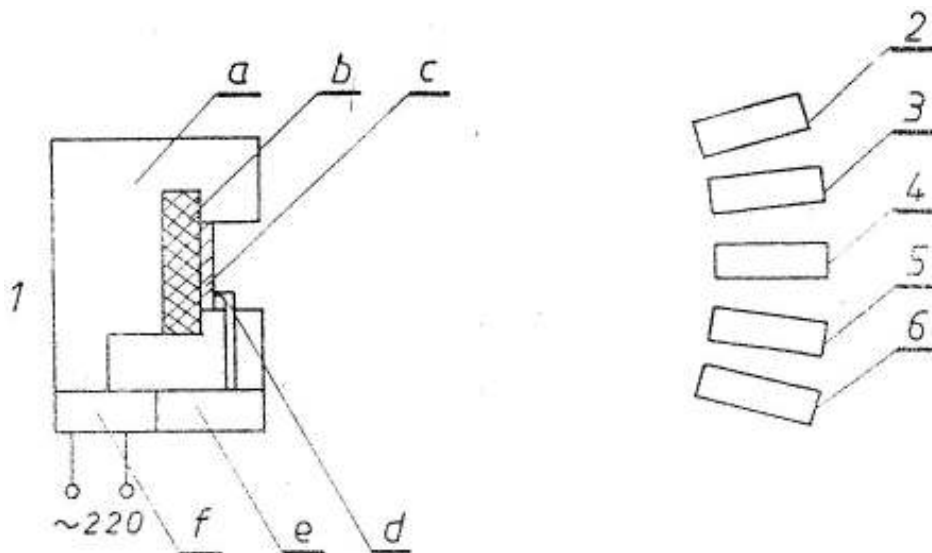
### 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z budową i obsługą pirometrów oraz metodyką przeprowadzania pomiarów temperatury następującymi pirometrami:

- monochromatycznym z zanikającym włóknem,
- całkowitego promieniowania,
- foto elektrycznym,
- dwubarwowym.

Podczas ćwiczenia studenci dokonują również wyznaczania współczynnika emisyjności w oparciu o pomiary temperatury rzeczywistej i zmierzonej pirometrem.

### 2. Schemat stanowiska laboratoryjnego:



1 - piec; a - izolacja cieplna, b - grzałka elektryczna, c - płytka metalowa, d - termoelement, e - miliwoltomierz, f - amperomierz.

- 2 - pirometr Pyrocord
- 3 - pirometr Ranger
- 4 - pirometr U-Pyr
- 5 - pirometr EP 5
- 6 - pirometr StR 1871

### 3. Wykonanie ćwiczenia.

Obiektem, którego temperaturę należy zmierzyć jest płytka metalowa nagrzewana w piecu. Włączyć zasilanie pieca (natężenie prądu zasilającego  $I = 6,5 \text{ A}$ ), oraz zasilanie pirometrów. Rozpocząć pomiary temperatury płytki pirometrami po osiągnięciu dolnej granicy zakresu pomiarowego pirometru, odpowiednio:

**Ranger** -  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , **U-Pyr** -  $500 \text{ }^\circ\text{C}$ , **Pyrocord** –  $650 \text{ }^\circ\text{C}$ , **EP 5** -  $800 \text{ }^\circ\text{C}$ , **StR 1871** -  $800 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Notować zmiany w czasie temperatury wskazywanej przez poszczególne pirometry i równocześnie temperaturę rzeczywistą mierzoną przez termoelement zamocowany w płytce.

### 4. Sprawozdanie powinno zawierać:

- Schemat i krótki opis stanowiska ćwiczeniowego.
- Zestawienie wyników pomiarów.
- Obliczenia współczynników emisyjności płytki metalowej dla temperatur zmierzonych pirometrem monochromatycznym i pirometrem całkowitego promieniowania.
- Wykresy zależności  $\varepsilon_\lambda = f(t_{rz})$ ,  $\varepsilon = f(t_{rz})$
- Uwagi i wnioski.

## Pomiar temperatury pirometrami całkowitego promieniowania

Pomiary za pomocą pirometrów całkowitego promieniowania (radiacyjnych) oparte są na porównaniu parametrów promieniowania obiektu mierzonego z własnościami promieniowania ciała doskonale czarnego. Zmierzona tymi pirometrami wielkość jest zwana temperaturą czarną promieniowania całkowitego. Jest to temperatura bezwzględna ciała czarnego emitującego promieniowanie o takim samym natężeniu, co natężenie promieniowania badanego ciała.

Temperaturę rzeczywistą można obliczyć z zależności:

$$T_{rz} = T_{cz} \sqrt[4]{\frac{1}{\varepsilon}}$$

$T_{rz}$  – temperatura rzeczywista;

$T_{cz}$  – zmierzona pirometrem temperatura czarna;

$\varepsilon$  - współczynnik emisyjności dla pełnego zakresu widma promieniowania.

Pomiar temperatury pirometrem radiacyjnym sprowadza się do skierowania pirometru na mierzony obiekt i odczytanie wartości mierzonej temperatury na przyrządzie wskazującym.

## Pirometr radiacyjny StR 1871

### *Dane techniczne*

Zakresy pomiarowe:

400 - 800°C; 600 - 1200°C; 800 - 1600°C; 900 – 1800 °C i 1000 - 2000°C.

Czas potrzebny do osiągnięcia 95% wartości mierzonej 0,2s. Dopuszczalna temperatura otoczenia 100°C. Współczynnik wizowania zależy od zakresu pomiarowego (1:25) - (1:130).

Minimalna odległość od obiektu mierzonego 0,5m.

Zakres czułości widmowej 0,3 - 2,7μm

Klasa niedokładności 1.

STE termobaterii około 30mV.

Napięcie wyjściowe z czujnika 15,6mV.

Oporność na wyjściu z czujnika 93 do 140Ω.

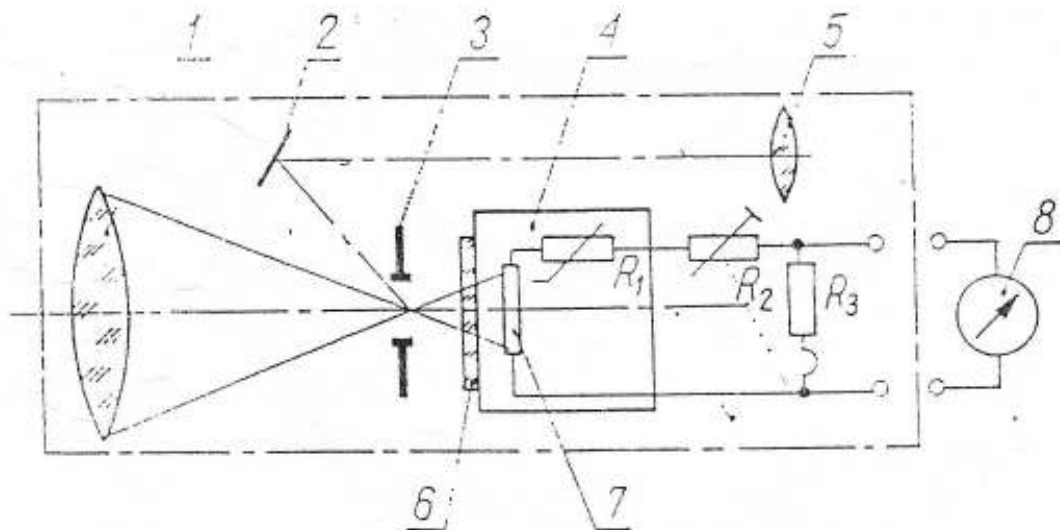
Oporność obciążenia 260Ω.

Masa czujnika 1,17kg.

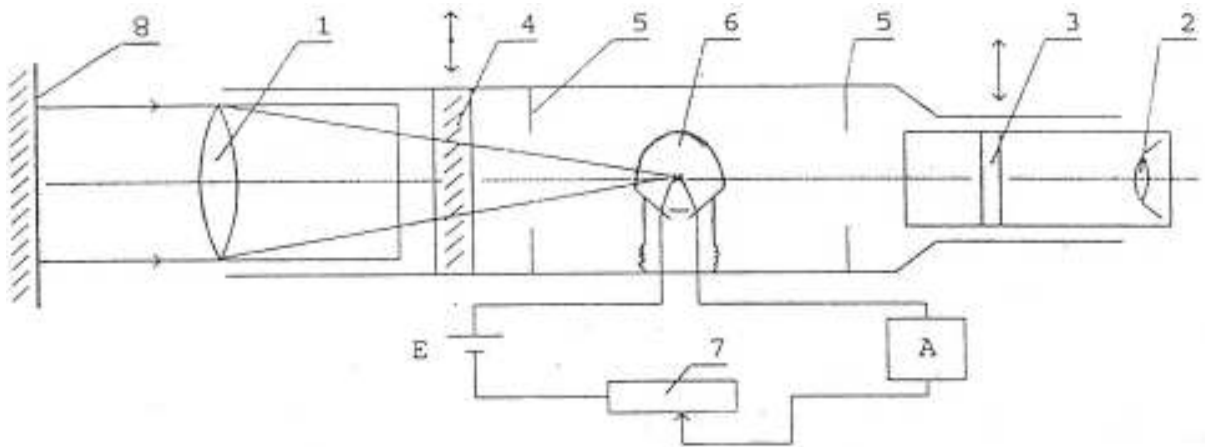
Wymiary 252x90x90mm.

Schemat działania pirometru StR 1871

1 - obiektyw, 2 - lustro, 3 - diafragma, 4 - komora termobaterii, 5 - okular, 6 – płytki szklane, 7 - układ detektorów promieniowania, 8 - przyrząd wyjściowy.



## Pomiar temperatury piometrem monochromatycznym z zanikającym włóknem



Schemat piometru monochromatycznego z zanikającym włóknem

- |                    |                           |
|--------------------|---------------------------|
| 1 – soczewka       | 5 – przesłony             |
| 2 – okular         | 6 – żarówka pirometryczna |
| 3 – filtr czerwony | 7 – rezystor regulacyjny  |
| 4 – filtr szary    | 8 – obiekt badany         |

Skierowując piometr na badany obiekt 8 na jego tle obserwuje się włókno żarówki 6, przez które płynie prąd elektryczny nastawiony za pomocą rezystora regulacyjnego 7. Prąd żarówki 6 nastawia się w taki sposób, aby obserwując przez okular 2 i filtr czerwony 3 obiekt i włókno żarówki obraz włókna zanikł na tle badanego obiektu. Stan taki dowodzi zrównania się luminacji obiektu i włókna. Na amperomierzu wyskalowanym w stopniach temperatury odczytuje się jej wartość. Filtr szary służy do rozszerzenia zakresu pomiarowego. Temperaturę rzeczywistą ciał nieczarnych oblicza się z zależności.

$$T_{rz} = \frac{1}{\frac{1}{T_{LM}} + \frac{\lambda}{c_2} \ln \varepsilon_\lambda}$$

gdzie:

- $T_{rz}$  – temperatura rzeczywista [K];
- $T_{LM}$  – temperatura zmierzona [K];
- $\lambda$  – długość fali ( $\lambda=0,65 \cdot 10^{-6}$  [m]);
- $\varepsilon_\lambda$  – emisyjność ciała nieczarnego;
- $c_2 = 1.438 \cdot 10^{-2}$  [mK]

## Pirometr monochromatyczny EP5

Pirometr monochromatyczny EP5 jest jedynym typem pirometrów monochromatycznych wykonywanych w kraju. Wytwórcą są Zakłady Elektronicznej Aparatury Pomiarowej Elpo.

### *Dane techniczne*

#### Zakresy pomiarowe

I	800 - 1400°C
II	1200 - 2000°C

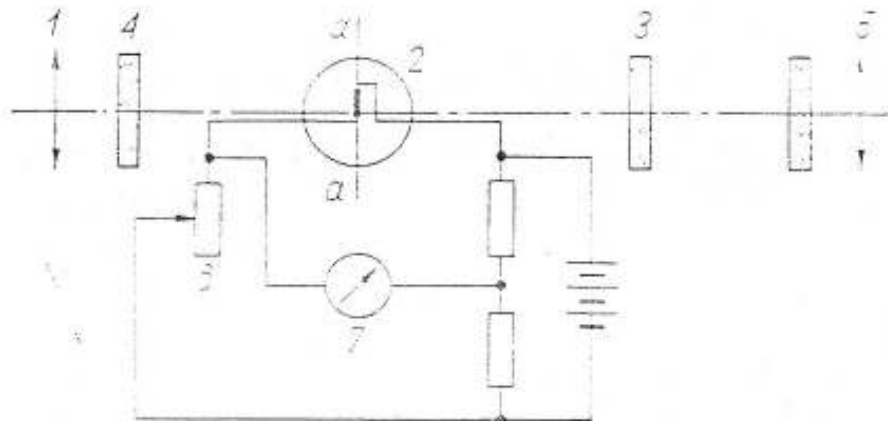
#### Niedokładność

I	zakresu $\pm 20^\circ\text{C}$
II	zakresu $\pm 30^\circ\text{C}$

Odległości między pirometrem i obiektem mierzonym 0,6m.

#### Schemat układu pirometru EP5

1 - obiektyw, 2 - lampa pirometryczna, 3 - filtr czerwony, 4 - filtr szary, 5 - okular, 6 - potencjometr, 7 - miernik.



## Pirometr fotoelektryczny Pyrocord

Pirometr Pyrocord może służyć do pomiarów i rejestracji temperatury, automatyzacji procesów przemysłowych, a także przy zastosowaniu układu, styków indukcyjnych do utrzymania stałej temperatury procesu technologicznego. Przeznaczony jest do pracy w ciężkich warunkach przemysłowych.

### *Dane techniczne*

	Wykonanie normalne	Pirometr z dodatkowym układem optycznym
Zakres pomiarowy [°C]	450 – 850 <u>650 – 1300</u> 1000 - 2000	620 – 860 925 – 1320 1400 – 2040
Odległość między pirometrem i źródłem promieniowania [m]	0,5 – 10	0,3 – 0,7
Kąt wizowania	1:100	1:400
Czas zadziałania $t_{95}^{1)}$ [s]		≤0,3 ≤1,0
Czułość widmowa [μm]		0,8 – 1,7
Klasa niedokładności		
dla $t_{95} = 0,3s$		± 1
dla $t_{95} = 1,0s$		± 1,5
Niepowtarzalność		
dla $t_{95} = 0,3s$		± 0,4%
dla $t_{95} = 1,0s$		± 0,8%
Sygnał wyjściowy (liniowy)		
[V] (przy $R \geq 2,4k\Omega$ )		0 – 12
[mA] (przy $R \leq 2,0k\Omega$ )		0 – 5
Temperatura otoczenia [°C]		max 50
Zasilanie [V]		22 V – 15% ... + 10%
[Hz]		50 ± 5%
[VA]		50

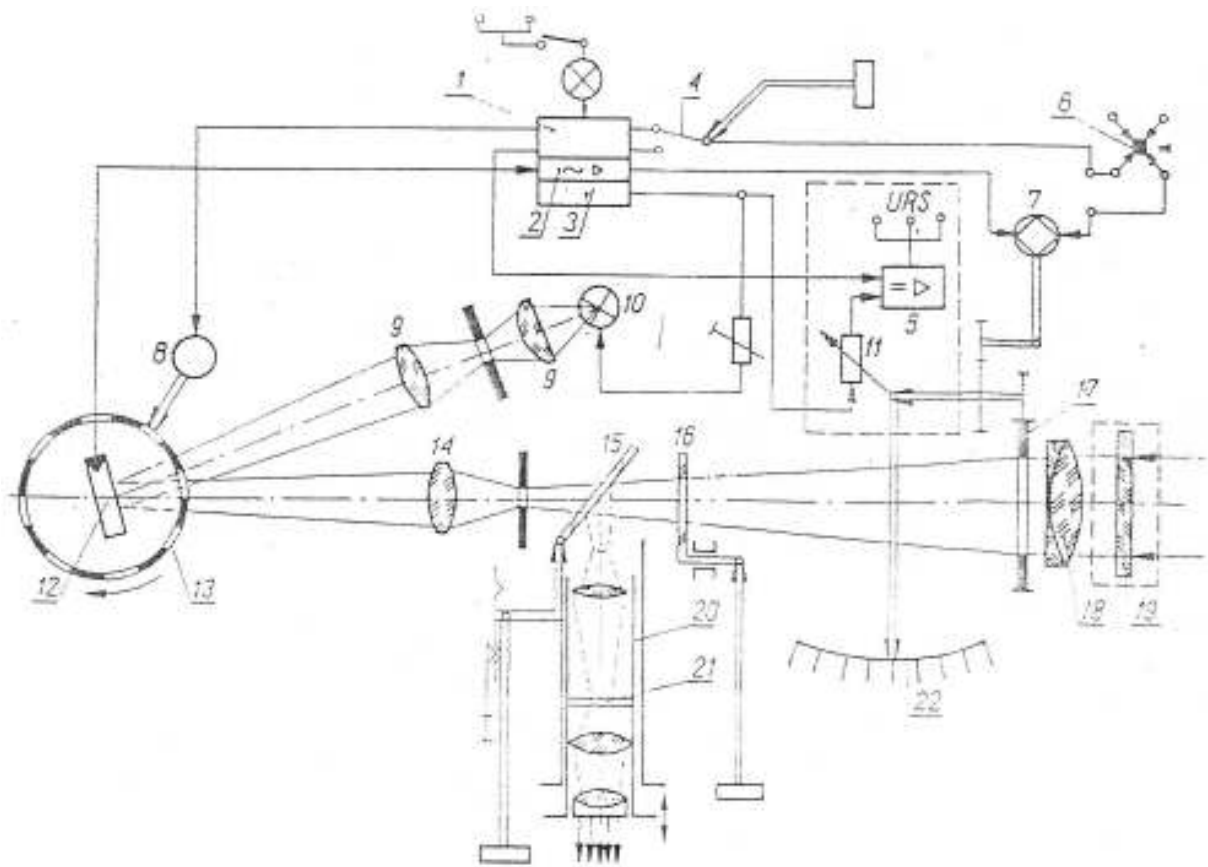
1)  $t_{95}$  – oznacza czas potrzebny na uzyskanie 95% maksymalnego wychylenia przy skoku temperatury równym wartości zakresu pomiarowego.

Do pirometru Pyrocord w wykonaniu normalnym można zastosować dodatkowy układ optyczny, umożliwiający prowadzenia pomiarów małych obiektów promieniowania.



## Schemat działania pirometru Pyrocord

1 - regulator, 2 - wzmacniacz prądu zmiennego, 3 - stabilizatory, 4 - przełącznik, 5 - wzmacniacz prądu stałego, 6 - przełącznik, 7 - silnik Ferrarisa, 8 — silnik synchroniczny, 9 - układ optyczny, 10 - żarówka wzorcowa, 11 - potencjometr, 12 - fotodioda, 13 - przesłona, 14 - soczewka, 15 - lustro kierunkowe, 16 - filtr szary, 17 - przesłona irysowa, 18 - obiektyw, 19 - szkło ochronne, 20 - okular, 21 - matówka, 22 - miernik temperatury.



## Pirometr fotoelektryczny U – Pyr

Zakres pomiarowy:

I	500 ÷ 900°C
II	800 ÷ 1400°C

Pole wizowania z odległości:

50cm	8mm
------	-----

Graniczny błąd pomiarowy całego układu: ± 1,5%

Maksymalna czułość widmowa: 1,5μm

Czas zadziałania: 0,005s

Maksymalna temperatura obudowy: 40°C

Zasilanie: 220V ± 10% 49 ÷ 51Hz

Pobór mocy: 50 VA

Masa całkowita: 11kg

Czujnik pirometru: 3,5kg

Natężenie przepływu wody chłodzącej: 1dm<sup>3</sup>/min

