

ĆWICZENIE 3

POMIAR TEMPERATURY POWIERZCHNI CIAŁ STAŁYCH

Cel ćwiczenia.

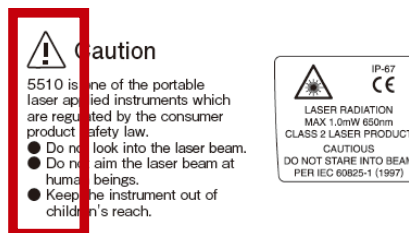
Celem ćwiczenia jest pomiar temperatury powierzchni o różnej emisyjności, za pomocą termometru rtęciowego i pirometru KEW 5510 oraz termopary

Zakres wymaganych wiadomości.

Metody stykowe i bezstykowe pomiaru temperatury, źródła błędów w metodach stykowych i bezstykowych pomiaru temperatury, zasada działania pirometru, ciało doskonale czarne, promieniowanie, prawo Stefana-Boltzmana, emisyjność, przewodzenie.

Uwaga! Pirometr KEW 5510 posiada wbudowany laser.

Przed rozpoczęciem ćwiczenia należy zapoznać się z instrukcją obsługi urządzenia oraz zachować wszelkie środki ostrożności.

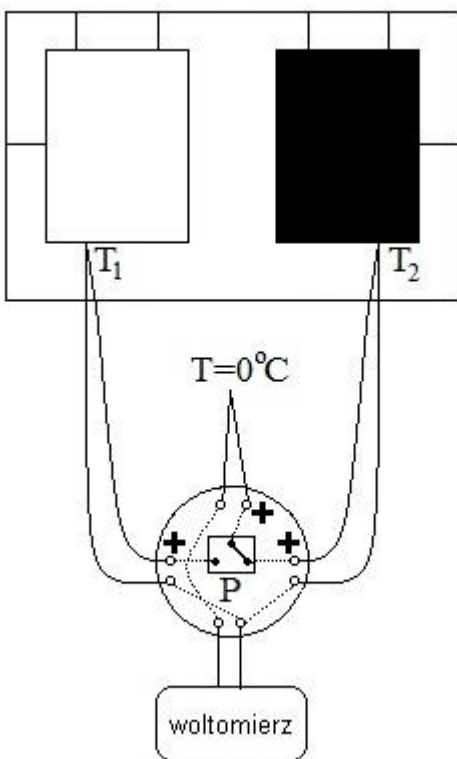


Opis ćwiczenia.

I część

Metody pomiaru temperatury można podzielić na stykowe i bezstykowe – zależnie od rodzaju wymiany ciepła pomiędzy badanym obiektem a czujnikiem. Pomiar temperatury metodami stykowymi polega na bezpośrednim kontakcie czujnika (termometru) z badanym obiektem. Ciepło wymieniane jest na drodze przewodzenia. Natomiast w przypadku pomiaru temperatury metodami bezstykowymi ciepło wymieniane jest na drodze promieniowania. Promieniowanie cieplne jest wysyłane przez każde ciało o temperaturze większej od 0 K. Zachodzi ono w całej objętości ciała, jednak jego przenikliwość jest słaba. W przypadku ciał stałych oraz cieczy na zewnątrz ciała wydostaje się jedynie promieniowanie cieplne pochodzące z warstwy przypowierzchniowej (zazwyczaj o grubości około kilku mikrometrów). Dlatego też w przypadku większości ciał stałych i cieczy promieniowanie cieplne jest traktowane jako zjawisko powierzchniowe. Zależy ono głównie od właściwości fizycznych ciała takich jak rodzaj powierzchni i temperatura ciała. W pomiarach bezstykowych czujnik (pirometr) nie pozostaje w bezpośrednim kontakcie z badanym obiektem.

W pierwszej części ćwiczenia obiektem pomiaru są dwie tacki aluminiowe zawieszone na drewnianej ramce na nitkach (co ogranicza wymianę ciepła drogą przewodnictwa). Jedna z tacki ma jedną stronę pomalowaną na czarno. Obie tacki należy ogrzewać promiennikiem podczerwieni umieszczonym symetrycznie względem tacki, w odległości ok 50 cm od ich powierzchni. W obu tackach zamocowane są termopary, które podłączone do woltomierza będą wskazywały napięcie proporcjonalne do różnicy temperatur obu tacki.



Schemat podłączenia termopar oraz woltomierza do płytki łączeniowej (liniami przerywanymi zaznaczono przewody biegnące po spodniej stronie powierzchni płytki)

Przebieg ćwiczenia.

I część

1. Wypełnić termos kostkami lodu i zalać je zimną wodą. Zamknąć zatyczką, w której należy umieścić termoparę zakończoną wtykami: **czerwonym (+) oraz czarnym (-)**.
2. Połączyć termopary oraz woltomierz do płytki łączeniowej zgodnie z rysunkiem. Przewody wychodzące z termopar oznaczone symbolem + **należy podłączyć do płytki łączeniowej zgodnie z oznaczeniami na płytce (termopara środkowa jest zanurzona w wodzie z lodem i ma temperaturę $T=0^{\circ}\text{C}$)**.
3. Ustawić promiennik podczerwieni symetrycznie względem obu aluminiowych płyt w odległości ok 50 cm. Promiennik powinien ogrzewać obie płytki od strony płytki z zaczernioną powierzchnią.
4. Mierzyć naprzemiennie zmiany napięcia termopar w trakcie nagrzewania płytek oraz czas wykonania pomiaru. Za pomocą przełącznika P można naprzemiennie mierzyć napięcie odpowiadające różnicom temperatur $T_1-T=0^{\circ}\text{C}$ oraz $T_2-T^{\circ}\text{C}$.
5. Równolegle należy mierzyć temperaturę obu płytek pirometrem od strony nie zaczernionej.
6. Pomiary zakończyć w momencie uzyskania równowagowej temperatury płytek z ich otoczeniem (do momentu gdy nie będzie się zmieniało napięcie na termoparach).
7. Po wyłączeniu zasilania promiennika, rejestrować zmiany temperatury obu płytek w procesie stygnięcia (za pomocą termopar oraz pirometru)

Opracowanie wyników.

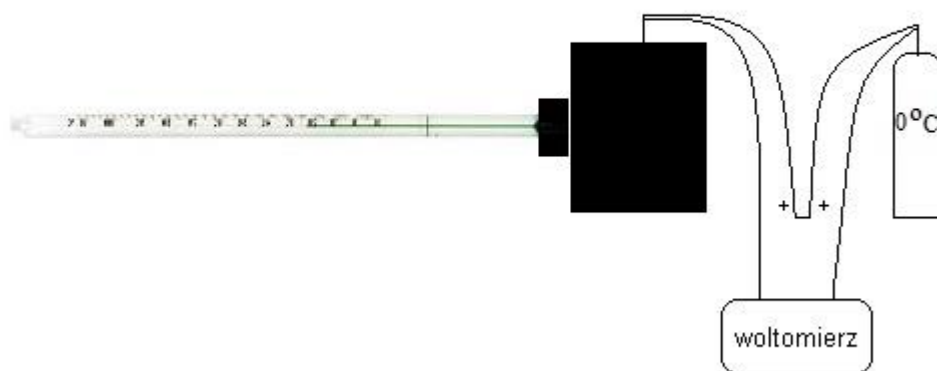
Wyniki należy opracować w postaci wykresów (zależności temperatur obu tacek w funkcji czasu w procesie ogrzewania oraz chłodzenia). Ocenić kinetykę nagrzewania i stygnięcia obu płytek. Uzyskane wyniki należy porównać z wynikami pomiarów za pomocą pirometru.

II część

Przebieg ćwiczenia

1. Napęlnić termos kostkami lodu i zalać zimną wodą.
2. Odmierzyć 1 dm^3 wody i zagrzzać do wrzenia. Gorącą wodę wlać do metalowego pojemnika pomalowanego na czarno. Dolać do pojemnika 0.5 dm^3 wody zimnej.
3. Do otworu w wieczku pojemnika włożyć termoparę
4. Do otworu w pokrywie termosu umieścić drugą termoparę
5. Obie termopary połączyć jak na rysunku
6. Podłączyć termopary do woltomierza
7. Do boku pojemnika przyłożyć stopę termometru rtęciowego
8. Mierzyć temperaturę pojemnika w trakcie stygnięcia termometrem rtęciowym, pirometrem oraz temperaturę wody za pomocą termopary (w czasie ok. 0.5h).

Powtórzyć pomiary z użyciem pojemnika pomalowanego na biał.



Schemat 2 Układ do pomiaru szybkości zmiany temperatury pojemnika zawierającego gorącą wodę.

Opracowanie wyników.

Wyniki należy opracować w postaci wykresów zmiany temperatury obu pojemników w funkcji czasu, porównując zmiany temperatury mierzone termoparą, pirometrem oraz termometrem rtęciowym. W oparciu o wykres zmian temperatury mierzonej za pomocą termopar wyznaczyć szybkość stygnięcia

obu pojemników.

Stała czasowa termometru rtęciowego ze stopą kontaktową wynosi $T=2,58$ minuty.

Przedyskutować możliwość korekty pomiarów temperatury badanego układu za pomocą termometru rtęciowego ze stopą kontaktową.

Literatura

- [1] Politechnika Łódzka Instytut Elektroenergetyki, *Pomiary temperatury materiały pomocnicze do ćwiczeń laboratoryjnych*, Łódź 2011
- [2] Politechnika Białostocka Wydział Elektryczny, Jarosław Makal, *Pomiar temperatury (ćwiczenie nr 4)*, Białystok 2010
- [3] Politechnika Lubelska (Katedra Termodynamiki, Mechaniki Płynów I Napędów Lotniczych), *Instrukcja laboratoryjna POMIARY TEMPERATURY*, 2013
- [4] Traczyk W., Trzebski A., *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej*, PZWL, Warszawa, 2004
- [5] K. Cena, J.A.Clark, *Bioengineering thermal physiology and comfort*, ELSEVIER 1981
- [6] Jerzy Jaworski, *Laboratorium ergonimii przewodnik do ćwiczeń*, Olsztyn 2008
- [7] Michał Strzeszewski, *Wprowadzenie do ogrzewnictwa – materiały do wykładów*, Politechnika Warszawska 2004
- [8] Zakład Ergonomii - Pracownia Obciążeń Termicznych, <http://www.ciop.pl/> (stan z dnia 10.09.2014)
- [9] THERMOPEDIA <http://www.thermopedia.com> (stan z dnia 10.09.2014)

Instrukcję opracowała mgr inż. Magdalena Żulpo pod opieką dr hab. Krystiana Kubicy.

W przypadku pojawienia się jakichkolwiek błędów proszę o informacje na adres e-mail:

magdalena.zulpo@pwr.edu.pl