

25. Pomiary temperatury różnych części wewnętrznych opraw oświetleniowych

1. Cel ćwiczenia:

- zapoznanie się z wartościami dopuszczalnych temperatur różnych wybranych części pracujących opraw oświetleniowych,
- mierzenie temperatur wybranych części wewnętrznych opraw oświetleniowych pracujących w różnych ułożeniach z różnymi źródłami światła o różnych mocach,
- wyznaczanie relacji pomiędzy temperaturami różnych części opraw z gwintem E27 a mocami żarówek i zintegrowanych świetlówek kompaktowych.

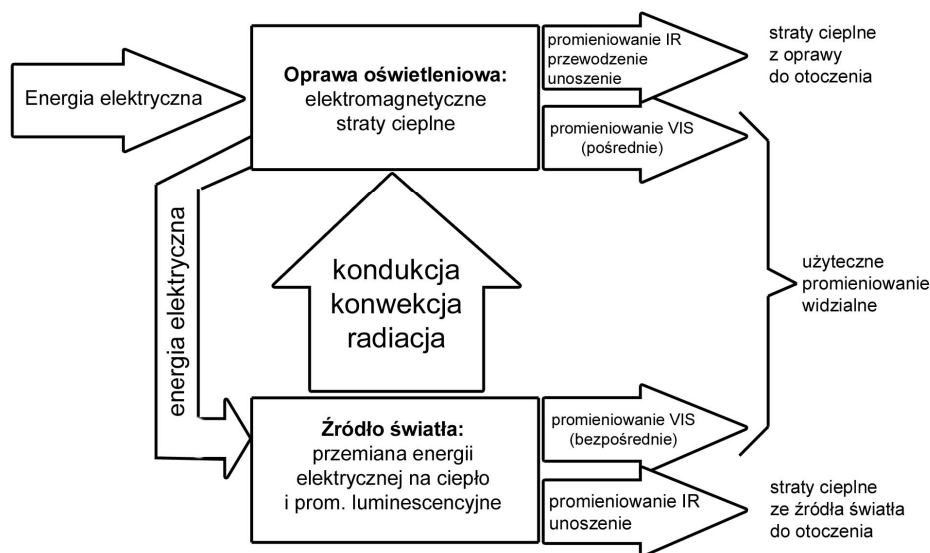
2. Wiadomości podstawowe

Podstawowymi częściami składowymi każdej oprawy oświetleniowej, wchodzącej w skład urządzenia oświetleniowego, są elektryczne lampy promieniowania widzialnego, nazywane także elektrycznymi źródłami światła.

Oprawa oświetleniowa jest to urządzenie służące do rozsyłania, filtrowania lub przekształcania strumienia świetlnego jednego lub wielu źródeł światła, zawierające, oprócz źródła światła, wszystkie elementy niezbędne do jego mocowania, ochrony i przyłączenia do sieci zasilającej, oraz układ stabilizacyjno-zapłonowy, jeżeli jest potrzebny. Podstawowe wyposażenie oprawy oświetleniowej stanowi źródło światła. Źródło światła nie wchodzi w skład oprawy oświetleniowej, jednak jest zaliczane do tzw. układu świetlnooptycznego oprawy.

Przez wszystkie części obwodów elektromagnetycznych pracującej oprawy oświetleniowej oraz przez jej źródło (źródła) światła „płyną” prądy elektryczne, a części ferromagnetyczne tych obwodów ulegają magnetyzacji. Przepływy prądów elektrycznych i przemienne procesy magnetyzacyjne są przyczynami zamiany pewnej części energii elektromagnetycznej na energię cieplną.

Energia cieplna może mieć charakter energii traconej (elektromagnetyczne straty ciepłne) lub energii potrzebnej (energia cieplna użyteczna). Konsekwencją wydzielania się ciepła w różnych częściach pracującej oprawy oświetleniowej a w tym w jej źródle (źródłach) światła, jest wzrost wartości ich temperatury. Wartości temperatury poszczególnych części oprawy a w tym źródła (źródła) światła zależne są od wartości elektromagnetycznej mocy cieplnej wydzielonej w danej części oraz od wartości mocy cieplnych wymienianych pomiędzy tą częścią oraz innymi częściami oprawy i otoczeniem (rys. 1).



Rys. 1. Przemiany i transport energii w pracującej oprawie oświetleniowej

Wartości temperatury poszczególnych części pracujących opraw oświetleniowych i źródeł światła są limitowane. Mogą to być wartości maksymalne (dopuszczalne) lub, w przypadku źródeł światła, wartości maksymalne i optymalne.



Temperatury maksymalne (dopuszczalne) są temperaturami maksymalnymi różnych części opraw oświetleniowych ze względu albo (tabl. 1):

- na możliwość przekroczenia ich dopuszczalnej temperatury pracy, rozumianej jako wartość, powyżej której dana część urządzenia może ulec szybszej – niż przewidziana przez konstruktora – lub gwałtownej termicznej degradacji i przestać spełniać swoją elektromagnetyczną, mechaniczną, cieplną lub świetlną funkcję,
- na bezpieczeństwo dotyku, jeżeli podczas normalnej eksploatacji oprawy występuje konieczność ich chwytania ręką.

Tabl. 1 Maksymalne dopuszczalne temperatury wybranych części opraw oświetleniowych [4, 5]

L.p.	Nazwa części oprawy	Dop. Temp. [°C]
1	Trzonek źródła światła w pobliżu bańki szklanej	210
2	Powierzchnie palne do których jest mocowana lub na których jest ustawiana oprawa	90
3	Części izolacyjne (oprócz ceramicznych) oprawek: – E27 – E14 – ceramiczne	165 135 nieokreślona
4	Izolacja przewodów odpowiednio nie narażona i narażona na obciążenia mechaniczne – z gumy zwykłej i polwinitu – z polwinitu ciepłoodpornego – z gumy silikonowej – w koszulce olejowej	90 i 70 105 i 90 200 i 170 155 lub 180
5	Części oprawy nie spełniające roli izolacji elektrycznej: – guma zwykła – guma silikonowa – drewno, papier, tkaniny naturalne, itp.	70 230 85
6	Wyłączniki wbudowane w oprawę	55
7	Zaciski przyłączeniowe oprócz zacisków stosowanych w oprawkach i wyłącznikach	80
8	Części przewidziane do częstego manipulowania lub dotykania: – części metalowe – części niemetalowe	70 85
9	Części przewidziane do chwytania ręką: – części metalowe – części niemetalowe	60 75
10	Obudowa: kondensatora, statecznika, urządzenia zapłonowego, przekształtnika, itp.	50
11	Uzwojenia stateczników (o nieoznaczonej temperaturze pracy)	95

Temperatury optymalne to takie temperatury źródeł światła czy poszczególnych części tych źródeł światła, które gwarantują uzyskanie przez źródła światła podawanych przez producenta wartości: trwałości, skuteczności świetlnej, temperatury barwowej i ogólnego wskaźnika oddawania barw.

Wartości elektromagnetycznej mocy cieplnej wydzielonej w danej części opisywane są odpowiednimi równaniami elektrotechniki, a wartości mocy cieplnych wymienianych pomiędzy tą częścią oraz innymi częściami oprawy i otoczeniem opisywane są odpowiednimi równaniami termokinetyki.

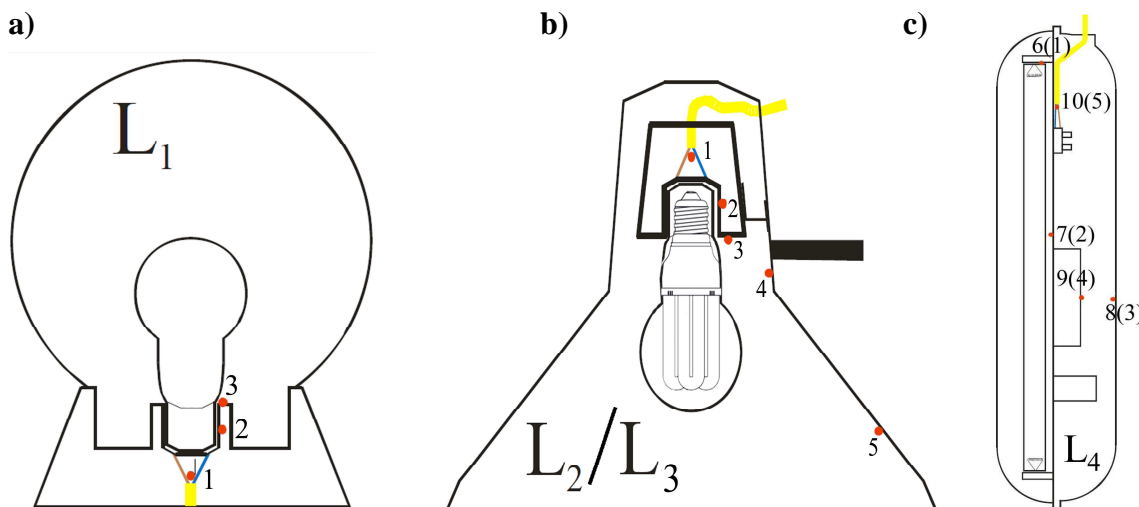
Termokinetyka – będąca nauką o ruchu ciepła i o formach jego przepływu – uczy, że ciepło może rozchodzić się na trzech następujących drogach: przewodzenia (kondukcji), unoszenia (konwekcji) i promieniowania (radiacji).

3. Program ćwiczenia

W ćwiczeniu należy mierzyć napięcia podawane na oprawy oraz temperatury różnych części tych opraw w stanach cieplnie ustalonych. Temperatury, których miejsca pomiaru dla poszczególnych badanych opraw przedstawiono na rysunku 2, należy mierzyć z wykorzystaniem termoelementów NiCr-NiAl, natomiast temperaturę t_x uzwojenia dławika pracującej świetlówki – korzystając ze wzoru (1), określającego wzrost wartości stosunku rezystancji R_{tx}/R_{tot} uzwojenia wraz z przyrostem Δt_x jego temperatury, tzn.:

$$R_{t_x} = R_{t_{ot}} (1 + \alpha_{R_{Cu}} \Delta t_x) = R_{t_{ot}} [1 + \alpha_{R_{Cu}} (t_x - t_{ot})] \quad (1)$$

gdzie $\alpha_{R_{Cu}} = 3,9 \cdot 10^{-3} [1/^\circ\text{C}]$ – cieplny współczynnik przyrostu rezystancji miedzi wraz z temperaturą.



Rys. 2. Szkice badanych opraw oświetleniowych wraz z punktami pomiaru temperatury: a) oprawa L_1 ze szklanym kloszem zamkniętym i z żarówką, b) oprawy nastawne L_2 lub L_3 z odbłyśnikiem metalowym i z odpowiednio żarówką lub zintegrowaną świetlówką kompaktową, c) hermetyczna oprawa świetlówkowa L_4 ze świetlówką liniową. 1 – przewód zasilający w pobliżu trzonka żarówki lub zintegrowanej świetlówki kompaktowej, 2 – styk trzonka żarówki lub zintegrowanej świetlówki kompaktowej z oprawką, 3 – kołnierz oprawy żarówki lub zintegrowanej świetlówki kompaktowej w pobliżu odpowiednio bańki żarówki lub elektronicznego układu zasilającego świetlówkę, 4 i 5 – część odbłyśnika metalowego odpowiednio w pobliżu i z dala od oprawy, 6(1) – mocowanie świetlówki w pobliżu jej trzonka, 7(2) – obudowa dzieląca komorę statecznika i świetlówki, 8(3) – obudowa oprawy pod statecznikiem, 9(4) – obudowa statecznika, 10(5) – przewody w pobliżu zacisku przyłączeniowego oprawy świetlówkowej.

Uwaga! Przy pomiarach temperatury z wykorzystaniem termoelementu NiCr-NiAl należy każdorazowo: określić temperaturę wolnych końców termoelementu, odczytywać (dla tej temperatury) z charakterystyki termometrycznej termoelementu NiCr-NiAl wartość siły elektromotorycznej E_{wk} , pomierzyć miliwoltomierzem wartość siły elektromotorycznej E_1 termoelementu, wykonać dodawanie $E_x = E_{wk} + E_1$ i dla siły elektromotorycznej E_x odczytać z charakterystyki termometrycznej termoelementu NiCr-NiAl wartość mierzonej temperatury t_x spójny pomiarowej termoelementu.

4. Przebieg ćwiczenia

- określić wartość temperatury t_{ot} nienagrzanego (zimnego) dławika świetlówki i pomierzyć omomierzem wartość rezystancji R_{tot} jego uzwojenia (Uwaga! Dla $t_{ot} = 22^\circ\text{C}$ pomierzona rezystancja $R_{22^\circ\text{C}} = 41,8\Omega$),
- połączyć główne zaciski stanowiska pomiarowego z autotransformatorem i zasilić je napięciem 230V,
- wkręcić do opraw oświetleniowych L_1 i L_2 żarówki o mocach 40W, a do oprawy L_3 zintegrowaną świetlówkę kompaktową o mocy W ,
- obrócić oprawy L_2 i L_3 tak, aby źródła światła pracowały w położeniu „trzonkiem w dół”,
- doprowadzić napięcie do zacisków wszystkich 4 opraw („zaświecić” oprawy) i odczekać (ok. 20 minut) do osiągnięcia przez oprawy stanu cieplnie ustalonego,
- pomierzyć temperatury wszystkich punktów pomiarowych opraw L_2 i L_3 ,
- obrócić oprawy L_2 i L_3 tak, aby źródła światła pracowały w położeniu „trzonkiem w górę”,
- odczekać (ok. 20 minut) do osiągnięcia przez oprawy L_2 i L_3 stanu cieplnie ustalonego,
- pomierzyć temperatury wszystkich punktów pomiarowych opraw L_1 , L_2 i L_3 ,
- w oprawach L_1 i L_2 umieścić żarówki o mocach 100W, a w oprawie L_3 zintegrowaną świetlówkę kompaktową o mocy W i doprowadzić napięcie do zacisków tych opraw,
- obrócić oprawy L_2 i L_3 tak, aby źródła światła pracowały w położeniu „trzonkiem w dół”,
- odczekać (ok. 20 minut) do osiągnięcia przez oprawy L_2 i L_3 stanu cieplnie ustalonego,
- pomierzyć temperatury wszystkich punktów pomiarowych opraw L_2 i L_3 ,
- obrócić oprawy L_2 i L_3 tak, aby źródła światła pracowały w położeniu „trzonkiem w górę”,
- odczekać (ok. 20 minut) do osiągnięcia przez oprawy L_2 i L_3 stanu cieplnie ustalonego,

- pomierzyć temperatury wszystkich punktów pomiarowych wszystkich opraw: L₁, L₂, L₃, i L₄,
- wyłączyć napięcie podawane na zaciski oprawy L₄ („zgasić” oprawę) i pomierzyć omomierzem rezystancję R_{tx} uzwojenia dławika,
- na podstawie wzoru (1) określić temperaturę nagrzanego uzwojenia dławika,
- wyłączyć napięcie podawane na zaciski pozostałych opraw („zgasić” oprawy).

5. Zawartość sprawozdania

- schemat oraz zwięzły opis badanych układów,
- zestawienie wszystkich pomiarów i obliczeń,
- analiza uzyskanych wyników,
- ocena badanych układów.

Literatura

1. Hauser J.: Elektrotechnika. Podstawy elektrotermii i techniki świetlnej. Wyd. Pol. Poznańskiej, 2006.
2. Hauser J., Domke K.: Laboratorium elektrotermii. Skrypt Wyd. PP nr 1108(1983r.) i nr 1487(1989r.).
3. Hauser J., Domke K.: Temperatura wnętrzych opraw oświetleniowych do żarówek. Przegląd Elektrotechniczny NR 11-12/1987 s. 335-338.
4. PN-83/E-06305.11. „Elektryczne oprawy oświetleniowe. Ogólne wymagania i badania. Temperatura pracy i odporność termiczna.
5. PN-EN 60598-1. „Oprawy oświetleniowe. Wymagania ogólne i badania