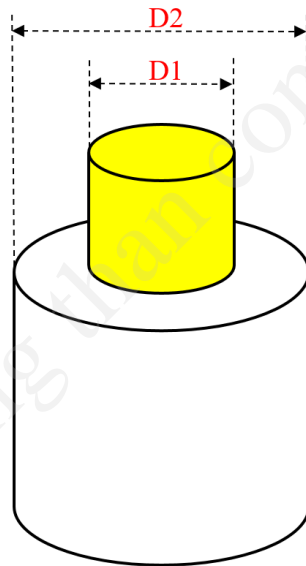


Cho một dây điện hình trụ tròn rất dài, có ruột bằng đồng, được bao xung quanh bằng lớp vỏ cách điện có khả năng làm việc đến $105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dây có đường kính ruột $D1 = 5\text{ mm}$, đường kính tổng $D2 = 7\text{ mm}$ (như hình vẽ). Đồng có điện trở suất là $1,72 \times 10^{-8}\text{ }\Omega\text{m}$ ở $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, hệ số nhiệt điện trở là $0,004\text{ (1/}^{\circ}\text{C)}$, hệ số dẫn nhiệt rất lớn. Lớp vỏ cách điện có hệ số dẫn nhiệt là $0,15\text{ W/(m.}^{\circ}\text{C)}$, hệ số tỏa nhiệt là $10\text{ W/(m}^2\text{.}^{\circ}\text{C)}$. Nhiệt độ môi trường là $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tính dòng điện lớn nhất khi ruột dây dẫn đạt $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ và làm việc ở chế độ:

- Dài hạn? Tính nhiệt độ bề mặt ngoài của dây dẫn điện?
- Ngắn hạn lặp lại? $TL\% = (t_{lv}/t_{ck}) \times 100 = 50$. Giả sử $t_{ck} \ll T$ (hằng số thời gian phát nóng). So sánh với kết quả câu a và nhận xét?
- Làm lại câu b nếu nhiệt độ môi trường là $72,5\text{ }^{\circ}\text{C}$?



Đáp án SƠ BỘ:

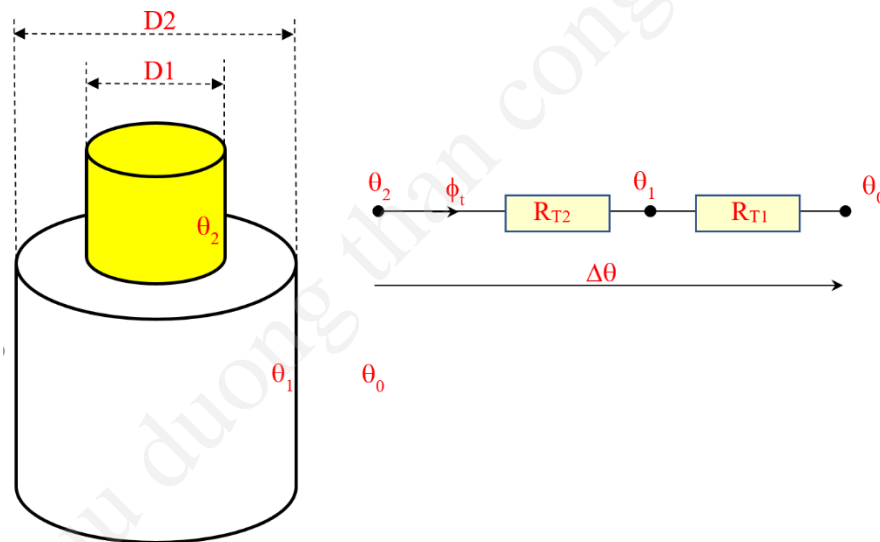
Phản ruột đồng làm việc ở 105°C.

Tính điện trở suất của đồng ở 105°C:

$$\begin{aligned}\rho &= \rho_{20}(1 + \alpha(t - 20)) = 1,72 \times 10^{-8} (1 + 0,00393(105 - 20)) \\ &= 2,295 \times 10^{-8} \left(\frac{1}{^{\circ}\text{C}} \right)\end{aligned}$$

Tính điện trở dây đồng (trên mỗi đơn vị chiều dài):

$$\frac{R}{l} = \frac{\rho}{A} = \frac{\rho}{\pi \frac{D_1^2}{4}} = \frac{4\rho}{\pi D_1^2} = \frac{4 * 2,295 \times 10^{-8}}{\pi * 0,005^2} = 0,00117 \left(\frac{\Omega}{m} \right)$$



Tính nhiệt trở tỏa nhiệt mặt ngoài lớp vỏ (cho mỗi đơn vị chiều dài):

$$R_{T1} \cdot l = \frac{l}{K_T \cdot S_{xq}} = \frac{l}{K_T \cdot \pi D_2 \cdot l} = \frac{1}{10 * \pi * 0,007} = 4,547 \left(\frac{\text{C} \cdot \text{m}}{\text{W}} \right)$$

(do dây rất dài nên bỏ qua tỏa nhiệt trên 2 đầu dây)

Tính nhiệt trở dẫn nhiệt qua lớp vỏ (cho mỗi đơn vị chiều dài):

$$R_{T2} \cdot l = \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{D_2}{D_1} = \frac{1}{2\pi * 0,15\lambda} \ln \frac{7}{5} = 0,357 \left(\frac{\text{C} \cdot \text{m}}{\text{W}} \right)$$

a) Dài hạn trong môi trường không khí 40°C và ở 60°C?

Độ chênh nhiệt ở 40°C:

$$\Delta\theta_a = \theta_2 - \theta_{0a} = 105 - 40 = 65(^{\circ}C)$$

$$\begin{aligned}\Delta\theta_a &= \phi_t(R_{T1} + R_{T2}) = I_a^2 R * (R_{T1} + R_{T2}) = I_a^2 \left(\frac{R}{l}\right) * ((R_{T1} \cdot l) + (R_{T2} \cdot l)) \\ &= I_a^2 * 0,00117 * (4,547 + 0,357) = I_a^2 * 0,00574 = 65(^{\circ}C)\end{aligned}$$

$$\Rightarrow I_a = \sqrt{\frac{\Delta\theta_a}{0,00574}} = \sqrt{\frac{65}{0,00574}} = 106,5 A$$

Nhiệt độ bề mặt ngoài của dây dẫn điện:

$$\begin{aligned}\theta_1 &= \theta_{0a} + \phi_t R_{T1} = \theta_{0a} + I_a^2 R * R_{T1} = \theta_{0a} + I_a^2 \left(\frac{R}{l}\right) * (R_{T1} \cdot l) \\ &= 40 + 106,5^2 * 0,00117 * 4,547 = 100,3(^{\circ}C)\end{aligned}$$

b) Ngắn hạn lặp lại với TL% = 50?

$$\Rightarrow I_{nl} = I_{dh} * K_I = I_{dh} * \sqrt{\frac{100}{TL\%}} = 106,5 * \sqrt{\frac{100}{50}} = 150,6 A$$

Nhận xét: Trong chế độ ngắn hạn lặp lại thì thiết bị có thể làm việc với dòng điện cao hơn so với chế độ dài hạn.

c) Ngắn hạn lặp lại với TL% = 50 trong môi trường không khí 72,5°C?

Độ chênh nhiệt ở 72,5°C:

$$\Delta\theta_b = \theta_2 - \theta_{0b} = 105 - 72,5 = 32,5(^{\circ}C)$$

$$\Rightarrow I_a = \sqrt{\frac{\Delta\theta_b}{0,00574}} = \sqrt{\frac{32,5}{0,00574}} = 75,3 A$$

$$\Rightarrow I_{nl} = I_{dh} * K_I = I_{dh} * \sqrt{\frac{100}{TL\%}} = 75,3 * \sqrt{\frac{100}{50}} = 106,5 A$$

Nhận xét: Trong chế độ ngắn hạn lặp lại, với cùng dòng điện thì thiết bị có thể làm việc ở môi trường có nhiệt độ cao hơn (72,5°C so với 40°C ở câu a mà dây dẫn vẫn không quá nhiệt độ).

GIẢI TRÊN MATLAB:

```
% CauPN_De KTGK_CSKTD_HK162_Lop_CQ
clc
clear
t_max = 105 % oC
D1 = 5e-3 % 5mm
D2 = 7e-3 % 7mm
t0a = 40 % 40oC
t0c = 72.5 % 60oC
TL = 50 % 50%

ro_20 = 1.72e-8 %Ohm.m
alfa = 0.00393 %1/oC
lamda = 0.15 %W/(m.oC)
KT = 10 %W/(m2.oC)

disp('-----BAI GIAI')
ro_105 = ro_20*(1+alfa*(t_max-20))
R_1 = ro_105/(pi*D1^2/4) % Dien tro tren moi don vi chieu dai
RT1_1 = 1/(KT*pi*D2) % Nhiet tro dan nhiet moi don vi chieu dai
RT2_1 = log(D2/D1)/(2*pi*lamda) % Nhiet tro dan nhiet moi don vi
chieu dai

disp('-----Cau a)')
Delta_a=t_max-t0a
Ia = sqrt(Delta_a/(R_1*(RT1_1+RT2_1)))

t_1 = t0a + Ia^2*R_1*RT1_1

disp('-----Cau b)')
Inl_b=Ki*Ia

disp('-----Cau c)')
Delta_c=t_max-t0c
Ic = sqrt(Delta_c/(R_1*(RT1_1+RT2_1)))
Ki=sqrt(100/TL)
Inl_c=Ki*Ic

disp('Ket qua _____')
TEXT = sprintf('a) Ia (40oC) = %f A', Ia); disp(TEXT)
TEXT = sprintf('a) t1 = %f oC', t_1); disp(TEXT)
TEXT = sprintf('b) Inl(40oC) = %f A', Inl_b); disp(TEXT)
TEXT = sprintf('c) Idh_c (60oC) = %f A', Ic); disp(TEXT)
TEXT = sprintf('c) Inl(40oC) = %f A', In_c1); disp(TEXT)
```