

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Estudo do raio crítico de isolamento para problema radial de condução de calor

Vinicius Soares Medeiros¹

Jefferson Gomes do Nascimento²

Gilmar Guimarães³

José Aguiar dos Santos Júnior⁴

José Ricardo Ferreira Oliveira⁵

Faculdade de Engenharia Mecânica, UFU, Uberlândia, MG

Num meio onde ocorre transferência de calor unidimensional, em que não há geração interna de energia, com propriedades termofísicas que não variam nem no espaço nem com alterações de temperatura, a equação da difusão de calor é dada pela Equação 1.

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} \quad (1)$$

Para montar um sistema radial que atenda à Equação 1 considera-se um teste onde a amostra trata-se de um cilindro de alumínio ($k = 237 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) com diâmetro $d = 10,0 \text{ mm}$ e altura $L = 100 \text{ mm}$, com umas das faces mantida a uma temperatura prescrita $T(0, t) = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ (condição de contorno do Tipo 1) e a outra submetida a um fluxo de calor prescrita (condição de contorno do Tipo 2). A amostra foi montada concentricamente a uma amostra de tubo de pvc com mesma altura da peça metálica e cujo raio foi determinado em função do conceito de raio crítico de isolamento [1, 2]. O espaço vazio foi preenchido com um material isolante. A resistência térmica total e a taxa de transferência radial de calor, ambas por unidade de comprimento, são dadas respectivamente pelas Equações 2 e 3. O raio crítico de isolamento trata-se do valor de r que minimiza q' ou maximiza R'_{Tot} , e é obtido através do teste da derivada, conforme Equação 4.

$$R'_{Tot} = \frac{\ln \frac{r}{r_i}}{2\pi k} - \frac{1}{2\pi r h} \quad (2)$$

$$q' = \frac{T_\infty - T_i}{R'_{Tot}} \quad (3)$$

$$\frac{dR'_{Tot}}{dr} = 0 \rightarrow \frac{1}{2\pi k r} = \frac{1}{2\pi h r^2} \rightarrow r = \frac{k}{h} \therefore r_{cr} \equiv \frac{k}{h} \quad (4)$$

¹viniciussoaresjn@hotmail.com

²je100_rock@yahoo.com.br

³gguima@ufu.br

⁴aguiarsjunior@gmail.com

⁵jose.ricardo@ufu.br

A Figura 1 mostra a montagem amostra/isolante/tubo e o circuito térmico equivalente. Considerando $k = 0,027 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, $h = 10 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, tem-se $r_{cr} = 2,7 \text{ mm}$. Como o raio da amostra, r_i é igual a 5 mm , $r_{cr} < r_i$, qualquer adição de camada de isolamento aumenta a resistência total, diminuindo a perda de calor por unidade de comprimento.

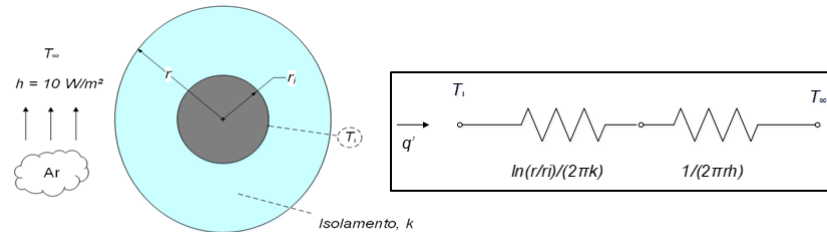


Figura 1: Seção transversal da amostra/isolante/tubo e circuito térmico equivalente.

Optou-se por um tubo com $r = 50 \text{ mm}$, por ser uma medida disponível no mercado. Resultados obtidos numericamente, conforme Figura 2, mostraram uma distribuição de temperatura uniforme em cada seção transversal da amostra no regime permanente (neste caso, por no tempo de 3600 s), provando a hipótese de condução de calor 1D.

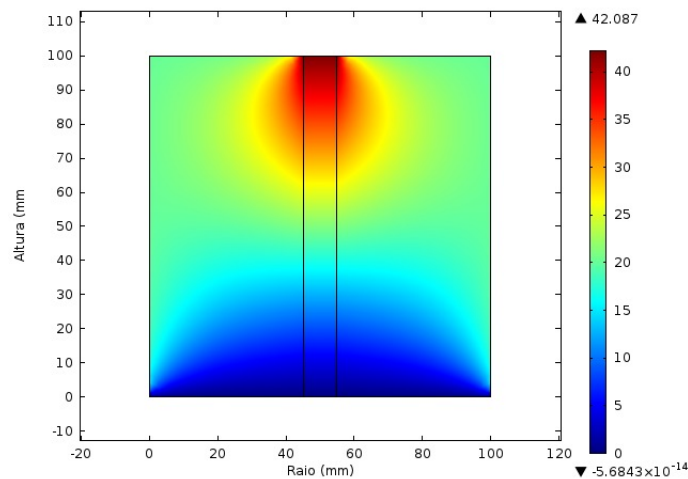


Figura 2: Campo de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) da seção axial do conjunto amostra/isolante térmico.

Referências

- [1] F. P. Incropera, D. P. de Witt. *Fundamentos de Transferência de Calor e Massa*, 5 edição. LTC, Rio de Janeiro, 2003.
- [2] S. Kakaç, Y. Yener. *Heat Conduction*, 3. edição. Taylor & Francis, Washington DC, 1993.