

Instalações Térmicas

3º ano 6º semestre

Aula 15

Aula 15: Transferência de Calor em Fornos - Prática



Tópicos

- *Transferência de Calor no Espaço de Trabalho*
- *Transferência de calor uniformemente distribuída no espaço de trabalho*
- *Transferência de Calor Externa*
- *Transferência de calor no interior da carga*
- *Convecção como condição de contorno*
- *Equações de Bessel*



Problema 15.1



Determine a temperatura no interior da carga apresentada na fig-1, que está sendo tratada num forno cujo emissividade do espaço de trabalho é de 0,62 e o consumo de combustível de 4 kg/s.

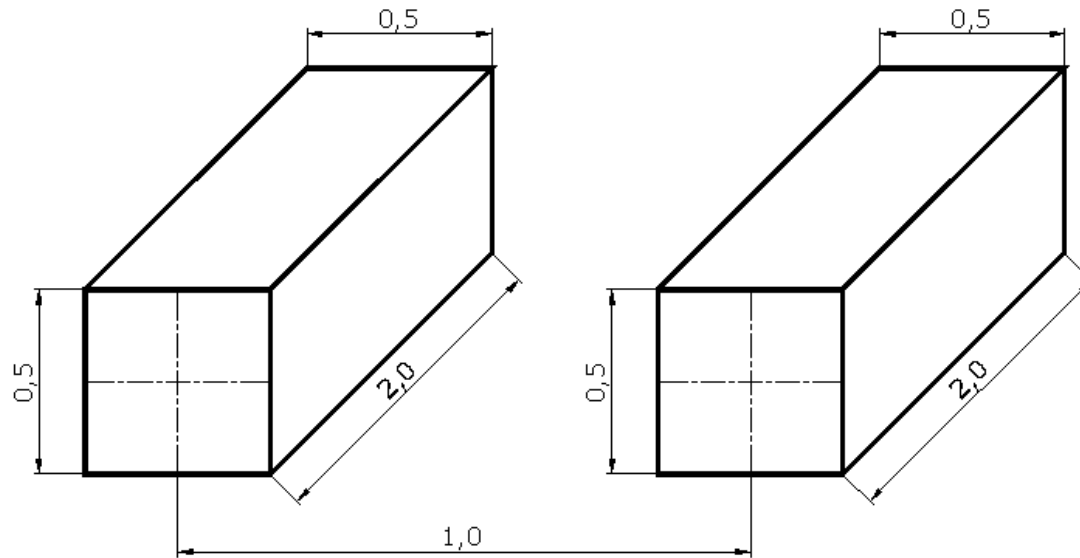


Fig-1

Problema 15.1

Os restantes dados do problemas são:

1	Temperatura inicial da carga	25	°C
2	calor específico da carga	0,68	kJ/kg.K
3	massa específica da carga	7800	kg/m ³
4	Tempo de permanência da carga	120	segundos
5	Volume dos gases de escape	8	m ³ /kg
6	Calor específico dos gases	1,5	kJ/m ³ .°C
7	Temperatura de combustao dos gases	1380	°C
8	Temperatura de saída dos gases	660	°C
9	Rendimento termico da camara de combustao	0,8	
10	Coeficiente de Radiacao do corpo negro	5,67	W/m ² K ⁴
11	Coeficiente de Poluicao da superficie	0,6	
12	Coeficiente que roma em conta a conveccao	1,1	



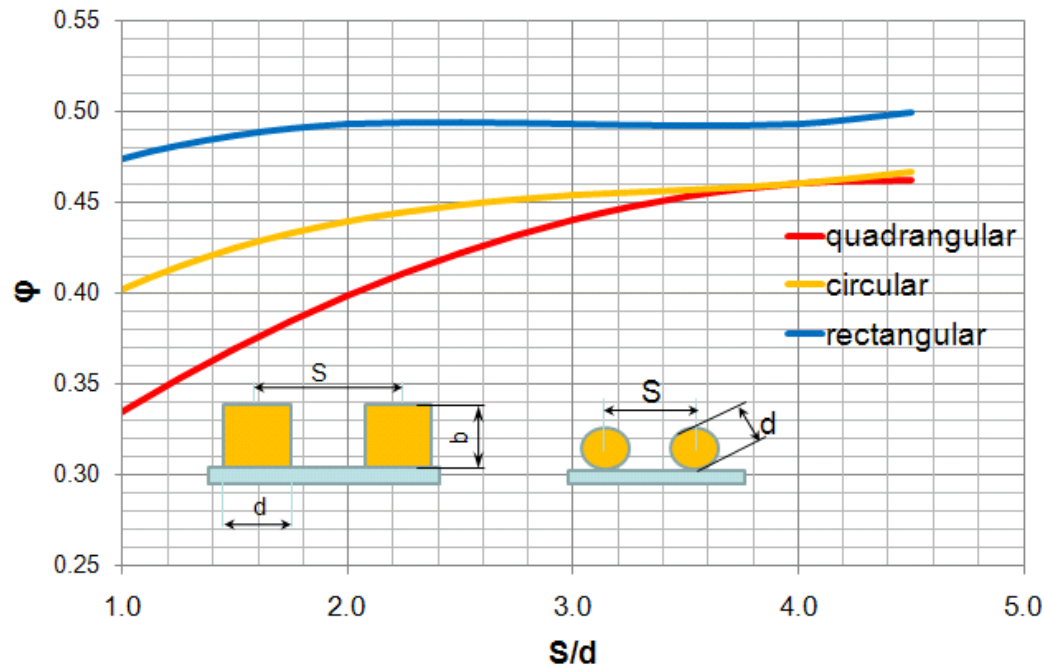
Problema 15.1 (Resolução 1)

Determinação do coeficiente de fracção ϕ .

$$\frac{S}{d} = \frac{1}{0,5} = 2$$

Do ábaco lê-se o coeficiente de fracção $\phi = 0,4$

Coeficiente de Fracção



Problema 15.1 (Resolução II)

Cálculo da área total da carga:

$$A = 2(0,5 \cdot 2,0) + 2(0,5 \cdot 2,0) = 4 \text{ m}^2$$

Cálculo da superfície de radiação:

$$H_r = A \cdot \varphi = 4 \cdot 0,4 = 1,6 \text{ m}^2$$

Temperatura media no forno determina-se de:

$$T_f = \frac{T_{comb} + T_{sg}}{2} = \frac{1653 + 933}{2} = 1293 \text{ K}$$

Temperatura na superfície da carga determina-se da igualdade:

$$\beta_o C_o \varepsilon_f H_r \xi \left[\left(\frac{T_f}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{carga}}{100} \right)^4 \right]_{med} = \dot{B} V_g C_{gas} \eta_f (t_{comb} - t_{sg})$$

$$1,1 \cdot 5,67 \cdot 0,62 \cdot 1,6 \cdot 0,6 \left[\left(\frac{1293}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{carga}}{100} \right)^4 \right] = 4 \cdot 8 \cdot 1,5 \cdot 0,8 (1380 - 660)$$



Problema 15.1 (Resolução III)

Calculando resulta que:

$$T_{carga} = 962,95 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A temperatura no interior da carga determina-se da expressão:

$$\frac{t_{(\tau)} - t_{carga}}{t_{inic} - t_{carga}} = \exp\left(-\frac{BV_g \dot{C}_g \eta_f}{\rho VC}\right) \cdot \tau$$

$$\frac{t_{(\tau)} - 962,95}{25 - 962,95} = \exp\left(-\frac{48 \cdot 1,5 \cdot 0,8}{7800 \cdot 0,5 \cdot 0,68}\right) \cdot 120$$

Calculando resulta que :

$$t_{(\tau)} = 797,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$



Problema 15.2

Determine o tempo necessário para que a temperatura no interior da carga da fig-2, seja igual a temperatura na superfície.

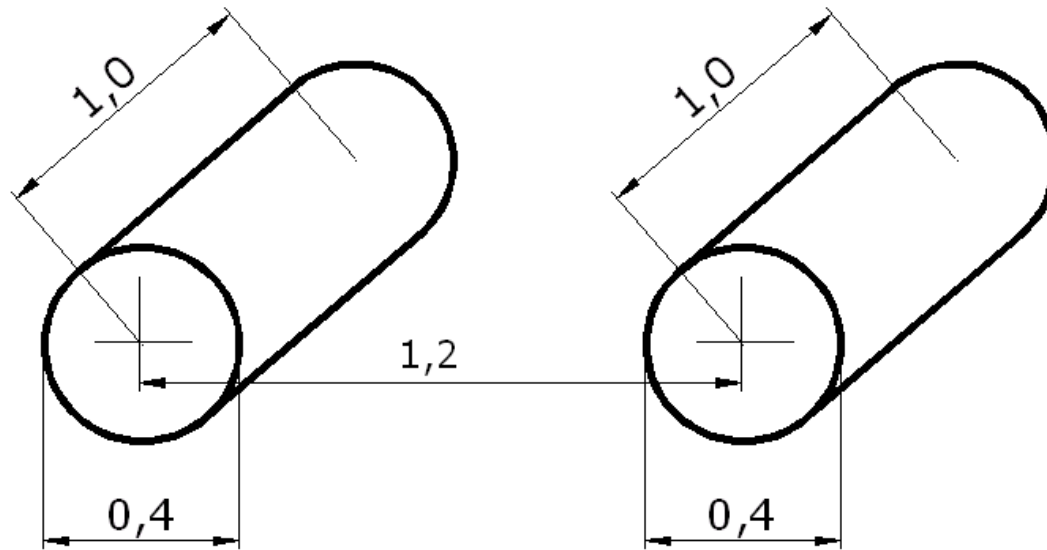


Fig-2



Problema 15.2

Considere os seguintes dados:

1	Temperatura inicial da carga	25	°C
2	Calor específico da carga	0.68	kJ/kgK
3	Massa específica da carga	7800	kg/m ³
4	Espacamento entre o material	1.2	m
5	Consumo de combustível	4	kg/s
6	Volume dos gases de escape	8	m ³ /kg
7	Calor específico dos gases	1.5	kJ/m ³ .°C
8	Temperatura de combustão dos gases	1500	°C
9	Temperatura de saída dos gases	660	°C
10	Rendimento térmico da câmara de combustão	0.8	
11	Emissividade do espaço de trabalho	0.62	
12	Coeficiente de Radiação do corpo negro	5.67	W/m ² K ⁴
13	Coeficiente de Poluição da superfície	0.6	
14	Coeficiente que toma em conta a convecção	1.1	



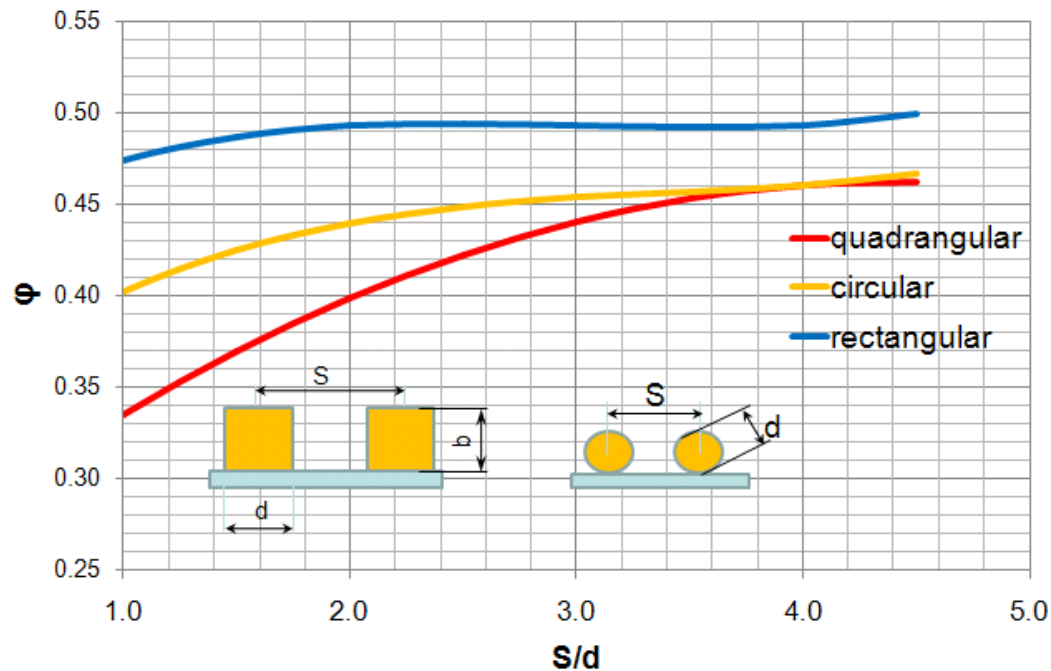
Problema 15.2 (Resolução 1)

Determinação do coeficiente de fracção ϕ .

$$\frac{S}{d} = \frac{1,2}{0,4} = 3$$

Do ábaco lê-se o coeficiente de fracção $\phi = 0,45$

Coeficiente de Fracção



Problema 15.2 (Resolução II)

Cálculo da área total da carga:

$$A = \pi d \cdot l = 3,14 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 1,26 \text{ m}^2$$

Cálculo da superfície de radiação:

$$H_r = A \cdot \varphi = 1,26 \cdot 0,45 = 0,569 \text{ m}^2$$

Temperatura média no forno determina-se de:

$$T_f = \frac{T_{comb} + T_{sg}}{2} = \frac{1773 + 933}{2} = 1353 \text{ K}$$

Temperatura na superfície da carga determina-se da igualdade:

$$\beta_o C_o \varepsilon_f H_r \xi \left[\left(\frac{T_f}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{carga}}{100} \right)^4 \right]_{med} = \dot{B} V_g C_{gas} \eta_f (t_{comb} - t_{sg})$$

$$1,1 \cdot 5,67 \cdot 0,62 \cdot 1,6 \cdot 0,6 \left[\left(\frac{1353}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{carga}}{100} \right)^4 \right] = 4 \cdot 8 \cdot 1,5 \cdot 0,8 (1500 - 660)$$



Problema 15.2 (Resolução III)

Calculando resulta que:

$$T_{carga} = 891,51 \text{ } ^\circ\text{C}$$

O tempo para que a temperatura no interior da carga seja igual a temperatura na superfície da carga calcula-se da expressão:

$$\frac{t_{(\tau)} - t_{carga}}{t_{inic} - t_{carga}} = \exp\left(-\frac{BV_g \dot{C}_g \eta_f}{\rho VC}\right) \cdot \tau$$

$$\frac{891 - 891,51}{25 - 891,51} = \exp\left(-\frac{481,50,8}{7800 \cdot 0,50,68}\right) \cdot \tau$$

$$\frac{-0,51}{-866,51} = \exp\left(-\frac{38,4}{2652}\right) \cdot \tau$$

$$0,0005886 = (\exp)^{-0,01448\tau}$$

$$\ln 0,0005886 = \ln(\exp)^{-0,01448\tau}$$



Problema 15.2 (Resolução III)

Calculando resulta que :

$$\tau \approx 1300 \text{ s}$$

