

۹۲۰۰  
۱۰۲

Subject :

Year . Month . Date . ( )

- روابط زیر صادق هستند (لوله دایره ای)

$$\frac{\partial \theta}{\partial x} = 0 \rightarrow \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{T_s - T}{T_s - T_m} \right) = 0 \rightarrow \frac{1}{T_s - T_m} \left( \frac{dT_s}{dx} - \frac{\partial T}{\partial x} \right) - \frac{(T_s - T)}{(T_s - T_m)^2} \left( \frac{dT_s}{dx} - \frac{dT_m}{dx} \right) = 0$$

(۴۲.۸)  
(f.d,t)

- برابر شرط مرزی دمایی است (لوله دایره ای)

$$\xrightarrow{T_s = cte} \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{(T_s - T)}{T_s - T_m} \frac{dT_m}{dx} = 0 \rightarrow \frac{\partial T}{\partial x} = \left( \frac{T_s - T}{T_s - T_m} \right) \frac{dT_m}{dx} = (T_s - T) \frac{\rho \dot{m} c_p}{\dot{m} c_p^*} \xrightarrow{(۴۲.۸)} \xrightarrow{(۳۶.۸)} \xrightarrow{(۳۶.۸)}$$

- برابر شرط مرزی سرعتی است (لوله دایره ای)

(۴۳.۸)

۹۲۰۰۰۰

$$q_s'' = h(T_s - T_m) \xrightarrow{h = cte} \frac{dT_s}{dx} = \frac{dT_m}{dx} \xrightarrow{(۴۲.۸)} \frac{\partial T_s}{\partial x} = \frac{\partial T}{\partial x} \xrightarrow{(۳۶.۸)}$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{dT_s}{dx} = \frac{dT_m}{dx} = \frac{\rho q_s''}{\dot{m} c_p^*} = cte \quad (۴۴.۸) \quad (f.d,t, q_s'' = cte)$$

۲.۸ محاسب ضریب انتقال حرارت جامداتی (h)

۱.۶.۸ جریان آرام کاملاً توسعه یافته در لوله دایره ای

برای این شرایط حل تحلیل برای پرریش و دما و در نتیجه h قابل حصول است. برای جریان با فرضیات بخش ۲.۸ و اضافه

معادله انرژی (K=cte) معادله انرژی بصورت زیر ساده می شود

$$\xrightarrow{(26.6)} \rho c_p \left[ \frac{\partial T}{\partial t} + \vec{v} \cdot \vec{\nabla} T \right] = \vec{\nabla} \cdot (k \vec{\nabla} T) + \mu \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + \dot{q} \rightarrow$$

(26.6) id

Year.      Month.      Date.      ( )

$$\rightarrow u \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{k}{\rho c_p} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) \quad (F.W. \wedge)$$

$$a = \frac{24\mu}{\alpha} \frac{dT_m}{dx} = \frac{24\mu}{\alpha} \frac{pq_s''}{\frac{k}{\rho c_p} \frac{p \mu A_c}{m \dot{c} p}} = \frac{4 q_s''}{k r_o} = cte \quad (Eq. 1)$$

$$T = a \left( \frac{r^2}{4} + \frac{r^4}{16r_0^2} \right) + G(n) \ln r + G_2(n) \quad , \quad T(r=r_0)^X = \text{finite} \quad , \quad T(r=r_0)^X = T_5(n)$$

برای تعیین  $T_m(x)$  از تعریف  $T_m(x)$  استفاده می‌کنیم

$$(r, \theta) \rightarrow T_m = \frac{\int_0^{2\pi} \int_0^R u T dA C}{\underbrace{\dot{m}/\rho}_{(u_m/\pi r_o^2)}} \rightarrow T_m(x) = T_s(x) - \frac{11}{96} ar_o^2 \rightarrow$$

برای محاسبه  $h$ :

$$h \begin{cases} \nearrow (F_0 \cdot A) \\ \searrow q_s = h(T_s - T_m) \rightarrow h = \frac{q_s}{T_s - T_m} = \frac{q_s}{11 \text{ ar.}^\circ} = \frac{24 \text{ K}}{11 \text{ r.}} \rightarrow \end{cases}$$



۱۰۵

Subject:

Year . Month . Date . ( )

$$\rightarrow h = \frac{48}{11} \text{ K/D} \quad (49.8) \quad (q_s = \text{cte}, f, d, t)$$

$$\rightarrow Nu_D = \frac{hD}{k} = \frac{48}{11} = 4.36 \quad (50.8) \quad (q_s = \text{cte}, f, d, t)$$

تقریب: استدلال نماید چرا عدد ناسلت به درخت کلی مثل  $Nu_L = f(Bi, Pr, Re)$  باشد در جریان توسعه

یا به آرام در طول لوله بصورت  $Nu_L = f(Pr) = \text{cte}$  در می آید.

جواب: در ناحیه توسعه یا به آرام  $x$  حذف می شود همین دلیل حذف می شود این  $Re$  نیز حذف می شود و دلیل رشد کامل هر دو لایه مرزی دیگر نیست رشد آنها نیز مع سست و عدد  $Pr$  حذف می شود

۲.۱.۶.۸ شرط طمرزی دما ثابت

تقریب: با فرضیات مابین (۱) حالت  $(q_s = \text{cte})$  نشان دهید معادله انرژی (۴۵.۸) بر حسب  $r^* = \frac{r}{r_o}$  و  $\theta = \frac{T_s - T}{T_s - T_m}$  تبدیل

۳ شکل زیر قابل باز نویسی است

$$\frac{1}{r^*} \frac{d}{dr^*} (r^* \frac{d\theta}{dr^*}) = -2(1-r^{*2}) \theta Nu_D \quad (51.8)$$

$$\theta(r^*=0) = \text{finite} \quad \frac{d\theta}{dr^*} \Big|_{r^*=0} = 0, \quad \theta(r^*=1) = 0, \quad Nu_D = \frac{hD}{k} = -2 \frac{d\theta}{dr^*} \Big|_{r^*=1}$$

$$\xrightarrow{(45.8)} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \frac{\partial T}{\partial r}) = \frac{2k_m}{\alpha} [1 - (r/r_o)^2] (T_s - T) \frac{\rho h}{m c_p} = \frac{2}{r_o^2} (1-r^{*2}) \frac{Nu_D}{k} (T_s - T)$$

$$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$

$$-(T_s - T_m) \frac{d\theta}{dr} \quad \frac{k}{\rho c_p} \quad \frac{h}{m c_p}$$

$$\rightarrow \frac{1}{r^*} \frac{d}{dr^*} (r^* \frac{d\theta}{dr^*}) = -2(1-r^{*2}) \theta Nu_D \quad \checkmark$$

$$\xrightarrow{(45.8)} Nu_D = \frac{hD}{k} = \frac{k \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=r_o}}{k (T_s - T_m)} = -2 \frac{d\theta}{dr^*} \Big|_{r^*=1}$$

معادله (۵۱.۸) بصورت عددی با سعی و خطا روی  $Nu_D$  حل می شود نتیجه می شود

$$Nu_D = 3.66 \quad (52.8) \quad (T_s = \text{cte}, f, d, t)$$

۴ مقدار نبرگر عدد  $Nu_D$  (یا  $h$ ) برای شرط طمرزی در مقابل دما ثابت یا به آرام به شکل جدول Fig ۱۰۵-۱۰۶