

« جزوه علمی »

سوره ارزشمند فدر فدر

a_fazley@yahoo.com

ایمل

صفحه ۱

www.pasokh.org

سایت استاد

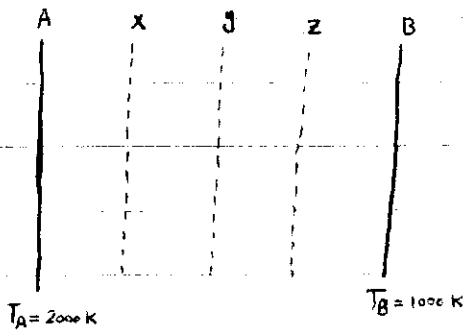
۱۳۸۷/۶/۱۷

جلسه نهم

انتقال حرارت

به نام خدا

مثال: دو صفحه A و B با میب نشر ساری، بین آنها خلاء شده است. صفحه A با دمای ۲۰۰۰ کلوین و صفحه B با دمای ۱۰۰۰ کلوین می باشد. اگر سه صفحه دیگر که میب نشر آنها همانند صفحات A و B است، بین این دو صفحه قرار داده شود، دمای صفحه ای که کنار A باشد در واحد کلوین تقریباً چقدر است:



$$q_{\text{باز}} = \frac{1}{3+1} q_{\text{باز}} \Rightarrow q_{\text{باز}} = \frac{1}{4} q_0$$

$$\frac{\sigma_A (T_A^4 - T_x^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} = \frac{1}{4} \frac{\sigma_A (T_A^4 - T_B^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1}$$

$$\Rightarrow T_A^4 - T_x^4 = \frac{1}{4} T_A^4 - \frac{1}{4} T_B^4$$

$$\frac{3}{4} T_A^4 + \frac{1}{4} T_B^4 = T_x^4$$

$$T_x = \sqrt[4]{\frac{3T_A^4 + T_B^4}{4}} = \sqrt[4]{\frac{49}{4}} \times 1000$$

$$T_x = 1870 \text{ K}$$

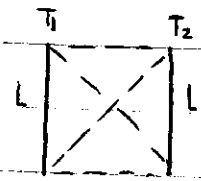
انتظار هم داشتیم که دمای ۲۰۰۰ ک نیز کمتر باشد

نکته:

ناصله سپرها تأثیری روی میزان q ندارد } به شرطی که همه ϵ ها برابر باشد.
جابجایی سپرها در معادله تأثیری ندارد.

این در صورتی است که طول سپر زیاد است بنابراین صریح شکل را \perp در نظر میگیریم.

اگر طول سپر کم باشد باید صریح شکل را در نظر بگیریم:



نکته مهم: وقتی تابع توزیع دما $T(y)$ معلوم باشد h مستقیماً قابل محاسب است.

$$h = \frac{-k_f \left. \frac{\partial T}{\partial y} \right|_{y=0}}{T_s - T_\infty}$$

نمونه	مفهوم	عدد
$\frac{g\beta(T_w - T_\infty)L^3}{\nu^2}$	$\frac{\text{نیروی شناوری}}{\text{نیروی گرانشی}}$	گرانش (جایای آزاد) Gr
$\frac{\nu}{\alpha}$	$\frac{\text{مغوذ مولکولی اندازه حرکت}}{\text{مغوذ مولکولی حرارتی}}$	پراشیل (جایای آزاد و اجزایی) $Pr = \frac{\delta_v}{\delta_t}$
$\frac{hL}{k}$ ← بیاب	$\frac{\text{انتقال حرارت هدایتی}}{\text{انتقال حرارت جایایی}}$	ناشلت Nu
$\frac{h}{\rho C_p u} = \frac{Nu}{Re \cdot Pr}$ له سوت بیاب	$\frac{\text{شار حرارتی جایایی}}{\text{ظرفیت حرارتی}}$	استانتون (جریان در لوله) st شایسینولدر-کولبر
$Gr \cdot Pr$		ریلی

تشابه رینولدز - کولبرن :

$$St \cdot Pr^{\frac{2}{3}} = \frac{C_f}{2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C_f = \frac{T_w}{\frac{1}{2} \rho U_{\infty}^2} \quad \text{ضریب اصطکاک} \\ T_w = \mu \left. \frac{\partial u}{\partial y} \right|_{y=0} \\ T_w = \frac{F_{\text{اصطکاک}}}{A \text{ سطح برشی}} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \frac{h}{\rho C_p U_{\infty}} Pr^{\frac{2}{3}} = \frac{\frac{F_{\text{اصطکاک}}}{A}}{\rho U_{\infty}^2} \quad \text{اجابگذاری داریم :}$$

$$\boxed{h Pr^{\frac{2}{3}} = \frac{F_{\text{اصطکاک}}}{A U_{\infty}}}$$

کاربرد :
در مقایسه h در دو وضعیت مختلف مفید است (از یک جسم)

$$h = \frac{F_{\text{اصطکاک}}}{A U_{\infty} Pr^{\frac{2}{3}}}$$

$$Pr \downarrow \Rightarrow h \uparrow$$

صفحه ۵

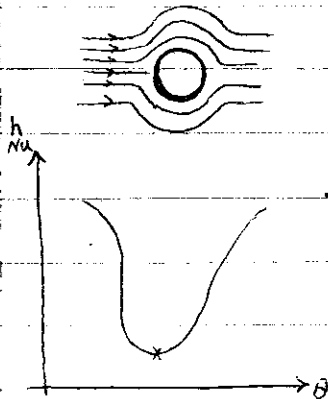
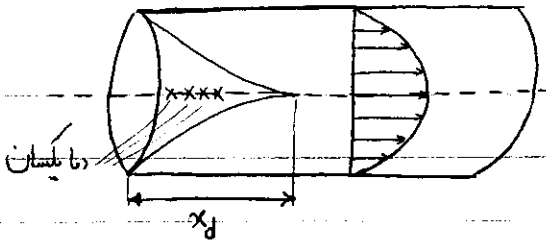
www.Pasokh.org

فصله
گروه آموزشی مهندسی

کاربرد تشابه رینولدز - کولبرن : ν آرام و آشفتگی در صفحه
 ν آشفتگی در لوله

$C_f = \frac{64}{Re}$ آرام درون لوله

جریان اجباری در استوانه : ν روی لوله
 ν درون لوله

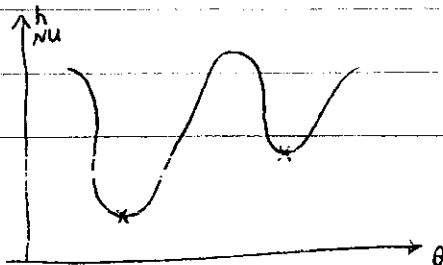


جریان اجباری روی لوله :
الف) رینولدز پایین $Re < 10^5$

برای h و Nu یک می نیموم وجود دارد که در $\theta = 180^\circ$ است.

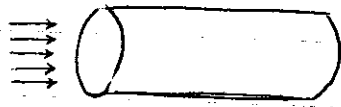
ب) رینولدز بالا $Re > 10^5$
 h و Nu در می نیموم دارد

$20 < \theta < 100$
 $\theta = 140$



(θ ناحیه جبهه لایه مرزی)

ب. جریان اجباری درون لوله :



$$Re_{cr} = 2100$$

⊙ آرام $Re \ll Re_c$

- توسعه یافته : $T_w = cte \checkmark$ $\leftarrow Nu = 3.66$

$\leftarrow Nu = 4.36$ $q_w = cte \checkmark$

$$\left. \begin{aligned} Nu &= \frac{hD}{k} \\ Nu &= cte \end{aligned} \right\} \Rightarrow \boxed{h \propto \frac{1}{D}}$$

- توسعه نیافته :
 حتماً فریزول داده می شود و نیاز به حفظ کردن نیست .

⊙ آشفتگی $Re \gg Re_c$

- توسعه نیافته : $Nu = 0.023 Re_D^{0.8} pr^{\frac{1}{3}} \left(\frac{D}{L}\right)^{0.55} \checkmark$

عدداً نسبت تابع چندمیت می بعد است :
 $\begin{matrix} Re \\ pr \\ \frac{D}{L} \end{matrix}$

- توسعه یافته : $Nu = 0.027 Re_D^{0.8} pr^n$ $\left\{ \begin{array}{l} n=0.4 \text{ گرم شدن} \\ n=0.3 \text{ سرد شدن} \end{array} \right. \checkmark$

نکته :
 در جریان برشته یافته و توسعه نیافته در لوله (آشفتگی) نسبت متناسب با $Re_D^{0.8}$ است.

صفحه ۷

Pasokh.org

گروه آموزشی مهندسی مکانیک

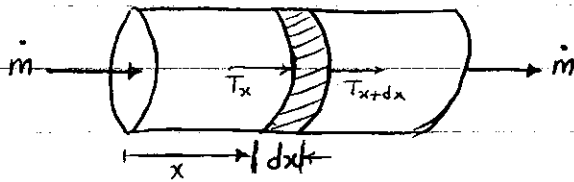
نکته:

اگر $\frac{D}{L} < 1$ باشد جریان توسعه یافته آشفته و جریان توسعه یافته آشفته نزدیک هم هستند.

نکته: در جریان آرام درون لوله داریم:

$$\left(\frac{x}{D}\right)_{lam} = 0.05 Re_p Pr$$

رابطه تورنج دما برای جریان در لوله:



بازرسی: $mc \frac{dT}{dt} = \frac{\partial m}{\partial t} c dt = mc dt$

معادله توازن انرژی: $0 = \dot{m} c dT + h(\pi D) dx (T - T_w)$

از طرفی $T_{x+dx} = T_x + \frac{\partial(T)}{\partial x} dx$

$$\Rightarrow c = \dot{m} c \frac{dT}{dx} dx + h(\pi D) dx (T - T_w)$$

$$\frac{dT}{dx} + \frac{h\pi D}{\dot{m}c} (T - T_w) = 0$$



توسعه یافته
K کوچک باشد (از هدایت در نظر شود)

نکته: اگر شار ثابت باشد، توزیع مکانی دما $T(x)$ خطی است.

شار ثابت: $q'' = h(T - T_w) = cte$

$\Rightarrow \frac{dT}{dx} = cte$

$\Rightarrow \frac{dT}{dx} + \left(\frac{\pi D}{mc} \right) q'' = 0$

ضریب مهم

نکات:

۱): $q'' = cte \rightarrow \frac{dT}{dx} = cte$

$\rightarrow T(x)$ خطی

(نگاه ۱۷)

۲): $T_w = cte \rightarrow \frac{dT}{dx} = -\frac{h\pi D}{mc} (T - T_w)$

چون h متغیر است بنابراین از \bar{h} استفاده می شود:

$\frac{dT}{T - T_w} = -\frac{\bar{h}\pi D}{mc} dx$

$\ln(T - T_w) \Big|_{T_i}^{T_o} = \frac{\bar{h}\pi D}{mc} \int_0^L dx \Rightarrow \ln \frac{T_o - T_w}{T_i - T_w} = \frac{-h\pi D L}{mc}$

صفحه 9 www.pasokh.org گروه آموزشی فنی

$$\text{از طرفی } \dot{m} = \rho A v = \rho \left(\frac{\pi}{4} D^2 \right) u$$

$$\frac{\bar{h} \pi D L}{\rho \frac{\pi}{4} D^2 u c} = 4 \left(\frac{\bar{h}}{\rho c u} \right) \frac{L}{D} = 4 \text{ st. } \frac{L}{D}$$

$$\Rightarrow \ln \frac{T_o - T_w}{T_i - T_w} = - 4 \text{ st. } \frac{L}{D}$$

مثال: لوله ای داریم به قطر D و طول L که توسط یک المان حرارتی، حرارت داده می شود که سایر حرارتی در طول لوله از رابطه $q'' = q''_0 \sin \frac{\pi x}{L}$ تبعیت می کند. سیال در دمای T_i و لوله در دمای T_o خارج می شود. چه رابطهای بین پارامترها برقرار است.

$$\frac{dT}{dx} + \frac{\pi D}{\dot{m} c} q'' = 0$$

$$\frac{dT}{dx} + \frac{\pi D}{\dot{m} c} q''_0 \sin \frac{\pi x}{L} = 0$$

$$\int_{T_i}^{T_o} dT = - \frac{q''_0 \pi D}{\dot{m} c} \int_0^L \sin \frac{\pi x}{L} dx$$

$$T_o - T_i = \frac{q''_0 \pi D}{\dot{m} c} \left[\frac{L}{\pi} \right] \left[\cos \frac{\pi x}{L} \right]_0^L$$

مثال: سیال روی صفحه‌ای جریان دارد به نحوی که توزیع دما در لایه مرئی حرارتی برابر زیر است.

$$\frac{T - T_w}{T_\infty - T_w} = 1 - e^{-\left(\frac{Pr \cdot u_\infty \cdot y}{\nu}\right)}$$

اگر $T_\infty = 27^\circ\text{C}$ ، $T_w = 67^\circ\text{C}$ ، $Pr = 0.03$ ، $\nu = 2.1 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ ، $u_\infty = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ، $Pr = 0.7$ باشد،
 شار حرارتی در صفحه چقدر است.

$y \uparrow$

$$q'' = h(T_w - T_\infty) = -k_f \left(\frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0} \right)$$

$$h = \frac{-k_f \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0}}{T_w - T_\infty}$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0} \right) = (T_w - T_\infty) \frac{Pr \cdot u_\infty}{\nu}$$

$$\bar{h} = \frac{-k_f \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0}}{T_w - T_\infty}$$

اگر Nu را خواسته بود؟

$$\bar{Nu} = \frac{\bar{h} \cdot x}{k}$$