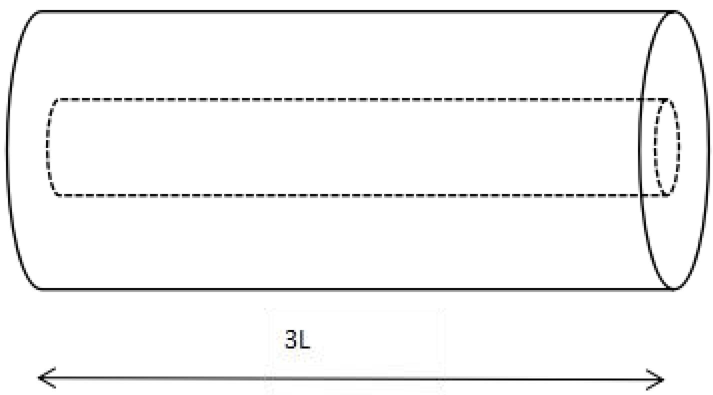
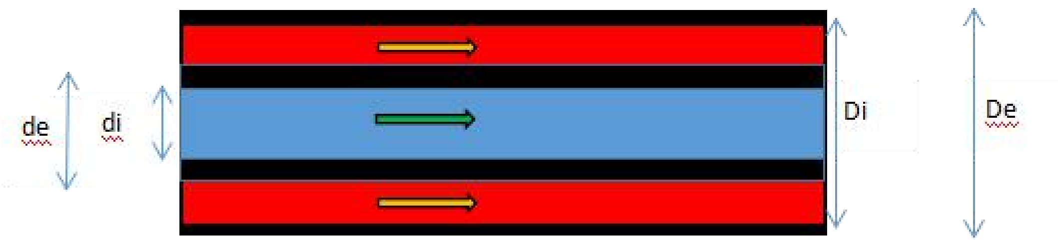
Théorique : transferts de chaleur dans l’échangeur

Introduction



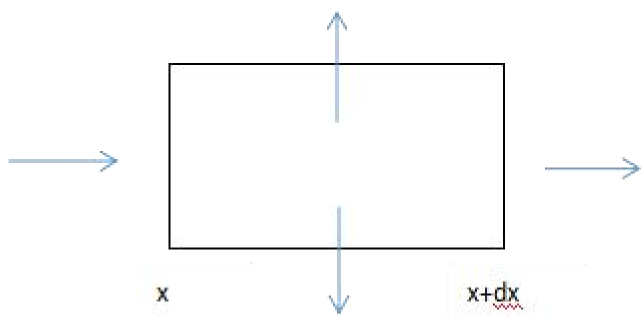

1 l’équation d’équilibre d’énergie .

On noté élémentaire surface dS . mc et mf est le débit massique du fuide chaud et fluide froi,Cf et Cc sont la capacité calorfique massique du fluide chaus et du fluide froid . Onté Tc et Tf sont les températures du fuide chaud et fluide froid . Ansique Qc et Qf sont les flux de chaleur paroi / fluide chaud et flux de chaleur paroi / fluide froid .Et on écrirt l’équation d’équilibre .

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = -\rho C_p \nabla(uT) + \nabla(\vec{q})$$

C’’est d’une problème stationnaire donc il est indépendent de temps .

$$0 = -\rho C_p \int_v \nabla.(uT)dv + \int_v \nabla.qdv$$




Donc pour une fuide chuaud on trouve la relation suivante :

$$0=-\rho C_{Pc}(-u_c S_c)T(x)-\rho C_{Pc}(u_c S_c)T(x+dx)-h(T_c-T_f)S$$

On a encore une relation dérivé :

$$T(x+dx)=T(x)+\frac{\partial T}{\partial x}(x)dx+\sigma(dx^2)$$

On trouve :

$$\frac{dT_f}{dx}=-(\frac{2hR\pi}{m_c C_p})(T_c-T_f)$$

On trouve la même fonction dans la fluide chaud , et on fait la différence :

$$\frac{d}{dx}(T_c-T_f)=2\pi hR(\frac{1}{m_c C_c}-\frac{1}{m_f C_f})$$

Au final on touve la expression :

$$T_C-T_f=\alpha e^{\beta x}$$

Ou

$$\alpha=T_c(x=0)-T_f(x=0) \qquad \beta=2\pi hR(\frac{1}{m_c C_c}-\frac{1}{m_f C_f})$$

Dans la séance de TP

$$\alpha=\Delta T_e$$

Pour la sortie , at x=3L :

$$T_c(3L)-T_f(3L)=\alpha e^{3L\beta}$$

$$3L\beta=\ln(\frac{T_c(3L)-T_f(3L)}{T_c(0)-T_f(0)})=\ln\frac{\Delta T_s}{\Delta T_e}$$

Avec annonces on introduit

$$\theta_{\ln}=\frac{\Delta T_e-\Delta T_s}{\ln\frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}}$$

Ainsi que :

La température moyenne logarithmique entre paroi et fluide froid :

$$\theta_{\ln}^f \qquad \Delta T=T_p-T_f$$

La température moyenne logarithmique entre fluide chaud et paroi :

$$\theta_{\ln}^{c} \qquad \Delta T = T_c - T_p$$

La température moyenne logarithmique entre fluide chaud et fluide froid :

$$\theta_{\ln} \qquad \Delta T = T_c - T_f$$

On peut montrer environement que :

$$\theta_{\ln}^{f} + \theta_{\ln}^{c} = \theta_{\ln}$$

On cherche l'expression théorique du flux de chaleur Q :

$$\begin{aligned}
Q &= \int_0^{3L} h\left( T_c(x) - T_f(x) \right) 2\pi R dx \\
&= 2\pi R h \alpha \left[ \frac{e^{\beta x}}{\beta} \right]_0^{3L} \\
&= 6\pi R h L \frac{T_c(3L) - T_f(3L) - T_c(0) + T_f(0)}{\ln \dfrac{T_c(3L) - T_f(3L)}{T_c(0) - T_f(0)}} \\
&= 6\pi R h L \theta_{\ln}
\end{aligned}$$

On cherche les relation entre hf hc et H par conservation de heat flux :

$$h_c d_e \theta_{\ln}^{c} + h_f d_i \theta_{\ln}^{f} = H \frac{d_e + d_i}{2} \theta_{\ln}$$

Si on negelise épaisseur de la paroi :

$$h_c \theta_{\ln}^{c} + h_f \theta_{\ln}^{f} = H \theta_{\ln}$$

On fait les calcules d’aires :

| Aire concernéé | symbole | formule | valeur | unité |
|---|---|---|---|---|
| Aire interne du petit cube | Ai | 3L*pi*di | | |
| Aire externe du petit cube | Ae | 3L*pi*de | | |
| Aire moyenne | A | 3L*pi*(di+de)/2 | | |
| Section froid | Sf | Pi/4*di**2 | | |
| Section chaud | Sc | Pi/4*(Di**2-de**2) | | |

Expression des températures lonrithmiques moyenne pour chaque portion :

| Température logatithmique entre | Portion A | Portion B | Portion C | Total |
|---|---|---|---|---|
| paroi/froid | | | | |
| chaud/paroi | | | | |
| chaud/froid | | | | |

Nusselt nombre , Reynolds nombre et Prandtl nombre par des grandeurs mesurables :

$$\Pr = \frac{\nu}{\alpha}$$

$$Nu = \frac{hl}{\lambda}$$

$$\mathrm{Re} = \frac{Ul}{\nu}$$

V est viscosité cinematique , α est fiffusivité thermique , λ est conductivité thermique ,h est coefficient de transfert thermique .