مکانیک سیالات

افت انرژی در لوله‌ها

با استفاده از رابطه دارسی- وایسباخ برای افت انرژی در لوله‌ها داریم: $h_f = f.\frac{L}{D}.\frac{V^2}{2g}$

افت انرژی در جریان آرام:

افت انرژی یا افت فشار در جریان آرام را می‌توان از رابطه هیگن پوازی به دست آورد.

$$Q = VA = V.\frac{\pi D^4}{4} \qquad \Delta P = \rho g h_f = \gamma h_f \qquad \Delta P = \frac{128\mu.L}{\pi D^4}.Q$$

$$h_f = \frac{64}{Re}.\frac{L}{D}.\frac{V^2}{2g} \qquad \rightarrow h_f = 32\frac{\mu}{\rho VD}.\frac{V^2}{2g}.\frac{L}{D}$$

از مقایسه رابطه فوق و رابطه دارسی وایسباخ ضریب اصطکاک در جریان آرام $f = \frac{64}{R_e}$ به دست می‌آید.

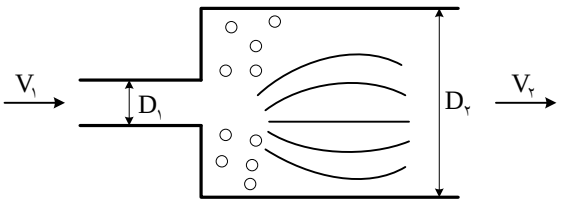
افت انرژی در جریان آشفته:

در جریان ناآرام برای توزیع سرعت مقدار متوسط زمانی آن را در نظر می‌گیریم. در حالت نا آرام برای محاسبه ضریب اصطکاک از نمودار مودی استفاده می‌شود.

افت‌های جزئی:

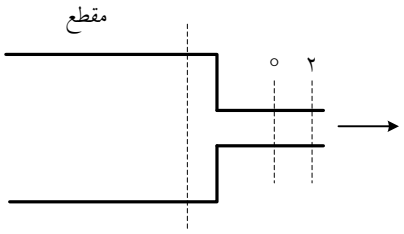
افت‌های جزئی به صورت $h_m = k\frac{V^2}{2g}$ می‌باشند. که در آن k ضریب افت انرژی نامیده می‌شود.

۱- افت انرژی در اثر انبساط ناگهانی:



$$h_e = \frac{V_1^2}{2g}\left[1-\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2\right]^2 = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

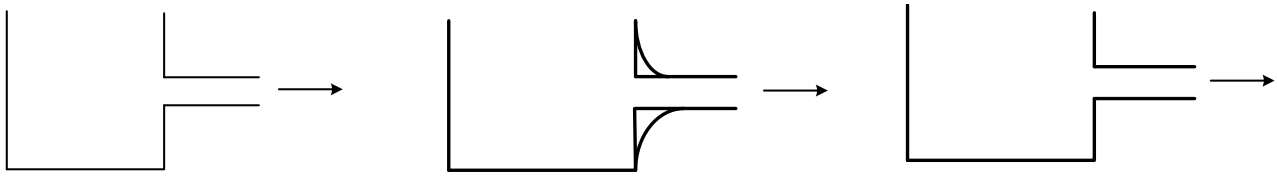
۲- افت در اثر انقباض ناگهانی:



$$h_e = \frac{(V_0 - V_2)^2}{2g} \qquad v_0 A_0 = v_2 A_2 \qquad c_c = \frac{A_0}{A_2}$$

$$h_c = \left(\frac{1}{c_c} - 1\right)\frac{v_2^2}{2g}$$

۳- افت انرژی در اثر ورود و خروج لوله به مخزن:



$K = 0/5$
لبه های اتصال تیز

$K = 0/01 \quad 0/05$

$K = 0/8 \quad 1/0$

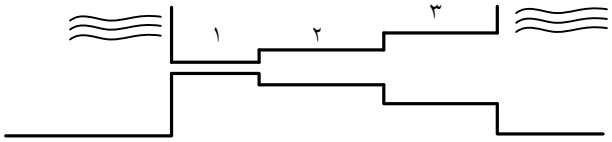
طول معادل:

هر افت جریان را می‌توان به صورت طولی از لوله فرض کرد.

$$h_f = h_m \rightarrow f\frac{L_e}{D}.\frac{v^2}{2g} = k\frac{v^2}{2g} \rightarrow L_e = \frac{K.D}{f}$$

لوله‌های سری:

ترکیب دو یا چند لوله را سری می‌گویند، به طوری که دبی خروجی از دو لوله وارد لوله بعدی شود. در نتیجه دبی عبوری هر لوله با هم برابر است.

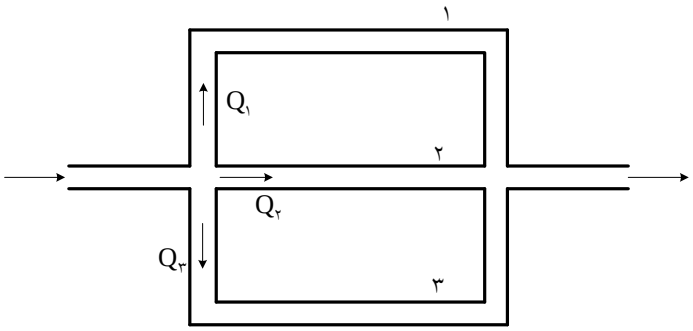


$$Q_1 = Q_2 = Q_3 \qquad Q = VA \qquad V_1D_1^2 = V_2D_2^2 = V_3D_3^2$$

$$h = h_1 + h_2 + h_3 \rightarrow h = \left(\sum k_1 + f_1\frac{L_1}{D_1}\right)\frac{v_1^2}{2g} + \left(\sum k_2 + f_2\frac{L_2}{D_2}\right)\frac{v_2^2}{2g} + \left(\sum k_3 + f_3\frac{L_3}{D_3}\right)\frac{v_3^2}{2g}$$

لوله‌های موازی:

ترکیب دو یا چند لوله را موازی می‌گویند هرگاه در یک نقطه انشعاب پیدا کرده، سپس در نقطه دیگر به هم بپیوندند.



$$Q_1 = \frac{Q_1'}{\sum Q'}.Q \qquad Q_2 = \frac{Q_2'}{\sum Q'}.Q \qquad Q_3 = \frac{Q_3'}{\sum Q'}.Q \qquad \sum Q' = Q_1' + Q_2' + Q_3'$$

به کمک Q_1 , Q_2 و Q_3 افتهای انرژی را در شاخه‌های ۱ و ۲ و ۳ به دست می‌آوریم. اگر این افت‌ها با هم برابر بودند مسأله حل شده است. اگر با هم برابر نبودند Q به دست آمده از مرحله قبل را در مرحله جدید به کار برده و Q جدید را محاسبه می‌کنیم.

لوله‌های معادل:

دو لوله را معادل می‌گویند هرگاه به ازاء یک دبی حجمی معین، افت انرژی ایجاد شده در آنها با هم برابر باشد.

$$h_{f1} = f_1.\frac{L_1}{D_1}.\frac{v_1^2}{2g} \qquad v_1 = \frac{Q_1}{\frac{\pi}{4}D_1^2} \rightarrow \qquad h_{f1} = f_1.\frac{L_1}{D_1^5}.\frac{8Q_1^2}{\pi^2 g}$$

$$Q_1 = Q_2 \rightarrow h_{f1} = h_{f2} \rightarrow \frac{f_1L_1}{D_1^5} = \frac{f_2L_2}{D_2^5} \qquad L_2 = L_1\frac{f_1}{f_2}\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^5$$