

DÒNG CH Y U TRONG NG

Gi i thi u

Ta bi t r ng khi ch t l ng th c chuy n ng trong ng ng thì m t ph n th n ng riêng b t n th t do ma sát gây ra, t o nên tr l c ng ng. Vi c nghiên c u k các y u t nh h ng lên tr l c ng ng s giúp ta xác nh c các thông s và ch làm vi c thích h p, gi m t i a tr l c, nh m làm gi m tiêu t n n ng l ng khi v n chuy n ch t l ng là ít nh t. Có hai lo i tr l c:

- + Tr l c do ma sát.
- + Tr l c c c b .

1. CÁC LO I T N TH T TRONG NG NG**1.1. Tr l c do ma sát.**

Tr l c do ma sát là tr l c do ch t l ng chuy n ng ma sát v i th ành ng gây ra.

Tr l c ma sát c ký hi u h_{ms} , và c tính theo công th c: (t n th t n ng l ng do ma sát trong ng)

$$h_{ms} = \lambda \frac{L.W^2}{D.2g}$$

Trong ó:

+ λ : h s ma sát.

+ W : v n t c l u ch t, m/s.

+ L : chi u dài ng d n, m.

+ D : ng kính ng d n, m.

H s ma sát ph thu c vào ch dòng ch y:

1. *N u ch dòng ch y t ng $Re < 2300$ thì:*

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

2. *N u ch là ch y r i $Re > 2300$ thì:*

$$\lambda = f(Re, \varepsilon/D)$$

+ N u $2300 \leq Re \leq 10^4$

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$$

+ N u $Re > 10^4$ (Ixaép)

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -1,8 \lg \left(\frac{6,8}{Re} + e \right)$$

V i $e = \left(\frac{n}{3,7D} \right)^{1,1}$, $n = \frac{\varepsilon}{r}$, n: h s nhám.

λ có th ki m tra t th Moody hay t m t s công th c th c nghi m (h s ma sát ph thu c vào Re và nhám t ng i ε/D).

nhám t ng i c a ng là t s gi a nhám thành ε trên ng kính ng.

$$\Delta = \frac{\varepsilon}{D} \text{ ho c } \bar{\Delta} = \frac{\Delta}{D}$$

Ho c ($Re > 4.000 - 40.000$).

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{\bar{\Delta}}{3,71} + \frac{2,51}{\text{Re}_D \sqrt{\lambda}} \right) \quad \text{Colebrook}$$

Ho c $\lambda = 0,1 \left(1,46 \bar{\Delta} + \frac{100}{\text{Re}_D} \right)^{0,25}$ AltSul

Tr ng h p $\bar{\Delta} \rightarrow 0$ t c $\text{Re} \cdot \bar{\Delta} < 10$

$$\frac{1}{\lambda} = 2 \lg (\text{Re} \cdot \sqrt{\lambda}) - 0,8 \quad \text{prandtl}$$

Ho c $\lambda = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}} \quad (2300 \leq \text{Re} \leq 10^4)$

N u $\text{Re} \rightarrow \infty$ ($\bar{\Delta} \cdot \text{Re} \sqrt{\lambda} \geq 200$) ho c $\text{Re} \cdot \bar{\Delta} \geq 500$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg \left(\frac{3,71}{\bar{\Delta}} \right)$$

$$\lambda = 0,11 (\bar{\Delta})^{0,25}$$

V i Re c tính theo công th c sau:

$$\text{Re}_D = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

+ μ : nh t.

+ ρ : kh i l ng riêng.

Lo i ng	ε (m,m)
ng thép m i	0,065 ÷ 0,1
ng gang m i	0,25
ng c ã dung	0,5
ng sành	0,86 ÷ 1
ng b n mòn m nh	0,8
ng b n	1 ÷ 2

Có th tính h s ma sát theo công th c:

$$H_{ms} = \Delta P_0 = \lambda \cdot \frac{L \cdot W^2}{2 \cdot D \cdot g}$$

$$W = \frac{4Q}{\pi.D^2} \Rightarrow \Delta P_0 = \lambda. \frac{8L.Q^2}{g.\pi^2.D^5}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{g.\pi^2.D^5.\Delta P_0}{8.L.Q^2}$$

V i:

- + g: gia t c tr ng tr ng, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.
- + D: ng kính ng (m).
- + L: chi u dài o n ng kh o sát (m).
- + Q: l u l ng n c ch y trong ng (m^3/s).
- + ΔP_0 : t n th t c t áp hai u ng kh o sát (m H₂O).

1.2. Tr l c c c b - t n th t c b .

Tr l c c c b là tr l c do ch t l ng thay i h ng chuy n ng, thay i v n t c do thay i hình dáng t i t đi n c a ng d n nh : t thu, t m , ch cong (co), van, kh p n i... tr l c c c b c ký hi u: h_{cb} và có n v (m)

$$h_{cb} = \sum_i \xi_i \frac{W^2}{2g} \text{ ho c } h_{cb} = K. \frac{W^2}{2.g} , \quad K \equiv \xi$$

Trong ó: ξ_i : h s tr l c c c b do van, co, t thu,...

i v i van hay khúc n i, t n th t c òn c tính theo công th c sau:

$$H_f = \lambda. \frac{Le.W^2}{2.g.D}$$

V i Le: là chi u dài c a van hay khúc n i c nh ngh a là chi u dài c a ng n i th ng có cùng s m t mát n ng l ng v i van hay khúc n i trong nh ng i u ki n gi ng nhau.

Xác nh chi u dài t ng ng Le:

$$\Delta p_v = \Delta P_f = \lambda. Le. \frac{W^2}{2.g.D} = \lambda. Le. \frac{8Q^2}{g.\pi^2.D^5}$$

$$Le = \frac{g.\pi.D^5.\Delta p_v}{8\lambda.Q^2} \quad \Delta p_v = \frac{\Delta P_v}{\rho.g}$$

V i:

- + g: gia t c tr ng tr ng, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.
- + D: ng kính ng (m).
- + L: chi u dài o n ng kh o sát (m).
- + Q: l u l ng n c ch y trong ng (m^3/s).

Nh v y: T ng tr l c trên o n ng có ng kính nh nhau là:

$$\sum h_f = h_{ms} + h_{cb} = \left(\lambda \cdot \frac{L}{D} + \sum \xi \right) \frac{W^2}{2g}$$

$$\text{V i } \xi = \lambda \cdot \frac{Le}{D}$$

$$\Rightarrow \sum h_f = \lambda \cdot \frac{L_{td}}{D} \cdot \frac{W^2}{2g} = \lambda \cdot \frac{(L + Le)}{D} \cdot \frac{W^2}{2g}$$

1.3. Công th c Chezy:

$$V = C\sqrt{RJ}$$

V i:

+ V: v n t c trung bình trong ng.

+ J: d c th y l c, $J = h_{ms}/L$

+ C: S chezy, $(L^{1/2} \cdot T^{-1})$.

C ng nh λ , s chezy C ph thu c vào s Reynolds, nhám, và kích th c ng. Trong th c t tính toán, dòng ch y t ng ch ch y r i v i s Re l n, s chezy ít ph thu c vào s Re và có th xác nh theo công th c Manning :

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{16}$$

V i: n: h s nhám (ph l c 8.2).

❖ M t s công th c rút ra t công th c chezy.

+ Modul v n t c:

$$W = C \cdot \sqrt{R}$$

+ Modul l u l ng:

$$K = A \cdot C \cdot \sqrt{R}$$

+ T n th t c t áp:

$$h_{ms} = \frac{V^2}{W} \cdot L = \frac{Q^2}{K^2} \cdot L$$

+ L u l ng:

$$Q = A \cdot C \cdot \sqrt{RJ} = K \cdot \sqrt{J}$$

Modul l u l ng K và h s t n th t c t áp d c ng λ c a l vài lo i ng gang c cho trong ph l c 8.4.

2. CÁC PH NG TRÌNH TÍNH TOÁN TRONG NG NG

2.1. Tính toán thủy lực kênh ng.

tính toán thủy lực kênh ng, chúng ta sẽ dùng các phương trình và các công thức sau:

2.1.1. Phương trình Bernoulli (năng lượng) cho dòng chảy ổn định 1-1 tới 2-2.

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \sum \xi \cdot \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \sum \xi \cdot \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

Trong đó:

+ z_1, z_2 : là chiều cao của mặt thoáng 1-1, và 2-2 so với mặt phẳng chuẩn 0-0 (m).

+ P_1, P_2 : áp suất động trên mặt thoáng 1-1, 2-2 (N/m^2).

+ $\sum \xi$: hệ số trở lực cục bộ do co, van, thắt thu, thắt mở.

+ V_1, V_2 : vận tốc dòng lưu chuyển, m/s.

+ γ : Trọng lượng riêng, (N/m^3), $\gamma = \rho \cdot g$

+ ρ : khối lượng riêng (kg/m^3).

+ g : gia tốc trọng trường (m/s^2).

+ h_f : tổn thất trên ống.

2.1.2. Phương trình liên tục.

$$V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2 = Q$$

Trong đó:

+ V_1, V_2 : vận tốc dòng lưu chuyển kênh ng 1, 2 (m/s).

+ A_1, A_2 : diện tích kênh ng 1, 2 (m^2).

+ Q : lưu lượng dòng chảy (m^3/h), (l/s).

2.1.3. Các công thức tính toán cắt áp (xem chương 1, 2, 3)**2.2. Dòng chảy qua l và vòi.**

Công thức tính:

$$V = \varphi \sqrt{2gH}$$

$$Q = \mu \cdot A \sqrt{2gH}$$

Vì:

+ φ, μ : hệ số vận tốc và lưu lượng (xem phần 8...).

+ A : diện tích lỗ hoặc vòi, (m^2).

+ H : sâu của lỗ hoặc vòi so với mặt thoáng (m).

Trong trường hợp thiết lập hệ trục tọa độ như hình vẽ, thay cho công thức trên là các công thức sau:

$$V = \varphi \sqrt{2gz}$$

$$Q = \mu \cdot A \sqrt{2gz}$$

Vì z là chênh lệch chiều cao giữa hai bể.

VÍ D

Nước chảy với lưu lượng $Q = 30 \text{ l/s}$ từ bể A sang bể B qua ống có đường kính $d_1 = 20 \text{ cm}$, dài $l_1 = 200 \text{ m}$ và ống có đường kính $d_2 = 25 \text{ cm}$, $l_2 = 100 \text{ m}$. Nhám của hai ống là $\Delta = 0,02 \text{ mm}$, mất mát vào và mất mát ra sẽ tính; mất mát trong ống từ d_1 sang d_2 tính theo công thức. Tính chênh lệch chiều cao mặt thoáng giữa hai bể. Cho hệ số tổn thất cục bộ tính vào là $K_0 = 0,3$.

Giải:

- Chọn mặt chuẩn ngang mặt thoáng bể B.
- Chọn mặt cắt 1-1 là mặt thoáng bể A.
- Chọn mặt cắt 2-2 là mặt thoáng bể B.

Viết phương trình Bernoulli cho dòng chảy từ mặt cắt 1-1 tới 2-2:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\xi \cdot V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\xi \cdot V_2^2}{2g} + h_f$$

Vì:

$$z_2 = 0, z_1 = H$$

$$P_1 = P_2 = 0$$

$$h_f = \lambda_1 \cdot \frac{L_1}{d_1} \cdot \frac{V_{d1}^2}{2g} + \lambda_2 \cdot \frac{L_2}{d_2} \cdot \frac{V_{d2}^2}{2g} + K_r \cdot \frac{V_{d2}^2}{2g} + (K_v + 2K_u + K_m) \frac{V_{d1}^2}{2g}$$

Trong đó:

+ λ_1, λ_2 là hệ số tổn thất áp suất trong các ống.

+ K_v, K_u, K_m và K_r là các hệ số tổn thất cục bộ khi nước vào, 2 chuyển động, chuyển động từ ống nhỏ sang ống lớn và mất mát ra khỏi ống.

Thay vào phương trình Bernoulli ta có:

$$H = \left(\lambda_1 \frac{L_1}{d_1} + K_v + 2K_u + K_m \right) \frac{V_{d1}^2}{2g} + \left(\lambda_2 \frac{L_2}{d_2} + K_r \right) \frac{V_{d2}^2}{2g}$$

Vận tốc trong các ống d_1 và d_2 là:

$$V_{d1} = \frac{Q}{\pi \cdot d_1^2 / 4} = \frac{30 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (0,2)^2 / 4} = 0,955 \text{ (m/s)}$$

$$V_{d2} = \frac{Q}{\pi \cdot d_2^2 / 4} = \frac{30 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (0,25)^2 / 4} = 0,611 \text{ (m/s)}$$

Xác nh các h s t n th t c t áp d c trên ng ng:

$$\overline{\Delta}_1 = \frac{\Delta}{d_1} = \frac{0,02}{200} = 0,0001$$

$$\text{Re}_{d1} = \frac{V_{d1} \cdot d_1}{\nu} = \frac{0,955 \cdot 0,2}{0,01 \cdot 10^{-4}} = 1,91 \cdot 10^5$$

$$\overline{\Delta}_2 = \frac{\Delta}{d_2} = \frac{0,02}{250} = 0,00008$$

$$\text{Re}_{d2} = \frac{V_{d2} \cdot d_2}{\nu} = \frac{0,611 \cdot 0,25}{0,01 \cdot 10^{-4}} = 1,53 \cdot 10^5$$

Tra th Moody, ta c:

$$+ \lambda_1 = 0,0163$$

$$+ \lambda_2 = 0,0166$$

Các h s t n th t c t áp c c b trên toàn ng ng.

$$K_v = 0,5$$

$$K_u = 0,3$$

$$K_m = \left[1 - (d_1/d_2)^2 \right]^2 = \left[1 - \left(\frac{0,2}{0,25} \right)^2 \right]^2 = 0,13$$

$$K_r = 1$$

Thay vào ph ng trình ban u ta c:

$$H = \left(0,0163 \cdot \frac{200}{0,2} + 0,5 + 2 \cdot 0,3 + 0,13 \right) \frac{(0,955)^2}{2 \cdot 9,81} + \left(0,0166 \cdot \frac{200}{0,25} + 1 \right) \frac{(0,611)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,96 \text{ m}$$

V y chênh l ch gi a m t thoát 2 b là: 0,96m

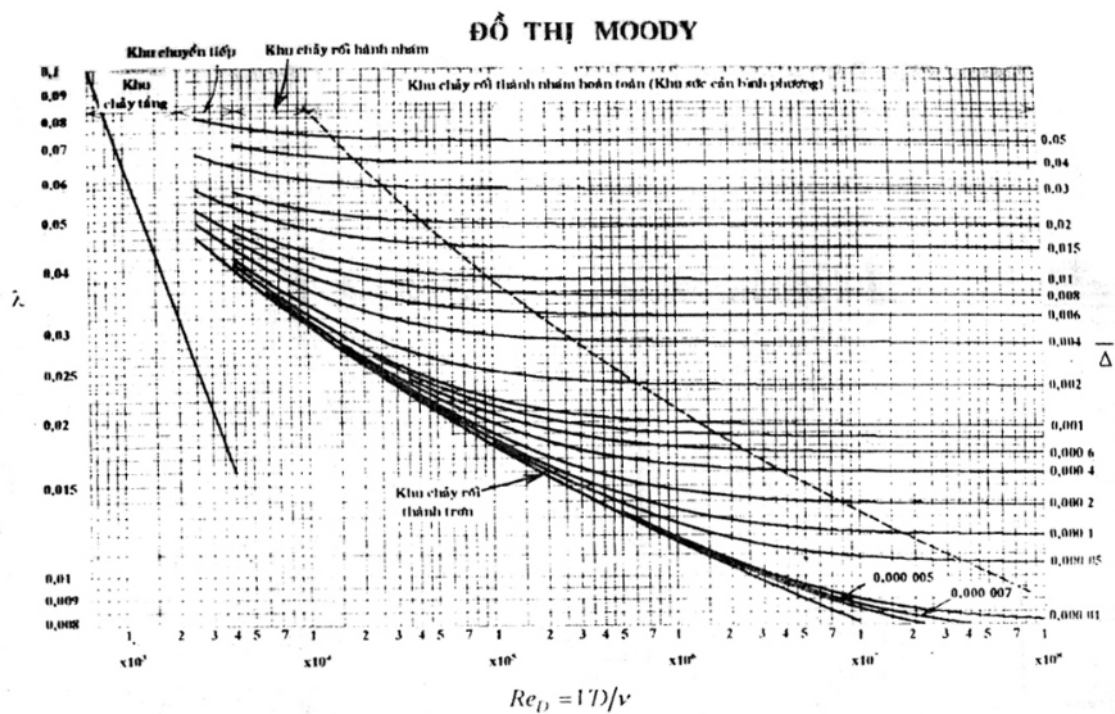
B ng H s nhám n c a m t s lòng d n (h SI)

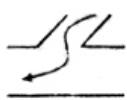
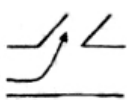
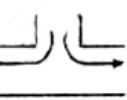
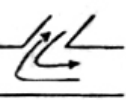
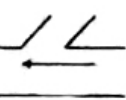
V t li u b m t lòng d n	n_{min}	n	n_{max}
A. ng và ng h m			
Kính	0,009	0,010	0,013
ng thau	0,009	0,010	0,013
Thép:			
- N i b ng m t bích ho c hàn	0,010	0,012	0,014
- N i b ng ren ho c ình tán	0,013	0,016	0,017
Gang:			
- S n h c ín	0,010	0,013	0,014
- Không s n h c ín	0,011	0,015	0,016
G	0,010	0,012	0,014
V a ciment	0,010	0,013	0,015
ng beton s ch	0,010	0,011	0,013
ng beton có rác	0,011	0,013	0,014
ng beton trong cốp-pha g nh n, không tô	0,012	0,014	0,016
ng beton trong c p-pha g không nh n, không tô l i	0,015	0,017	0,020
ng t nung (rút n c ng m)	0,011	0,013	0,017
ng thoát n c	0,012	0,013	0,016
B. Kênh có l p ph b m t			
H c ín	0,013	-	0,016
Thép không s n	0,011	0,012	0,014
Thép có s n b m t	0,012	0,013	0,017
G bào	0,010	0,012	0,014
G không bào	0,011	0,013	0,015
V a ciment	0,011	0,013	0,015
Beton trên n n á ph ng	0,017	0,020	-
Beton trên n n á không ph ng	0,022	0,027	-
C. Kênh không có l p ph b m t			
B m t s ch, m i ào trong n n t	0,016	0,018	0,020
Trong kênh có ít cây, c	0,022	0,027	0,033
Trong kênh có ít b i c , rong	0,022	0,027	0,033

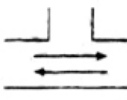
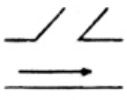
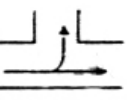
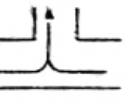
DÒNG CHUYỂN TRONG KÊNH

Kênh trong tự nhiên, thành kênh nhân tạo	0,025	0,035	0,040
D. Sông tự nhiên			
1. Sông nhỏ ($B < 30m$)			
Sông vùng đồng bằng	0,025	0,070	0,150
Sông vùng núi	0,030	0,045	0,070
2. Sông có bãi			
Không có bãi bồi	0,025	-	0,050
Có bãi bồi	0,035	-	0,160
Có cây bãi	0,110	-	0,200
3. Sông lớn			
Không có bãi bồi trong lòng sông	0,025	-	0,060

th Moody



Kiểu					
ξ	0.5	1	1.5	3	0.05

Kiểu				
ξ	0.1	0.15	2	3