

Aulas #4 e #5: Canais – Escoamento permanente e uniforme

Conteúdo da aula

1. Introdução
2. Equações de resistência
3. Dimensionamento de canais

1 Introdução

Escoamento permanente e uniforme:

Parâmetros hidráulicos constantes: área molhada, altura d'água, etc. ao longo das várias seções do canal.

Ocorre apenas em condições de equilíbrio dinâmico: balanço entre força aceleradora e força de resistência. Comprimento do canal deve ser razoável (longo) e prismático. A declividade e a rugosidade devem ser constantes.

2 Equações de resistência

Equilíbrio de forças na direção do escoamento

Peso próprio, forças hidrostáticas (pressão) e atrito (tensão de cisalhamento)

Segunda Lei de Newton $\Sigma F_x = 0$

Equações importantes: $\tau_o = \gamma R_h I_o$ e $\tau_o = \gamma R_h I_f$

Fórmula de Chézy $V = C\sqrt{R_h I_o}$ ou $Q = A \cdot C\sqrt{R_h I_o}$

Fórmula de Manning: resultados experimentais → definiu como calcular o valor do coeficiente C (Chézy)

→ para escoamentos permanentes, uniformes e turbulento rugosos, com $Re_y^* > 70$

$$\frac{nQ}{\sqrt{I_o}} = AR_h^{2/3}$$

3 Dimensionamento de canais

Parâmetros de forma:

$$A = \alpha \lambda^2$$

$$R_h = \beta \lambda$$

α e β são parâmetros de forma do canal.

Reescrevendo Manning:

$$\frac{nQ}{\sqrt{I_o}} = \alpha \beta^{2/3} \lambda^{8/3}$$

Sendo: $R = \alpha \beta^{2/3}$ e $L = \frac{nQ}{\sqrt{I_o}}$, temos: $\lambda = \left(\frac{L}{R}\right)^{3/8}$

Coeficiente dinâmico, inclui apenas parâmetros do escoamento:

$$M = L^{3/8}$$

Coeficiente de forma, inclui apenas parâmetros da seção:

$$K = R^{3/8}$$

Logo: $\lambda = M/K$

3.1 Canais trapezoidais

Dimensão característica $\lambda = y_o$

Razão de aspecto $m = b/y_o$

Inclinação do talude $Z = \cot g \alpha$

Área $A = (m + Z)y_o^2$

$$K = \left[\frac{(m + Z)^{5/3}}{(m + 2\sqrt{1 + Z^2})^{2/3}} \right]^{3/8}$$

Logo, Manning de forma compacta para canais trapezoidais:

$$y_o = \frac{M}{K} \text{ em que } M = \left(\frac{nQ}{\sqrt{I_o}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$Z = 0$ (retangular)

$m = 0$ (triangular)

K (tabela 8.2) ou coloque as equações em sua calculadora.

3.2 Canais circulares

Dimensão característica $\lambda = D$

Lâmina d'água relativa y_o/D

$$\text{Área } A = \frac{D^2(\theta - \sin\theta)}{8}$$

Dimensões: $\theta = 2 \arccos(1 - \frac{2y_o}{D})$ e $B = D \sin \theta / 2$

$$K_1 = \left\{ \left[\frac{(\theta - \sin\theta)}{8} \right] \left[\frac{\left(1 - \frac{\sin\theta}{\theta}\right)}{4} \right]^{2/3} \right\}^{3/8}$$

$$D = \frac{M}{K_1} \text{ em que } M = \left(\frac{nQ}{\sqrt{I_o}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

K1 (tabela 8.1) ou coloque as equações em sua calculadora.

4 Exercícios propostos

Problemas 8.2 e 8.6