ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

- PQI 3203 Fenômenos de Transporte I

Ardson dos Santos Vianna Júnior - ASVJ
e-mail: ardson@usp.br

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Aula 15.4 – Deduções para Equações para leitos

PQI 3203 Fenômenos de Transporte

Equações para perda de carga

1. Carman-Kozeny (CK)
2. Burke-Plummer (BP)
3. Ergun

Burke-Plummer

- Fluxo turbulento
- Partir do fator de fricção para tubos

- $f = \frac{F_k}{A\,k}$ F_k força relacionada com a E.C.; A- área caraterística; K=E.C./volume

1. Tubos
2. Corpos sólidos
3. leitos

- Leitos: $f = \frac{1}{2}\frac{D}{L}\frac{\mathcal{P}_o - P_L}{{}^1\!/_2\,\rho\,\bar{v}^2} = c^{te}$

Burke-Plummer

1. Adaptações

    1. Diâmetro: raio hidráulico
    2. Partícula não esférica
    3. Velocidade superficial e dentro dos canais
    4. Características do leito - ε

Burke-Plummer

1. Diâmetro: raio hidráulico ou diâmetro equivalente

D_{eq} = (área livre)/(perímetro molhado)

se x(L/L) $\longrightarrow$ D_{eq} = 4 (volume total de vazios)/(área superficial total), mas

$$\varepsilon = \frac{vol.vazios}{vol.vazios + volume\ total\ de\ particulas}$$

$$\frac{1}{\varepsilon} = 1 + \frac{volume\ total\ de\ particulas}{vol.vazios} \longrightarrow \quad \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} vol.vazios = N_P V_P$$

Burke-Plummer

1. Partícula não esférica

$$vol.vazios = N_P V_P \frac{\varepsilon}{1-\varepsilon}$$

$$D_{eq} = \frac{4\,vol.vazios}{area\ total} = \frac{4\,N_P V_P \frac{\varepsilon}{1-\varepsilon}}{N_P A_P} = \frac{4\,V_P\,\varepsilon}{A_P\,(1-\varepsilon)}$$

2. Definição de esfericidade (ψ): $\psi = \dfrac{6\,V_P}{D_P\,A_P}$, logo

$$D_{eq} = \frac{4\,\varepsilon}{(1-\varepsilon)} \frac{\psi\,D_P}{6}$$

Burke-Plummer

1. Velocidade superficial e dentro dos canais

Def: velocidade superficial (v_s) eh a velocidade que se teria se o duto fosse vazio

$$v_s = \varepsilon \, \bar{v}$$

Burke-Plummer

- Juntando tudo

- Tubos: $$\frac{1}{2}\frac{D_{eq}}{L}\;\frac{\mathcal{P}_o-\mathcal{P}_L}{{}^{1}\!/_{2}\,\rho\;{}^{v_s^2}\!/_{\varepsilon^2}}=k_2$$

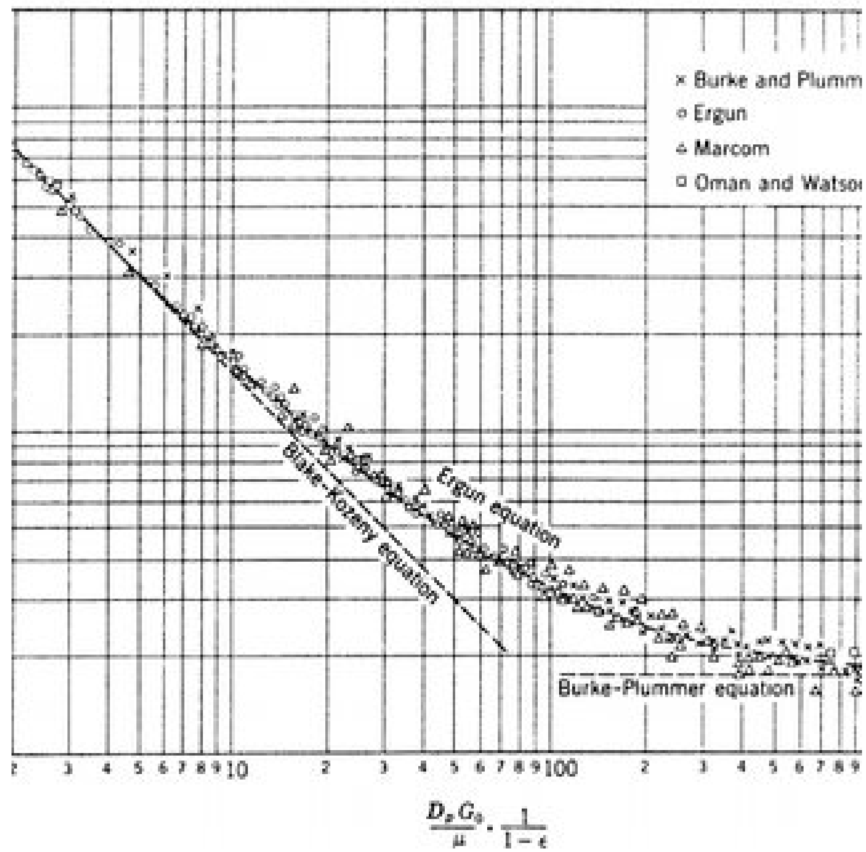
$$\frac{\mathcal{P}_o-\mathcal{P}_L}{L}=\frac{K_2\,\rho\,(1-\varepsilon)\,v_s^2}{\varepsilon^3\,\psi\,D_P}$$

Burke-Plummer

- Modelo semiempírico

- K2 = 4.75

$$\frac{\mathcal{P}_o - \mathcal{P}_L}{L} = \frac{4.75\, \rho\, (1-\varepsilon)\, v_s^2}{\varepsilon^3\, \psi\, D_P}$$



Conclusões

- Modelo semiempírico
- Ponto de partida: fluxo turbulento
- Considerar leito

Bibliografia

- CREMASCO, M.A. **Operações Unitárias em Sistemas Particulados e Fluidomecânicos**, Blucher, 2012.

- JM Coulson, JF Richardson, JR Backhurst, JH Harker, Chemical Engineering: Vol. 2. Particle Technology and Separation Processes, 6th ed., Butterworth-Heinemann, 2019.

- Foust, Wenzel, Clump et al., Princípios das Operações Unitárias, LTC; 2ª edição, 1982.