

Задача № 7

Обчислити, у скільки разів зміняться втрати тиску у трубопроводі при динамічних в'язкостях рідини 68 і 16 мПа·с. Відомо : діаметр викидної лінії 150 мм, довжина – 7840 м, густина рідини 960 кг/м³, витрата рідини 1750 м³/доб.

Дано :

$$\mu_1 := 68 \cdot 10^{-3} \quad \text{Па} \cdot \text{с}$$

$$\mu_2 := 16 \cdot 10^{-3} \quad \text{Па} \cdot \text{с}$$

$$\rho_p := 960 \quad \text{кг/м}^3$$

$$d := 0.15 \quad \text{м}$$

$$Q := 1750 \quad \text{м}^3/\text{доб}$$

$$L := 7840 \quad \text{м}$$

Визначити : $\Delta P_{\text{тр}1}/\Delta P_{\text{тр}2}$ - ?

Розв'язок

Визначаємо швидкість руху рідини у трубопроводі

$$V := \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2 \cdot 86400} \quad V := \frac{4 \cdot 1750}{\pi \cdot 0.15^2 \cdot 86400} \quad V = 1.146 \quad \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Визначаємо числа Рейнольдса

$$Re_1 := \frac{V \cdot d \cdot \rho_p}{\mu_1} \quad Re_1 := \frac{1.146 \cdot 0.15 \cdot 960}{68 \cdot 10^{-3}} \quad Re_1 = 2426.8$$

$$Re_2 := \frac{V \cdot d \cdot \rho_p}{\mu_2} \quad Re_2 := \frac{1.146 \cdot 0.15 \cdot 960}{16 \cdot 10^{-3}} \quad Re_2 = 10314$$

$$Re_1 > Re_{кр}$$

$$Re_2 > Re_{кр}$$

$$Re_{кр} = 2320$$

Визначаємо коефіцієнти гідравлічного опору :

$$\lambda_1 := \frac{0.3164}{Re_1^{0.25}}$$

$$\lambda_1 := \frac{0.3164}{2426.8^{0.25}}$$

$$\lambda_1 = 0.045$$

$$\lambda_2 := \frac{0.3164}{Re_2^{0.25}}$$

$$\lambda_2 := \frac{0.3164}{10314^{0.25}}$$

$$\lambda_2 = 0.031$$

Визначаємо втрати тиску на тертя для двох випадків, тобто для μ_1 і μ_2 :

$$\Delta P_{тр1} := \lambda_1 \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \rho_p = 0.045 \cdot \frac{7840}{0.15} \cdot \frac{1.146^2}{2} \cdot 960 = 1.483 \times 10^6 \quad \text{Па}$$

$$\Delta P_{тр2} := \lambda_2 \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \rho_p = 0.031 \cdot \frac{7840}{0.15} \cdot \frac{1.146^2}{2} \cdot 960 = 1.021 \times 10^6 \quad \text{Па}$$

$$\text{Таким чином} \quad \Delta P_{тр1} / \Delta P_{тр2} = \frac{(1.483 \cdot 10^6)}{(1.021 \cdot 10^6)} = 1.45 \quad \text{раз}$$

$$\text{Відповідь :} \quad \Delta P_{тр1} / \Delta P_{тр2} = 1.45 \quad \text{раз}$$