

Задача № 1

В похилому промисловому колекторі із висхідним потоком транспортується дегазована нафта. Визначити тиск на виході насоса, якщо тиск в кінці колектора 0,75 МПа, величина перепаду висот точок початку і кінця колектора 120 м, густина нафти 860 кг/м³; коефіцієнт динамічної в'язкості нафти 2,1 мПа·с, витрата нафти 1390 м³/доб; довжина колектора 6300 м; діаметр колектора 0,12 м.

Дано :

$$P_2 := 0.75 \cdot 10^6 \quad \text{Па}$$

$$\Delta z := 120 \quad \text{м}$$

$$\mu_H := 2.1 \cdot 10^{-3} \quad \text{Па} \cdot \text{с}$$

$$\rho_H := 860 \quad \text{кг/м}^3$$

$$L := 6300 \quad \text{м}$$

$$d := 0.12 \quad \text{м}$$

$$Q_H := 1390 \quad \text{м}^3/\text{доб}$$

$$g := 9.81 \quad \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Визначити : P_1 - ?

Розв'язок

Запишемо формулу для визначення тиску на виході насоса (тобто на початку трубопроводу) :

$$P_1 = P_2 + \Delta P_{\text{тр}} + \rho_H \cdot g \cdot \Delta z \quad (1)$$

Визначаємо швидкість руху рідини у промисловому колекторі :

$$V := \frac{4 \cdot Q_H}{\pi \cdot d^2 \cdot 86400} \quad V := \frac{4 \cdot 1390}{\pi \cdot 0.12^2 \cdot 86400} \quad V = 1.422 \quad \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Визначаємо число Рейнольдса :

$$\text{Re} := \frac{V \cdot d \cdot \rho_H}{\mu_H} \quad \text{Re} := \frac{1.422 \cdot 0.12 \cdot 860}{2.1 \cdot 10^{-3}} \quad \text{Re} = 69881.1$$

$$\text{Re} > \text{Re}_{\text{кр}} \quad \text{Re}_{\text{кр}} = 2320$$

Визначаємо коефіцієнт гідравлічного опору :

$$\lambda := \frac{0.3164}{\text{Re}^{0.25}} \quad \lambda := \frac{0.3164}{69881.1^{0.25}} \quad \lambda = 0.0195$$

Визначаємо втрати тиску на тертя :

$$\Delta P_{\text{тр}} := \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \rho_H = 0.0195 \cdot \frac{6300}{0.12} \cdot \frac{1.422^2}{2} \cdot 860 = 8.9 \times 10^5 \quad \text{Па}$$

Підставляємо числові значення у формулу (1) і отримаємо :

$$P_1 := P_2 + \Delta P_{\text{тр}} + \rho_H \cdot g \cdot \Delta z = 0.75 \times 10^6 + 8.9 \times 10^5 + 860 \cdot 9.81 \cdot 120 = 2.65 \times 10^6 \quad \text{Па}$$

$$\text{Відповідь:} \quad P_1 = 2.65 \times 10^6 \quad \text{Па}$$

