

## Задача № 15

В похилому промисловому колекторі із висхідним потоком транспортується дегазована нафта. Визначити тиск в кінці колектора, якщо тиск на виході насоса становить 1,8 МПа, густина нафти  $875 \text{ кг/м}^3$ ; коефіцієнт динамічної в'язкості нафти  $3,2 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ , витрата нафти  $1210 \text{ м}^3/\text{доб}$ ; величина перепаду висот точок початку і кінця колектора  $45 \text{ м}$ , довжина колектора  $6750 \text{ м}$ ; діаметр колектора  $0,12 \text{ м}$ .

Дано :

$$P_1 = 1.8 \times 10^6 \quad \text{Па}$$

$$\mu_H := 3.2 \cdot 10^{-3} \quad \text{Па}\cdot\text{с}$$

$$\rho_H := 875 \quad \text{кг/м}^3$$

$$L = 6750 \quad \text{м}$$

$$d = 0.12 \quad \text{м}$$

$$Q_H = 1210 \quad \text{м}^3/\text{доб}$$

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

$$\Delta z = 45 \quad \text{м}$$

Визначити :  $P_2$  – ?

Розв'язок

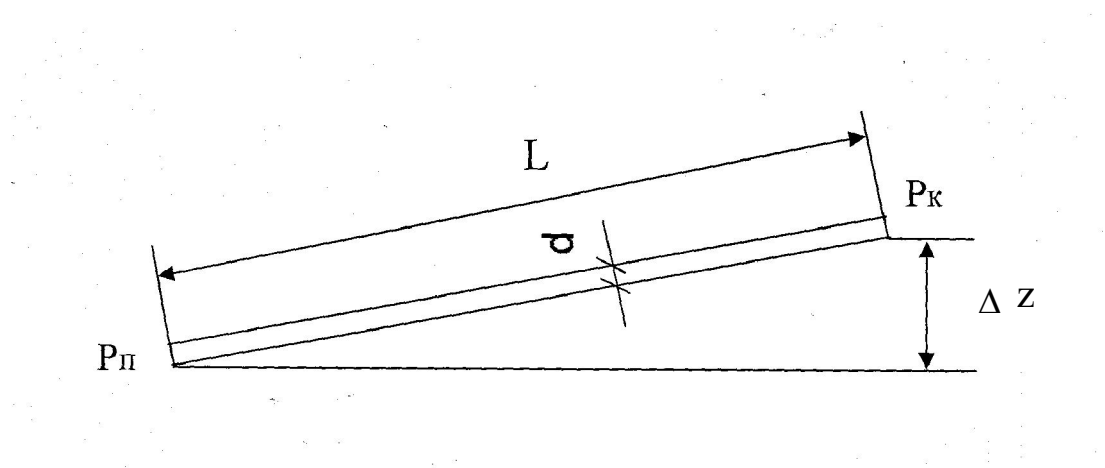
Запишемо формулу для визначення тиску на виході насоса (тобто на початку колектора) :

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

Тиск в кінці колектора :

$$P_2 = P_1 - \Delta P_{\text{тр}} - \rho_H \cdot g \cdot \Delta z \quad (2)$$

Рисунок



Необхідно визначити втрати тиску на тертя  $\Delta P_{\text{тр}}$ .

Визначаємо швидкість руху рідини у промисловому колекторі :

$$V := \frac{4 \cdot Q_{\text{н}}}{\pi \cdot d^2 \cdot 86400} = \frac{4 \cdot 1210}{\pi \cdot 0.12^2 \cdot 86400} = 1.238 \quad \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Визначаємо число Рейнольдса :

$$\text{Re} := \frac{V \cdot d \cdot \rho_{\text{н}}}{\mu_{\text{н}}} = \frac{1.238 \cdot 0.12 \cdot 875}{3.2 \cdot 10^{-3}} = 40621.9$$

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

Визначаємо коефіцієнт гідравлічного опору :

$$\lambda := \frac{0.3164}{\text{Re}^{0.25}} \quad \lambda := \frac{0.3164}{40621.9^{0.25}} \quad \lambda = 0.0223$$

Визначаємо втрати тиску на тертя :

$$\Delta P_{\text{тр}} := \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \rho_{\text{н}} = 0.0223 \cdot \frac{6750}{0.12} \cdot \frac{1.238^2}{2} \cdot 875 = 8.4 \times 10^5 \quad \text{Па}$$

Підставляємо числові значення у формулу (2) і отримаємо :

$$P_2 := P_1 - \Delta P_{\text{тр}} - \rho_{\text{н}} \cdot g \cdot \Delta z = 1.8 \times 10^6 - 8.4 \times 10^5 - 875 \cdot 9.81 \cdot 45 = 5.7 \times 10^5 \quad \text{Па}$$

$$\text{Відповідь : } P_2 = 5.7 \times 10^5 \quad \text{Па}$$