

1. Printr-o conductă cu diametrul interior de 100 mm se pompează  $36 \text{ m}^3/\text{h}$  ulei mineral cu densitatea de  $960 \text{ kg/m}^3$  și viscozitatea de  $3,43 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ . Lungimea totală a conductei este de 400 m. Distanța pe verticală între vasul din care se face aspirația ( $P_1 = 760 \text{ mm Hg}$ ) și cel în care pompa refulează ( $P_2 = 4 \text{ ata}$ ) este de 10 m. Randamentul total al instalației de pompare este de 65%. Să se calculeze puerea necesară a pompei știind că pierderea de presiune prin rezistențele hidraulice locale (coturi, armături etc.) este de 200 kPa.
2. Să se calculeze viteza de sedimentare a unor particule individuale, de formă sferică, având  $d_p = 0,5 \text{ mm}$  și  $\rho_p = 2,3 \text{ g/cm}^3$ . Sedimentarea se face într-un lichid cu densitatea de  $1500 \text{ kg/m}^3$  și viscozitatea de  $2 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ .
3. Care este viteza de sedimentare în câmp de forțe centrifugal a unor particule sferice individuale având  $d_p = 10 \text{ }\mu\text{m}$  și  $\rho_p = 2500 \text{ kg/m}^3$ . Sedimentarea are loc în apă ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $\mu = 1 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ ). Se consideră că sedimentarea decurge în domeniul Stokes, iar accelerația centrifugală este de 100 de ori mai mare decât cea gravitațională.

## REZOLVARE

### Problema 1:

Puterea necesară:

$$N = \frac{M_V \cdot \Delta P_T}{1000 \cdot \eta} \text{ [kW]}$$

$$M_V = 36 \text{ m}^3/\text{h} = \frac{36}{3600} \text{ m}^3/\text{s} = 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta P_T = \Delta P_G + \Delta P_S + \Delta P_D + \Delta P_{fr}$$

$$\Delta P_G = \rho \cdot g \cdot H_G = 960 \times 9,81 \times 10 = 94176 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_S = P_2 - P_1 = 4 \text{ ata} - 760 \text{ mm Hg} = (4 \times 9,81 \cdot 10^4 - 1,013 \cdot 10^5) \text{ Pa} = 291100 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_D = \frac{1}{2} v^2 \cdot \rho = 0,5 \times v^2 \times 960 \text{ Pa} = 0,5 \times 1,27^2 \times 960 = 774,192 \text{ Pa}$$

$$v = \frac{M_V}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4M_V}{\pi d^2} = \frac{4 \times 0,01}{\pi \times 0,1^2} = 1,27 \text{ m/s}$$

$$\Delta P_{fr} = \Delta P_{lin} + \Delta P_{rhl}$$

$$\Delta P_{lin} = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho; \lambda = f(\text{Re}); \text{Re} = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu} = \frac{960 \times 1,27 \times 0,1}{3,43} = 35,54$$

Întrucât  $\text{Re} < 2300$ , regimul este laminar:  $\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$

$$\Delta P_{lin} = \frac{64}{\text{Re}} \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho = \frac{64 \cdot \mu \cdot L \cdot v^2 \cdot \rho}{2 \cdot \rho \cdot v \cdot d^2} = 32 \frac{\mu \cdot L \cdot v}{d^2} = \frac{32 \times 400 \times 1,27}{0,01} = 1625600 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{rhl} = 200000 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{fr} = \Delta P_{lin} + \Delta P_{rhl} = (1625600 + 200000) \text{ Pa} = 1825600 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_T = \Delta P_G + \Delta P_S + \Delta P_D + \Delta P_{fr} = (94176 + 291100 + 774,192 + 1825600) \text{ Pa} \\ = 221650,192 \text{ Pa} = 221,650192 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$N = \frac{M_V \cdot \Delta P_T}{1000 \cdot \eta} = \frac{0,01 \times 221650,192}{1000 \times 0,65} = 34,026 \text{ kW}$$

### **Problema 2:**

Se determină valoarea criteriului Arhimede:

$$\begin{aligned} \text{Ar} &= \text{Ga} \cdot \frac{\Delta\rho}{\rho_m} = \frac{\text{Re}^2}{\text{Fr}} \cdot \frac{(\rho_p - \rho_m)}{\rho_m} = \frac{(\rho_p - \rho_m) \cdot \rho_m}{\mu_m^2} \cdot d_p^3 \cdot g = \\ &= \frac{(2300 - 1500) \times 1500}{2^2} \times (0,5 \cdot 10^{-3})^3 \times 9,81 = 3,6 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

Din grafic se determină  $\text{Li} = f(\text{Ar}) \rightarrow \text{Li} = 0,0001$ ;

Din valoarea criteriului Liascenko se calculează viteza de sedimentare:

$$v_0 = \sqrt[3]{\frac{\text{Li} \cdot \mu_m \cdot (\rho_p - \rho_m) \cdot g}{\rho_m^2}} = \sqrt[3]{\frac{0,0001 \times 2 \times (2300 - 1500) \times 9,81}{1500^2}} = 9,3 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

$$v_{0,G} = \frac{1}{18} \cdot \frac{(\rho_p - \rho_m)}{\mu_m} \cdot d_p^2 \cdot g = \frac{(2300 - 1500) \cdot (0,5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 9,81}{18 \cdot 2} = 54,5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

### **Problema 3:**

Viteza de sedimentare în domeniul Stokes:

$$v_{0,G} = \frac{1}{18} \cdot \frac{(\rho_p - \rho_m)}{\mu_m} \cdot d_p^2 \cdot g \text{ în câmp gravitațional}$$

$$v_{0,C} = \frac{1}{18} \cdot \frac{(\rho_p - \rho_m)}{\mu_m} \cdot d_p^2 \cdot (2\pi \cdot n)^2 \cdot R \text{ în câmp centrifugal}$$

Accelerația câmpului centrifugal = 100g  $\rightarrow$

$$v_{0,C} = \frac{1}{18} \cdot \frac{(\rho_p - \rho_m)}{\mu_m} \cdot d_p^2 \cdot 100g = \frac{(2500 - 1000) \times (10 \cdot 10^{-6})^2 \times 100 \times 9,81}{0,001} \cong 0,15 \text{ m/s}$$