

### Problema 1.

Un decantor longitudinal se alimentează continuu cu o suspensie de nisip în apă, în vederea separării particulelor de nisip. Particulele de nisip se consideră a fi sferice, având diametrul maxim de 2 mm și densitatea de 2500 kg/m<sup>3</sup>. Densitatea apei, în condițiile procesului este de 1000 kg/m<sup>3</sup>, iar viscozitatea de 1 mPa.s.

- Să se calculeze viteza de sedimentare a particulelor de nisip, știind că acestea sedimentează individual, în conformitate cu legea lui Stokes;
- Știind că viteza de înaintare a suspensiei prin decantor este de 0,2 m/s, la ce distanță de intrarea în decantor sedimentează particulele de nisip a căror viteză de sedimentare este de 10 mm/s, înălțimea utilă a decantorului fiind de 1 m.
- Calculați diametrul particulelor sedimentate în condițiile punctului b.

#### Rezolvare:

- a. Legea lui Stokes:

$$v_0 = [(\rho_p - \rho_l) \times (d_p)^2 \times g] / (18 \times \mu_l)$$

în care:

$v_0$  – viteza de sedimentare, m/s;

$\rho_p$  – densitatea particulelor sferice de nisip;  $\rho_p = 2500 \text{ kg/m}^3$ ;

$\rho_l$  – densitatea apei;  $\rho_l = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;

$d_p$  – diametrul particulelor sferice de nisip;  $d_p = 2 \text{ mm} = 0,002 \text{ m}$ ;

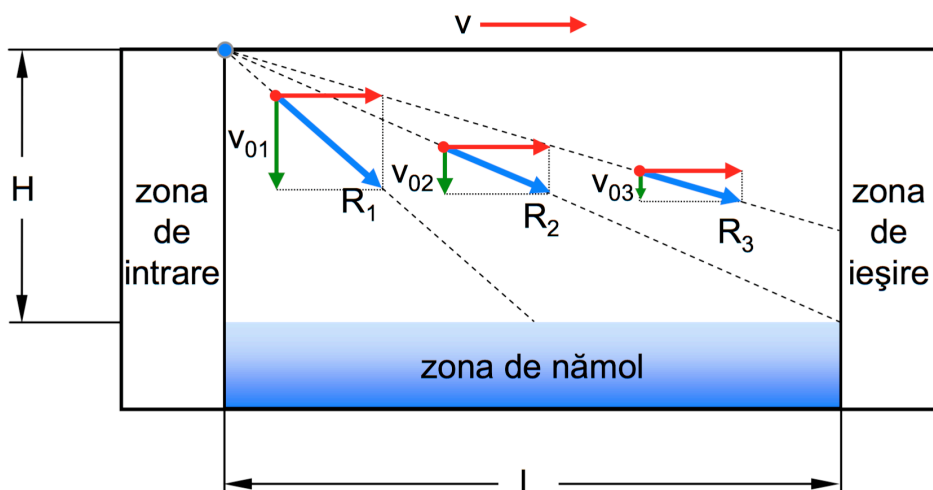
$g = 9,81 \text{ m/s}^2$  – accelerația gravitațională;

$\mu_l$  – viscozitatea apei;  $\mu_l = 1 \text{ mPa.s} = 1 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$

Înlocuind valorile numerice în legea lui Stokes:

$$v_0 = [(2500 - 1000) \times (0,002)^2 \times 9,81] / (18 \times 1 \times 10^{-3}) = 3,27 \text{ m/s}$$

- b. Conform schiței, din congruența triunghiurilor rezultă:  $v_0/v = H/L$



$$v = 0,2 \text{ m/s}$$

$$v_0 = 10 \text{ mm/s} = 0,01 \text{ m/s}$$

$$H = 1 \text{ m}$$

$$v_0/v = H/L, \text{ de unde: } L = v \times H / v_0 = 0,2 \times 1 / 0,01 = 20 \text{ m}$$

Particulele de nisip a căror viteză de sedimentare este de 10 mm/s se vor depune la o distanță de 20 m de la intrarea în decantor.

c. Viteza de sedimentare fiind de 0,01 m/s, se explicitează  $d_p$  din legea lui Stokes:

$$d_p = \{(18 \times v_0 \times \mu_l) / [(\rho_p - \rho_l) \times g]\}^{1/2}$$

Înlocuind valorile numerice:

$$d_p = \{(18 \times 0,01 \times 0,001) / [(2500 - 1000) \times 9,81]\}^{1/2} = 0,11 \times 10^{-3} \text{ m} = 0,11 \text{ mm}$$

Se verifică dacă sedimentarea decurge într-adevăr conform legii lui Stokes, calculându-se valoarea criteriului Reynolds:

$$Re = \rho_l \times v_0 \times d_p / \mu_l = 1000 \times 0,01 \times 0,11 \times 10^{-3} / (1 \times 10^{-3}) = 1,1$$

Legea lui Stokes (sedimentare în regim laminar) este valabilă pentru valori Re cuprinse între  $10^{-4}$  și 1. Cum valoarea criteriului Re este foarte apropiată de 1, putem considera că sedimentarea decurge în regim laminar.

### **Problema 2.**

Să se calculeze puterea necesară a unui agitator tip ancoră (având constantele:  $c = 6,2$  ;  $m = 0,25$  ) care trebuie să amestece un lichid newtonian cu densitatea de 1,5 kg/L și viscozitatea de 2000 Pa.s, la o turație de 120 rot/min. Ancora are diametrul de 1 m. Cum se modifică puterea necesară dacă:

- Turația ancorei se reduce la jumătate;
- Turația ancorei se dublează.

#### Rezolvare:

Ecuția criterială care descrie procesul de amestecare și în agitatoarele cu ancoră este:

$$Eu_{ag} = c \times (Re_{Ag})^{-m} = c / (Re_{Ag})^m \text{ cu } c = 6,2 \text{ și } m = 0,25, \text{ în care:}$$

$$Eu_{ag} = N / (\rho \times n^3 \times d^5)$$

$$Re_{Ag} = \rho \times n \times d^2 / \mu$$

$N$  = puterea necesară (W);

$n$  = turația agitatorului ( $s^{-1}$ );  $n = 120 \text{ rot/min} = 2 \text{ s}^{-1}$ ;

$d$  = diametrul ancorei (m) = 1 m;

$\rho$  = densitatea lichidului ( $kg/m^3$ ) = 1500  $kg/m^3$ ;

$\mu$  = viscozitatea dinamică a lichidului (Pa.s) = 2000 Pa.s

Din aceste ecuații rezultă relația de calcul a puterii necesare:

$$N = Eu_{ag} \times \rho \times n^3 \times d^5$$

Înlocuind pentru  $n = 2 \text{ s}^{-1}$ ;  $n = 1 \text{ s}^{-1}$ ;  $n = 4 \text{ s}^{-1}$ :

$n [s^{-1}]$	$Re_{Ag}$	$Eu_{Ag}$	$N [W]$	$N [kW]$
1	0,75	6,66	9990	~ 10
2	1,50	5,60	67200	~ 67,2
4	3,00	4,71	452160	~ 453