

OSF OPERAÇÕES SÓLIDO-FLUIDO SOLID FLUID OPERATIONS

LEQB/MEQB, 2024.25

Chemical and Biological Engineering Section , Department of Chemistry, FCT/NOVA

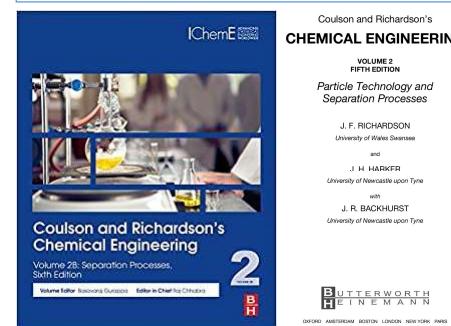
Isabel Esteves

Instructor - Filtration

• Prof. Isabel Esteves (TP, P2, P3)

- Office 226 DQ/Lab 513 DQ
- Email: i.esteves@fct.unl.pt

Book C&R
J.M. Coulson and J.F. Richardson, Chemical Engineering, II Vol., 5^a Ed., 2002, Elsevier Butterworth-Heinemann



TP Plan

IE

Filtration

2 classes

Test 2
30.nov.2024

OSF-FCTUNL

3

Filtration 1/2

OSF-EQB-FCT NOVA-IE

4

 $m_s/\text{kg água}$ **Problema 1** ρ_s μ

- H, d* β, t a) Envia-se uma polpa, contendo 0.2 kg de sólido (densidade 3000 kg/m^3) por kg de água, para um filtro rotativo de tambor com 0.6 m de comprimento e 0.6 m de diâmetro. O tambor roda a uma volta em 350 segundos e 20% da superfície filtrante está em contacto com a polpa em qualquer instante. Se se produzir filtrado ao caudal de 0.125 kg/s e se o bolo tiver uma porosidade de 0.5, que espessura de bolo (e) se forma quando se filtra com um vácuo de 35 kN/m^2 ? P
- b) Determine a resistência específica do bolo (r).
- c) O filtro rotativo avaria e há que efectuar a operação temporariamente num filtro prensa com caixilhos quadrados de 0.3 m. A prensa leva 100 s a desmontar e 100 s a montar novamente e, além disso, são precisos 100 s para retirar o bolo de cada caixilho. Se se pretender realizar a filtração à mesma velocidade global como antes, com uma pressão de funcionamento de 275 kN/m^2 , qual é o número mínimo de caixilhos que se deve usar e qual é a espessura de cada um deles? Supor os bolos incompressíveis e desprezar a resistência do meio filtrante. P

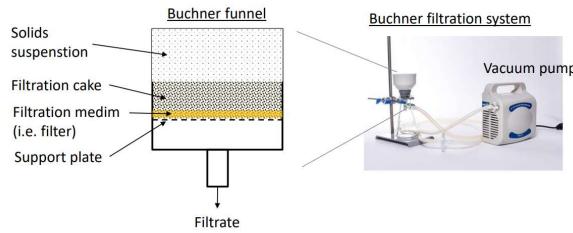
 $m_s/\text{kg água}$ **Problema 1** ρ_s μ

- H, d* β, t a) Envia-se uma polpa, contendo 0.2 kg de sólido (densidade 3000 kg/m^3) por kg de água, para um filtro rotativo de tambor com 0.6 m de comprimento e 0.6 m de diâmetro. O tambor roda a uma volta em 350 segundos e 20% da superfície filtrante está em contacto com a polpa em qualquer instante. Se se produzir filtrado ao caudal de 0.125 kg/s e se o bolo tiver uma porosidade de 0.5, que espessura de bolo (e) se forma quando se filtra com um vácuo de 35 kN/m^2 ? P
- b) Determine a resistência específica do bolo (r).
- c) O filtro rotativo avaria e há que efectuar a operação temporariamente num filtro prensa com caixilhos quadrados de 0.3 m. A prensa leva 100 s a desmontar e 100 s a montar novamente e, além disso, são precisos 100 s para retirar o bolo de cada caixilho. Se se pretender realizar a filtração à mesma velocidade global como antes, com uma pressão de funcionamento de 275 kN/m^2 , qual é o número mínimo de caixilhos que se deve usar e qual é a espessura de cada um deles? Supor os bolos incompressíveis e desprezar a resistência do meio filtrante. P

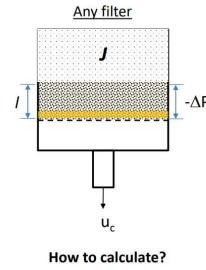
Problema 1.a

Filtration

The separation of solids from a suspension by means of a porous medium (i.e. filter) or screen which retain the solids and allows the liquid to pass is termed **filtration**. The pore size of the filter is in general larger than the particles. The filter works efficiently only after the deposit of some particles inside the filter pores.



General filtration equation



J – concentration of solids, kg-solids/kg-suspension
 l – cake length, m
 A – filter area, m^2
 $(-\Delta P)$ – pressure drop across filter cake, N/m^2
 u_c – filtration rate, m/s

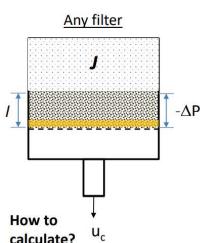
$$u_c = \frac{1}{K'' S_B^2 \mu} \frac{e^3}{l} (-\Delta P)$$

Kozeny Eq. Because filtration is slow thus laminar regime

Attention: l increases over time thus not constant as in fixed bed columns!!!!!!

Problema 1.a

General filtration equation



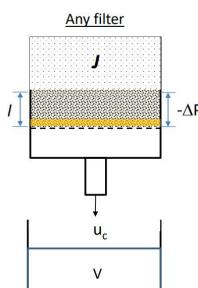
$$u_c = \frac{1}{K'' S_B^2 \mu} \frac{e^3}{l} (-\Delta P)$$

$$r = \frac{K'' S_B^2}{e^3} = \text{Cake specific resistance, } \text{m}^{-2}$$

The cake specific resistance is typically obtained from a lab scale experiment

$$u_c = \frac{(-\Delta P)}{r \mu l}$$

General filtration equation



$$u_c = \frac{(-\Delta P)}{r \mu l}$$

$$u_c = \frac{1}{A} \frac{dV}{dt}$$

Volumetric flow rate $[\text{m}^3/\text{s}]$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{A(-\Delta P)}{r \mu l}$$

General filtration
Equation neglecting
filter medium
resistance

$V (\text{m}^3)$ - Volume of filtrate recovered over time $t (\text{s})$

→ The higher the $r [\text{m}^{-2}]$ the more difficult is the flow of the fluid across the bed. The value of r is normally obtained from a lab experiment.

Problema 1.a

Para bolos incompressíveis, o **volume do bolo por unidade de volume de filtrado, ν** , é dado por

Incompressible/compressible filter cake

FCT FEDERACAO DE CIENTIFICOS DA NOVA

Incompressible filter cake: The cake porosity is constant.	$r = \text{constant}$ $\nu = \frac{Al}{V} = \frac{\text{volume of cake}}{\text{volume of filtrate}} = \text{constant}$ $\Rightarrow l = \nu \frac{V}{A}$ (cake height)
Compressible filter cake: The cake porosity decreases with increasing P.	$r = r'(-\Delta P)^n$ Cake resistance increases with $(-\Delta P)$ $\nu = \frac{Al}{V} = \frac{\text{volume of cake}}{\text{volume of filtrate}} \neq \text{constant}$

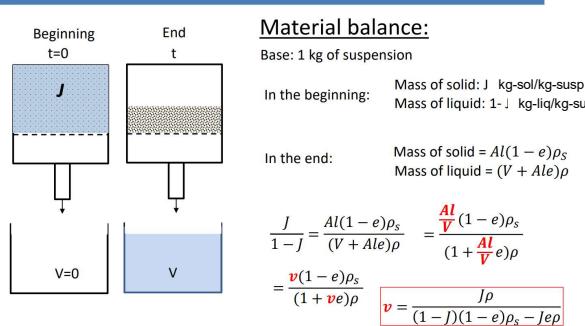
$$\nu = \frac{Al}{V}$$

Como estimamos então ν ?

Problema 1.a

Sabemos que ν se relaciona com a porosidade do bolo (e), a concentração de sólidos em suspensão (J), e as massas específicas do sólido e do fluido, ρ_s e ρ , respectivamente.

FCT estimation of $\nu = \frac{Al}{V} = \frac{\text{cake volume}}{\text{filtrate volume}}$



$$\nu = \frac{J\rho}{(1-J)(1-e)\rho_s - Jep}$$

J – fração mássica de sólidos em suspensão
 $(1 - J)$ – fração mássica de líquido na suspensão
 V – volume de filtrado

Problema 1.a

J – fração mássica de sólidos em suspensão
 $(1 - J)$ – fração mássica de líquido na suspensão

$$\frac{J}{1-J} = 0.2 \frac{\text{kg sólido}}{\text{kg água}}$$



$$J = 0.167 \frac{\text{kg sólido}}{\text{kg suspensão}}$$

- a) Envia-se uma polpa, contendo 0.2 kg de sólido (densidade 3000 kg/m³) por kg de água, para um filtro rotativo de tambor com 0.6 m de comprimento e 0.6 m de diâmetro. O tambor roda a uma volta em 350 segundos e 20% da superfície filtrante está em contacto com a polpa em qualquer instante. Se se produzir filtrado ao caudal de 0.125 kg/s e se o bolo tiver uma porosidade de 0.5, que espessura de bolo (l) se forma quando se filtra com um vácuo de 35 kN/m²?

Pergunta: Como deduzir

$$v = \frac{J\rho}{(1 - J)(1 - e)\rho_s - Jep} ?$$

J – fração mássica de sólidos em suspensão
 $(1 - J)$ – fração mássica de líquido na suspensão
 V – volume de filtrado

Para um bolo de espessura l , e após remover o V filtrado, temos

$$\text{volume de bolo} = Al$$

$$\text{volume de sólido no bolo} = Al(1 - e)$$

$$\text{volume de líquido retido no bolo} = Ale$$

$$\text{volume total líquido} = V + Ale$$

$$v = \frac{Al}{V}$$

Para 1kg de suspensão e se a concentração de sólido na suspensão for constante:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{massa de sólido no bolo} = Al(1 - e)\rho_s \\ \text{massa líq. retirado da suspensão} = (V + Ale)\rho \end{array} \right.$$

$$\rightarrow \frac{J}{1 - J} = \frac{Al(1 - e)\rho_s}{\rho(V + Ale)} = \frac{\frac{Al}{V}(1 - e)\rho_s}{\rho\left(1 + \frac{Al}{V}e\right)}$$

Pergunta: Como deduzir

$$\nu = \frac{J\rho}{(1-J)(1-e)\rho_s - J\rho} ?$$

$$\nu = \frac{Al}{V}$$

J – fração mássica de sólidos em suspensão
 $(1-J)$ – fração mássica de líquido na suspensão
 V – volume de filtrado

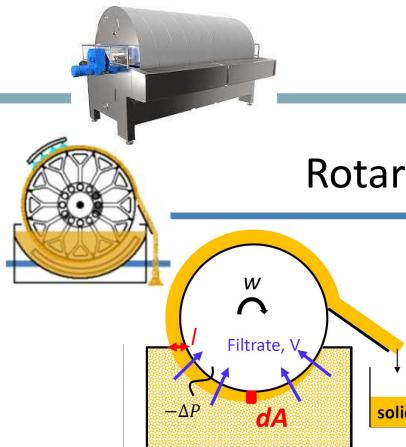
$$\frac{J}{1-J} = \frac{Al(1-e)\rho_s}{\rho(V + Ale)} = \frac{\frac{Al}{V}(1-e)\rho_s}{\rho\left(1 + \frac{Al}{V}e\right)} \rightarrow \frac{J}{1-J} = \frac{\nu(1-e)\rho_s}{\rho(1 + \nu e)}$$

$$\nu = \frac{J\rho}{(1-J)(1-e)\rho_s - J\rho}$$

voltando ao Problema 1.a) ...

$$\nu = \frac{0.167 \times 1000}{(1-0.167)(1-0.5)3000} = 0.143 \frac{\cancel{\text{kg m}^{-3}}}{\cancel{\text{kg m}^{-3}} - \cancel{\text{kg m}^{-3}}}$$

Problema 1.a



Rotary vacuum filter

The rotary vacuum filter is a continuous process that operates at $(-\Delta P) = \text{constant}$

Each cake element of dA m^2 follows the exact same filtration process

Each cake element of dA m^2 has a residence time of β/w seconds

Continuous rotary vacuum filtration may be treated as a repeated batch filtration with duration β/w

W – rotation speed, s^{-1}
 D – cylinder diameter, m
 H – cylinder length
 β – fraction of cylinder perimeter in contact with suspension

$A = \beta\pi DH$ is the filtration area, m^2

Batch filtration

$$\frac{V^2}{2} = \frac{A^2(-\Delta P)}{r\mu\nu} t$$

- Incompressible cake
- Negligible filter resistance ($L=0$)
- $(-\Delta P)=\text{constant}$

Rotary vacuum filter

$$\frac{V^2}{2} = \frac{(\beta\pi DH)^2(-\Delta P)}{r\mu\nu} \frac{\beta}{w}$$

Cake residence time = $\frac{\beta}{w}$

V – filtrate volume (m^3) obtained after $\frac{\beta}{w}$ seconds

Problema 1.a



Incompressible filtration with filter resistance ($L > 0$)

Case 1. Filtration at constant $(-\Delta P)$

$$\rightarrow \frac{V^2}{2} + \frac{LA}{\nu} V = \frac{A^2(-\Delta P)}{r\mu\nu} t$$

Case 2. Filtration at constant dV/dt

$$V^2 + \frac{LA}{\nu} V = \frac{A^2(-\Delta P)}{r\mu\nu} t$$

Problema 1.a

- a) Envia-se uma polpa, contendo 0.2 kg de sólido (densidade 3000 kg/m^3) por kg de água, para um filtro rotativo de tambor com 0.6 m de comprimento e 0.6 m de diâmetro. O tambor roda a uma volta em 350 segundos e 20% da superfície filtrante está em contacto com a polpa em qualquer instante. Se se produzir filtrado ao caudal de 0.125 kg/s e se o bolo tiver uma porosidade de 0.5, que espessura de bolo (l) se forma quando se filtra com um vácuo de 35 kN/m²?

 Q t

Problema 1.a

Considerando o caudal de filtrado $Q = \frac{\text{volume de filtrado}, V}{\text{tempo de contato com a polpa}, t}$, temos

$$(1\text{kg} = 10^{-3} \text{m}^3 \text{água}) \quad Q = 0.125 \frac{\cancel{\text{kg}}}{\text{s}} \frac{1}{1000 \cancel{\text{kg m}^{-3}}} = 1.25 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

e se apenas 20% da superfície filtrante está em contacto com a polpa, então $t = 350 \times 0.2 = 70 \text{s}$

$$\text{e} \quad V = Q \times t = 1.25 \times 10^{-4} \times 70 = 8.75 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

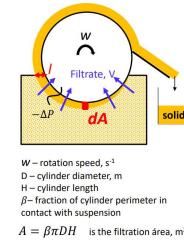
$$\text{e} \quad A = \beta 2\pi r H = 0.2 \times 2\pi r H = 0.2 \times 2\pi \times 0.3 \times 0.6 = 0.226 \text{ m}^2$$

Finalmente vem

$$l = \frac{vV}{A} = \frac{0.143 \times 8.75 \times 10^{-3}}{0.226} = 0.0055 \text{ m} = 5.5 \text{ mm}$$

Área de filtração

β - fraction of cylinder perimeter in contact with suspension



Problema 1.b

- Envia-se uma polpa, contendo 0.2 kg de sólido (densidade 3000 kg/m³) por kg de água, para um filtro rotativo de tambor com 0.6 m de comprimento e 0.6 m de diâmetro. O tambor roda a uma volta em 350 segundos e 20% da superfície filtrante está em contacto com a polpa em qualquer instante. Se se produzir filtrado ao caudal de 0.125 kg/s e se o bolo tiver uma porosidade de 0.5, que espessura de bolo se forma quando se filtra com um vácuo de 35 kN/m²?
- Determine a resistência específica do bolo (r).

Pergunta: como calcular a resistência específica do bolo, r ?

Problema 1.b

Incompressible/compressible filter cake

Incompressible filter cake:

$$\begin{cases} r = \text{constant} \\ v = \frac{Al}{V} = \frac{\text{volume of cake}}{\text{volume of filtrate}} = \text{constant} \\ \Rightarrow l = v \frac{V}{A} \quad (\text{cake height}) \end{cases}$$

Compressible filter cake:

$$\begin{cases} r = r'(-\Delta P)^n \quad \text{Cake resistance increases with } (-\Delta P) \\ v = \frac{Al}{V} = \frac{\text{volume of cake}}{\text{volume of filtrate}} \neq \text{constant} \end{cases}$$

Case 1. Incompressible filtration: $(-\Delta P) = \text{constant}$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{A^2(-\Delta P)}{r\mu\nu V} \quad \text{General filtration Eq. for incompressible cake}$$

If the filtration equipment operates at constant $(-\Delta P)$

$$\int_0^V V dV = \frac{A^2(-\Delta P)}{r\mu\nu} \int_0^t dt$$

$$\frac{V^2}{2} = \frac{A^2(-\Delta P)}{r\mu\nu} t \quad V^2 \propto t$$

Problema 1.b

Da equação geral de filtração, a pressão constante, para o bolo incompressível (e sem resistência específica do pano filtrante, i.e. $L = 0$), temos que

$$\frac{V^2}{2} = \frac{A^2(-\Delta P)t}{r\mu\nu} \Rightarrow r = \frac{2A^2(-\Delta P)t}{V^2\mu\nu}$$

$$(-\Delta P) = 101325 - 35000 = 66325 \text{ N/m}^2$$

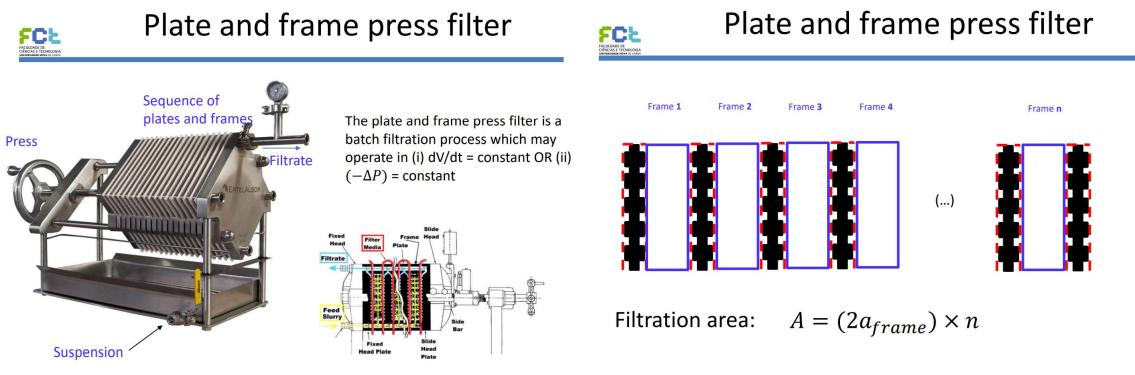
$$r = \frac{2 \times 0.226^2 \times 66325 \times 70}{(8.75 \times 10^{-3})^2 10^{-3} \times 0.143} = 4.33 \times 10^{13} \text{ m}^{-2}$$

$$\frac{m^4(Nm^{-2})s}{m^6(kg m^{-1}s^{-1})} = \frac{m^4(kgms^{-2})m^{-2}s}{m^6(kg m^{-1}s^{-1})} = m^{-2}$$

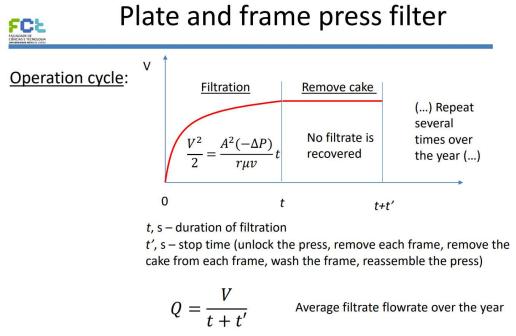
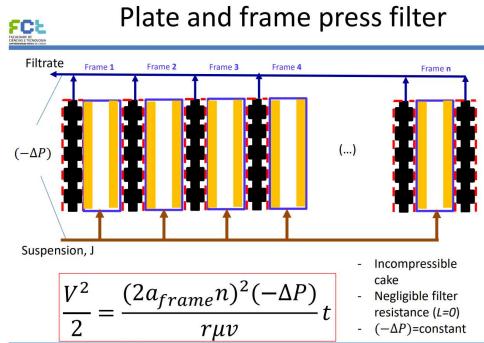
Problema 1.c

- a) Envia-se uma polpa, contendo 0.2 kg de sólido (densidade 3000 kg/m³) por kg de água, para um filtro rotativo de tambor com 0.6 m de comprimento e 0.6 m de diâmetro. O tambor roda a uma volta em 350 segundos e 20% da superfície filtrante está em contacto com a polpa em qualquer instante. Se se produzir filtrado ao caudal de 0.125 kg/s e se o bolo tiver uma porosidade de 0.5, que espessura de bolo (l) se forma quando se filtra com um vácuo de 35 kN/m²?
- b) Determine a resistência específica do bolo (r).
- c) O filtro rotativo avaria e há que efectuar a operação temporariamente num filtro prensa com caixilhos quadrados de 0.3 m. A prensa leva 100 s a desmontar e 100 s a montar novamente e, além disso, são precisos 100 s para retirar o bolo de cada caixilho. Se se pretender realizar a filtração à mesma velocidade global como antes, com uma pressão de funcionamento de 275 kN/m², qual é o número mínimo de caixilhos que se deve usar e qual é a espessura de cada um deles? Supor os bolos incompressíveis e desprezar a resistência do meio filtrante.

Problema 1.c



Problema 1.c

**Pergunta:**

Como calcular o **número mínimo de caixilhos** que se deve usar e qual é a **espessura de cada um deles?**

Problema 1.c

- c) O filtro rotativo avaria e há que efectuar a operação temporariamente num **filtro prensa com caixilhos quadrados de 0.3 m**. A prensa leva 100 s a desmontar e 100 s a montar novamente, e, além disso, são precisos 100 s para retirar o bolo de cada caixilho. Se se pretender realizar a filtração à mesma velocidade global como antes, com uma pressão de funcionamento de 275 kN/m², **qual é o número mínimo de caixilhos que se deve usar e qual é a espessura de cada um deles?** Supor os bolos incompressíveis e desprezar a resistência do meio filtrante.

Pergunta:

O que é que eu sei logo à partida do problema?

Área de filtração do filtro prensa

cada caixilho tem 2 faces

$$A = 2a_{caix}n_{caix} = 2 \times 0.3^2 \times n_{caix} = 0.18 n_{caix} \text{ m}^2$$

 $(-\Delta P)$

$$(-\Delta P) = 275000 - 101325 = 173675 \text{ N/m}^2$$

Problema 1.c

Para o filtro prensa de placas e caixilhos a $(-\Delta P)$ constante e sem resistência ao fluxo pelo meio filtrante e camadas iniciais do bolo, o ciclo ótimo de filtração ocorre quando o tempo de filtração é igual ao tempo de paragem (desmontagem, montagem, limpeza):

$$t_{\text{filtração}} = t_{\text{paragem}} \text{ (desmontagem e montagem, limpeza)} \Leftrightarrow t = t' = 200 + 100 n_{\text{caix}}$$

Então, a taxa de produção de filtrado, Q , vem

$$Q = \frac{V_{\text{filtrado}}}{t + t'} = \frac{V_{\text{filtrado}}}{2(t_{\text{mont}} + t_{\text{desmt}} + t_{\text{ret bolo caix}})} = \frac{V}{400+200 n_{\text{caix}}} = 1.25 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

e sabemos a equação de filtração para filtros prensa

$$\frac{V^2}{2} = \frac{(2a_{\text{frame}}n)^2(-\Delta P)}{r\mu v} t$$

- Incompressible cake
- Negligible filter resistance ($L=0$)
- $(-\Delta P)=\text{constant}$

Sugestões?



Problema 1.c

$$Q = \frac{V}{2t} \rightarrow 2t^2 Q^2 = \frac{V^2}{2}$$

$$\frac{V^2}{2} = \frac{4a_{\text{caix}}^2 n^2 (-\Delta P) t}{r\mu v}$$

$$\frac{V^2}{2} = 2t^2 Q^2 = \frac{4 \times a_{\text{caix}}^2 \times n_{\text{caix}}^2 \times (-\Delta P) t}{r\mu v}$$

$$\Rightarrow Q^2 = \frac{4 \times a_{\text{caix}}^2 n_{\text{caix}}^2 \times (-\Delta P) t}{2t^2 r\mu v}$$

$$\Rightarrow Q^2 = \frac{2 \times a_{\text{caix}}^2 n_{\text{caix}}^2 \times (-\Delta P)}{tr\mu v} \Rightarrow t = \frac{2 \times a_{\text{caix}}^2 n_{\text{caix}}^2 \times (-\Delta P)}{r\mu v Q^2}$$

$$\Rightarrow 200 + 100 n_{\text{caix}} = \frac{2 \times 0.3^4 n_{\text{caix}}^2 \times 173.7 \times 10^3}{(1.25 \times 10^{-4})^2 \times 4.33 \times 10^{13} \times 10^{-3} \times 0.143}$$

$$\Rightarrow 28.968 n_{\text{caix}}^2 - 100n_{\text{caix}} - 200 = 0 \Rightarrow n_{\text{caix}} = 4.87 \Rightarrow 5 \text{ caixilhos}$$

Problema 1.c

$$V = Q \times (400 + 200n_{caix})$$

$$t + t' = t_{ciclo} \\ = 400 + 200n_{caix}$$

Problema 1.c

$$V = Q \times (400 + 200n_{caix})$$

$$t_{ciclo} = 400 + 200n_{caix} \\ t = 200 + 100n_{caix}$$

$$V \\ = 1.25 \times 10^{-4} \\ \times (400 + 200 \times 5) \\ = 0.175 \text{ m}^3$$

$$t = 200 + 100 \times 5 \\ = 700 \text{ s} = 11.7 \text{ min}$$

Problema 1.c

$$V = Q \times (400 + 200n_{caix})$$

$$t_{ciclo} = 400 + 200n_{caix}$$

$$\begin{aligned} V &= 1.25 \times 10^{-4} \\ &\times (400 + 200 \times 5) \\ &= 0.175 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= 200 + 100 \times 5 \\ &= 700 \text{ s} = 11.7 \text{ min} \end{aligned}$$

$$v = \frac{Al}{V} \Rightarrow l = \frac{vV}{0.18n_{caix}} =$$

Problema 1.c

$$V = Q \times (400 + 200n_{caix})$$

$$t_{ciclo} = 400 + 200n_{caix}$$

$$\begin{aligned} V &= 1.25 \times 10^{-4} \\ &\times (400 + 200 \times 5) \\ &= 0.175 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= 200 + 100 \times 5 \\ &= 700 \text{ s} = 11.7 \text{ min} \end{aligned}$$

$$v = \frac{Al}{V} \Rightarrow l = \frac{vV}{0.18n_{caix}} = \frac{0.143 \times 0.175}{0.18 \times 5} = 27.81 \text{ mm};$$

Espessura do caixilho = ?

Problema 1.c

$$V = Q \times (400 + 200n_{caix})$$

$$t_{ciclo} = 400 + 200n_{caix}$$

$$t = 200 + 100n_{caix}$$

volume de filtrado, V →

$$\begin{aligned} V &= 1.25 \times 10^{-4} \\ &\times (400 + 200 \times 5) \\ &= 0.175 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= 200 + 100 \times 5 \\ &= 700 \text{ s} = 11.7 \text{ min} \end{aligned}$$

$$v = \frac{Al}{V} \Rightarrow l = \frac{vV}{0.18n_{caix}} = \frac{0.143 \times 0.175}{0.18 \times 5} = 27.81 \text{ mm};$$

$$\text{Espessura do caixilho} = 2l = 55.6 \text{ mm}$$

← tempo de filtração, t

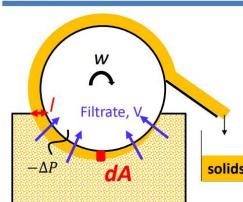
← espessura do bolo, l

Problema 5

 w Q

Um filtro rotativo, a funcionar a 2 rpm, filtra $7.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. A trabalhar sob o mesmo vácuo e desprezando a resistência do pano filtrante, a que velocidade se deve accionar o filtro para se obter um caudal de filtração de $1.5 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$?

Rotary vacuum filter



w – rotation speed, s^{-1}
 D – cylinder diameter, m
 H – cylinder length
 β – fraction of cylinder perimeter in contact with suspension

$$A = \beta\pi DH \quad \text{is the filtration area, } \text{m}^2$$

Batch filtration

$$\frac{V^2}{2} = \frac{A^2(-\Delta P)}{r\mu v} t$$

- Incompressible cake
- Negligible filter resistance ($L=0$)
- $(-\Delta P)=\text{constant}$

Rotary vacuum filter

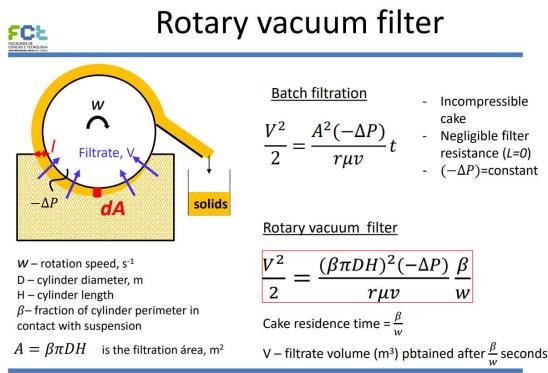
$$\frac{V^2}{2} = \frac{(\beta\pi DH)^2(-\Delta P)}{r\mu v} \frac{\beta}{w}$$

$$\text{Cake residence time} = \frac{\beta}{w}$$

V – filtrate volume (m^3) obtained after $\frac{\beta}{w}$ seconds

Problema 5

Um filtro rotativo, a funcionar a 2 rpm, filtra $7.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. A trabalhar sob o mesmo vácuo e desprezando a resistência do pano filtrante, a que velocidade se deve accionar o filtro para se obter um caudal de filtração de $1.5 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$?



Pergunta: V^2 é diretamente proporcional a que variáveis?

$$V^2 \propto t \propto \frac{1}{w}$$

$$Q = \frac{V}{t} \rightarrow \frac{V^2}{t^2} \propto \frac{t}{t^2} \propto \frac{1}{t} \propto w$$

$$Q = \frac{V}{t} \propto w^{0.5}$$

Problema 5

Um filtro rotativo, a funcionar a 2 rpm, filtra $7.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. A trabalhar sob o mesmo vácuo e desprezando a resistência do pano filtrante, a que velocidade se deve accionar o filtro para se obter um caudal de filtração de $1.5 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$?

$$V^2 \propto t \propto \frac{1}{w}$$

$$Q = \frac{V}{t} \rightarrow V^2 \propto t \rightarrow \frac{V^2}{t^2} \propto \frac{t}{t^2} \propto \frac{1}{t} \propto w$$

$$Q = \frac{V}{t} \propto w^{0.5}$$

$$\frac{0.0075}{0.015} \propto \frac{2^{0.5}}{w_2^{0.5}}$$

$$w_2 = 8 \text{ rpm}$$