

ENSAIOS DE FILTRAÇÃO

OBJETIVOS:

- Determinar as características da Torta de filtração formada durante a filtração de suspensões de CaCO₃, com concentração de sólidos (**s**) de 50 g de CaCO₃ por litro de H₂O;
- Determinar a área de filtro industrial para operar com uma vazão de filtrado de 10000 L/h para uma suspensão de 50 g de CaCO₃ por litro de H₂O, operando a duas diferentes pressões.

TEORIA:

- Filtração é uma operação mecânica de separação que se baseia nos princípios de escoamento em meios porosos.
- Para uma operação de filtração deveremos:
 - 1- decidir que tipo de filtração usar;
 - 2- dimensionar o filtro necessário para uma determinada capacidade;
 - 3- estabelecer condições de operação do filtro;
 - 4- poder prever as conseqüências da variação nas condições de operação do filtro, sobre seu desempenho.

Seja qual for o equipamento utilizado para a operação de filtração, haverá sempre a formação de uma Torta de filtração (camada de sólidos) sobre o meio filtrante e um aumento progressivo da resistência ao escoamento, durante a operação.

Quanto à VARIAÇÃO DE PRESSÃO no decorrer da filtração podemos ter:

- 1- Filtração à pressão constante;
- 2- Filtração à vazão constante;
- 3- Filtração em regime misto.

No caso em que a filtração se dá à PRESSÃO CONSTANTE:

- há uma diminuição da vazão à medida que aumenta a espessura da camada de sólidos formada (Torta de filtração);
- em geral usada para precipitados pouco compressíveis.

No caso em que a filtração se dá à VAZÃO CONSTANTE:

- inicia-se a filtração com uma pressão pequena, evitando que se forme um precipitado pouco permeável logo no início da operação, posteriormente quando a espessura da torta vai aumentando, se procede a um aumento gradativo da pressão de maneira que se mantenha a vazão de filtrado constante;
- em usadas para precipitados compressíveis.

As tortas (bolos) de filtração podem se dividir em duas classes:

TORTAS INCOMPRESSÍVEIS

A resistência ao escoamento de um dado volume não é muito afetada, seja pela diferença de pressão na torta, ou pela velocidade de deposição do material (significa que a porosidade da torta é \cong constante).

TORTAS COMPRESSÍVEIS

Se a pressão de filtração for aumentada, haverá formação de uma torta mais densa e com maior resistência ao escoamento (menor porosidade).

A porosidade e a resistência específica variam com a posição no interior da torta, pois as tensões tendem a comprimir a torta.

Equação Geral de filtração:

$$\frac{dt}{dV} = \frac{\mu_f}{A \cdot \Delta P} \cdot \left[\frac{\alpha \cdot V \cdot \rho_f \cdot s}{A} + R_m \right] \quad (1)$$

onde:

$$\alpha = \frac{1}{k_T \cdot (1 - \varepsilon) \cdot \rho_s} = \text{resistência específica da torta}$$

de filtração (unidade = L/M),

$R_m = L_m/k_m =$ resistência específica do meio filtrante, onde L_m e k_m são, respectivamente, a espessura e a permeabilidade do meio filtrante (unidade = L⁻¹);

$s =$ concentração mássica de sólidos na alimentação (m/m);

$V =$ volume filtrado (L³);

A = área de filtração (L^2);
 ΔP = Pressão de filtração;
 μ_f = viscosidade do filtrado;
 ρ_f = densidade do filtrado.

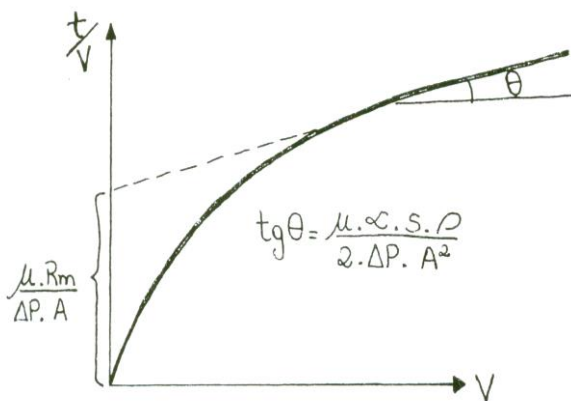
A integração da Equação 1, assumindo-se torta incompressível (α = constante) e filtração à pressão constante fornece:

$$\frac{t}{V} = \frac{\mu_f}{\Delta P \cdot A} \left[\frac{\alpha \cdot \rho_f \cdot s \cdot V}{2 \cdot A} + R_m \right] \quad (2)$$

Observa-se que a equação (2) é a equação de uma reta ($y = ax + b$). Plotando-se os dados experimentais de t/V em função de V , o gráfico obtido é uma reta, cujo coeficiente angular é $\frac{\mu_f \cdot \alpha \cdot s \cdot \rho_f}{2 \cdot \Delta P \cdot A^2}$ e o coeficiente linear

$= \frac{\mu_f \cdot R_m}{\Delta P \cdot A}$, possibilitando a determinação de α e

R_m .



Após a operação, retirar a torta de filtração, medir a espessura e deixar secar em estufa por 24 horas, e medir a massa de sólidos depositada. Com o valor da altura da torta e massa de sólidos, determinar a porosidade do bolo formado: $\varepsilon = 1 - V_s/V_T$.

$$V_s = m_s/\rho_s$$

Densidade do $CaCO_3$: $\rho = 2,8 \text{ g/cm}^3$

$V_{\text{torta}} = A$ filtração. h_T (área x altura da torta).

EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

Bomba de vácuo, mangueira, proveta graduada com torneira, manômetro, balança analítica, cronômetro, paquímetro, meio filtrante, carbonato de cálcio, suporte e garras.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Preparar **250** ml de suspensões de $CaCO_3$ (02 suspensões) contendo 50 g de $CaCO_3$ em

1 litro de H_2O (**12,5 g p/ 250 ml**). Realizar os ensaios a dois valores de ΔP : 300 e 500 mmHg, registrando o volume filtrado em função do tempo (de 25 em 25 mL). Anotar a altura final do bolo e a medida do diâmetro da célula em cm.

CÁLCULOS E ANÁLISES DOS RESULTADOS

- Determinar a área de um filtro industrial operando 10.000 L/h, com uma suspensão aquosa de $CaCO_3$ de 50 g em um litro de H_2O operando a duas pressões diferentes. As condições são as mesmas utilizadas nos ensaios de laboratório.
- Verificar se o bolo é compressível ou incompressível.
- Determinar os valores de α e R_m para cada ΔP (sistema CGS).

Se α = constante - torta incompressível

Se α não é constante torta compressível, temos que $\alpha = \alpha_0 (\Delta P)^n$. Se $0,01 < n < 0,15$ a torta pode ser considerada incompressível.

$n > 0,15$, α varia com a pressão: torta compressível. Avaliar também se a porosidade da torta variou quando se manteve a concentração constante e se variou a pressão. **Discutir criticamente os resultados.**

Verificar também se R_m aumenta ou diminui com o aumento da pressão.

BIBLIOGRAFIA

- Lachman, L., Lieberman, H.A., Kanig, J.L., Teoria e Prática na Indústria Farmacêutica, v.1, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2001, Cap. 7 – Clarificação e Filtração, p. 255-291.
- Handbook of Powder Science & Technology, 2nd Ed. Chapman & Hall, N.Y., 864 p., 1977, Cap. 14 – Filtration of Solids from Liquid Streams, p. 683-726.
- Foust e Colaboradores “Principles of Unit Operations”, pg. 484.
- McCabe e Smith “Unit Operations”, pg. 337
- Massarani - Notas de aula, COPPE/UFRJ, 1973.

Material: _____

$m_{inicial}$	P (mmHg)	Altura do bolo (cm)	Diâmetro do bolo (cm)	$m_{depositada}$ (24h)	Diâm. cél. filtração (cm)

a)

$V_{filtrado}$ (ml)	Pressão _____ mmHg		Pressão _____ mmHg	
	Tempo (s)	T/V	Tempo (s)	T/V
0	0	-	0	-
25				
50				
75				
100				
125				
150				
175				
200				
225				
250				

b)

$V_{filtrado}$ (ml)	Pressão _____ mmHg		Pressão _____ mmHg	
	Tempo (s)	T/V	Tempo (s)	T/V
0	0	-	0	-
25				
50				
75				
100				
125				
150				
175				
200				
225				
250				

Materiais

- pisseta
- plástico filme ok
- filtro (2 tamanhos)
- bomba de vácuo com mangueira
- béquer ok
- bastão

- espátula
- $CaCO_3$ ok
- cronômetro ok
- paquímetro ok
- papel cartão ok