

ENSAIOS DE SEDIMENTAÇÃO

1 - OBJETIVO

Pretende-se a partir de ensaios de sedimentação descontínua de laboratório (em provetas), determinar a área de um sedimentador contínuo para operar com 10 ton/h de uma suspensão aquosa de carbonato de cálcio (CaCO_3), sendo que a alimentação deve ter uma concentração de 50 g/l e pretende-se que a lama tenha uma concentração de 100 g de sólido por litro.

Os ensaios de sedimentação serão realizados com e sem o uso de floculantes e os resultados serão comparados. Estudos prévios mostram que alguns floculantes aumentam a velocidade de sedimentação mas, por razões econômicas, não devem ser utilizados em grande quantidade.

2 - INTRODUÇÃO TEÓRICA

A separação dos sólidos de um fluido em que estão suspensos, mediante a força gravitacional, resultando um líquido límpido na fase superior e uma lama de alto conteúdo de sólido na fase inferior, é chamada de SEDIMENTAÇÃO.

2.1 - Os sedimentadores ou decantadores podem ser classificados:

- a) Quanto a sua finalidade:
 - Clarificadores (quando a fase que interessa é o líquido límpido) e
 - Espessadores (quando a fase que interessa é a lama)
- b) Quanto ao processo: - Sedimentadores ou decantadores em batelada e contínuos.
- c) Tipos de sedimentadores: - Vide referências bibliográficas.

2.2 - A sedimentação pode ser classificada como:

- a) Quanto ao processo:
 - Sedimentação em batelada ou descontínua e
 - Sedimentação contínua.
- b) Quanto à concentração da suspensão:
 - Sedimentação livre (para baixas concentrações de sólidos)
 - Sedimentação retardada ou obstada (para altas concentrações de sólidos)
- c) Quanto ao uso de coadjuvantes:
 - Sedimentação natural (quando não se faz uso de substâncias floculantes) e
 - Sedimentação forçada (quando se faz uso de floculantes para aumentar a velocidade de sedimentação).

OBS: Floculantes (forças de Van-der-Waals): Eletrólitos (Ex: aluminato de sódio), Coagulantes (Ex : hidróxidos de alumínio), Tensoativos (Ex: amido, gelatina ou cola) e Polieletrólitos (polímeros de cadeia longa com grande número de pontos ativos nos quais as partículas sólidas se fixam).

2.3 - Projetos de Sedimentadores Contínuos.

2.3.1 - Cálculo da área mínima do sedimentador.

O cálculo provém de ensaios de laboratório através da sedimentação em batelada em provetas graduadas. Quando o processo começa, as partículas vão sedimentando-se e se estabelecem várias zonas de concentração. Com a continuação da sedimentação as alturas de cada zona variam até que atinge um ponto em que todos os sólidos se encontram sedimentados. Este é o chamado ponto crítico de sedimentação. A partir deste ponto, o processo consiste em uma compressão lenta dos sólidos, forçando o líquido contido nesta região para a região límpida. A consolidação final do sedimento é

parte mais lenta do processo, sendo que a velocidade de sedimentação para este período pode ser dada aproximadamente por:

$$dz/d\theta = i (Z - Z_{\alpha}) \quad (1)$$

onde:

Z = altura do sedimento no instante θ ;

Z_{α} = altura final do sedimento e

i = constante para uma dada suspensão.

Em sedimentadores contínuos, estão também presentes as mesmas zonas indicadas anteriormente, sendo que o líquido límpido é retirado pela parte superior e a lama pela parte inferior do sedimentador.

Para o processo ocorrer satisfatoriamente a velocidade de ascensão do líquido deve ser inferior à velocidade de queda das partículas ou, a velocidade com que os sólidos sedimentam-se através das zonas devem ser pelo menos suficiente para garantir a substituição dos sólidos que deixam esta mesma zona.

Uma partícula que sedimenta num sedimentador contínuo encontra gradientes de concentração cada vez maiores, o que faz diminuir sua velocidade de queda, podendo atingir um nível em que a mesma torna-se menor do que a velocidade de ascensão do líquido. Isto ocorrerá quando a área do sedimentador for insuficiente para permitir a decantação de todas as partículas alimentadas. Se a área do sedimentador for insuficiente começará a ocorrer acúmulo de sólidos numa dada seção do sedimentador e, finalmente partículas sólidas serão arrastadas pelo líquido que sai na parte superior. Esta dada seção ou zona é denominada de zona limite ou camada limitante da velocidade de sedimentação. Portanto o projeto do decantador baseia-se na identificação da concentração da camada que tem a menor capacidade de permitir a passagem do sólido, nas condições da operação. Sendo esta camada, a camada limitante da sedimentação, deve-se ter uma área do decantador suficiente para que o fluxo de sólidos não exceda a capacidade da área correspondente à camada controladora.

O dimensionamento da área do sedimentador contínuo pode ser feita por diversos métodos:

a) Coe e Clevenger; b) Kynch; c) Talmadger e Fitch ou d) Roberts;
cujas metodologias podem ser vistas nas referências bibliográficas.

3 - EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

- Provetas de 500 ml, suspensão de CaCO_3 à 50 g/l, solução líquida de Sulfato de alumínio (50%), cola, H_2SO_4 diluído (~1%), régua e cronômetro, água, balança analítica, papel indicador, pipeta e beakers.

4 - PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

4.1 - Pesar 25 gramas de CaCO_3 diretamente em cada proveta de 500 ml (proveta nº 1, 2 e 3);

4.2 – Completar as provetas com água até 500 ml.

4.3 - Homogeneizar rapidamente as três suspensões, deixar em repouso por 5 minutos, medir o pH e corrigi-lo se for necessário. OBS: O pH deve ficar entre 7 e 8.

4.4 - Logo após, na proveta nº 1 não adiciona-se floculante, na proveta nº 2 adiciona-se, com auxílio de pipetas, 1 ml de solução de Sulfato de alumínio (a 50%) e, na proveta nº 3 adiciona-se 1 ml de Cola “tenaz”.

- 4.5 - Homogeneizar bem as três suspensões nas provetas, sem criar vórtices, e em seguida deixá-las em repouso.
- 4.6 - Anotar a altura do limite inferior da zona **A** com o tempo. Pode-se fazer as leituras de 1 em 1 minuto até 15 minutos e depois de 2 em 2 minutos por mais meia hora e em seguida de 5 em 5 minutos por mais 45 minutos. Após 24 horas, registrar a altura final do sedimento $(Z)_\alpha$.

5 - CÁLCULOS E ANÁLISES DOS RESULTADOS

- 5.1 - Grafique **Z** versus **t** para cada condição avaliada. Analise e comente.
- 5.2 - Calcule a área do sedimentador para operar nas condições especificadas, usando-se os dados de cada da proveta, utilizando-se os métodos de Kynch e Roberts.
- 5.3 - Compare os resultados qualitativos e quantitativos dos três experimentos.

6 - BIBLIOGRAFIA

- 1 - GOMIDE, R. - Operações Unitárias - 3^o volume: Separações Mecânicas, São Paulo, Edição do Autor, 1980.
- 2 - FOUST, A. S. et all. - Princípios das Operações Unitárias, Editora Guanabara Dois, 2^a edição.
- 3 - COULSON, J. M. e RICHARDSON, J. F. - Tecnologia Química, volume II - Operações Unitárias, Lisboa, Fundação C. Gulbenkian, 2^a edição, 1968.
- 4 - Sedimentação – EQA 5313 - Operações Unitárias de Transferência de Quantidade de Movimento <https://moodle.ufsc.br/course/view.php?id=40465>