

Novas técnicas analíticas, baseadas no espalhamento de luz, para prevenir processos de incrustação.

Maria Luiza de O. Pereira¹ (PG), Matheus Soares¹ (IC), Rodrigo C. de Sena¹ (PG), Francisca F. do Rosário² (PQ), João F. Cajaiba da Silva^{1*} (PQ) luizadot@gmail.com

¹Instituto de Química – UFRJ Rua Hélio de Almeida, 40 – PXQ CEP 21941 - 614 Cidade Universitária - Rio de Janeiro RJ

²PETROBRAS (CENPES)

Palavras Chave: Sulfato de bário, Incrustação, Análise de imagem, FBRM, Inibição.

Introdução

Há inúmeros trabalhos na literatura em torno do sulfato de bário (BaSO_4), sendo a maioria termodinâmicos. Sua cinética de precipitação, no entanto, não é totalmente elucidada. Não existem métodos teóricos e/ou experimentais ou inibidores eficazes para o total controle da incrustação causada por este sal.¹

Neste trabalho, FBRM (focused beam reflectance measurement) e análise de imagens foram usadas no estudo, e prevenção, de incrustação de sais inorgânicos. Estas técnicas são de fácil implementação e provêm medidas em tempo real, caracterizando um grande avanço na indústria petrolífera.

O tempo de indução (t.i.) foi determinado experimentalmente, variando-se temperatura e força iônica, no estudo deste precipitado. Propôs-se uma fase de crescimento do cristal de sulfato de bário.

Resultados e Discussão

Foram usadas quantidades estequiométricas de bário e sulfato, de forma que a concentração final fosse 0,25 mM. Os experimentos foram realizados em reatores automatizados, com controle de temperatura e velocidade de agitação, contendo vaso de vidro encamisado de 1L. Utilizou-se o programa Master View² (MV), para análise de imagens e a sonda Lasentec D600L FBRM³, para quantificação e distribuição de tamanho de cristais.

Com mostrado na Figura 1, as variações de temperatura e salinidade no meio influenciaram no tempo de indução e na quantidade de precipitado formado.

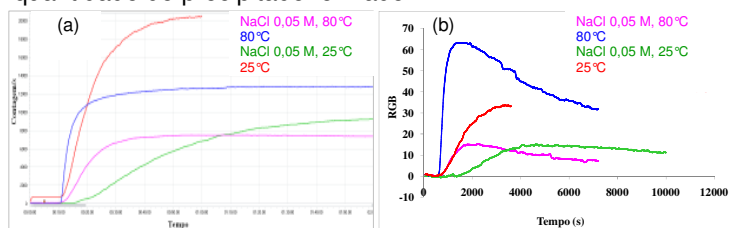


Figura 1: Curvas (a) contagem/s versus tempo (FBRM) e (b) RGB versus tempo (MV).

Pelas duas técnicas, o menor t.i. ocorreu quando a precipitação de BaSO_4 foi realizada à 80°C sem NaCl (azul). Os experimentos à 80°C com 0,05M de NaCl (rosa) e à 25°C sem NaCl (vermelho) começaram a precipitar praticamente juntos. O que obteve o maior t.i. ocorreu à 25°C com 0,05 M de NaCl (verde). Dessa forma, os resultados indicam que a formação de precipitado foi retardada, e reduzida, na presença de NaCl.

À 80°C (azul), logo no início, os valores máximos de RGB e contagem/s foram quase alcançados. Estes máximos ocorrem, pois em rápidas precipitações, geram-se altas taxas de nucleação, e os muitos núcleos formados desviam grande quantidade de luz, gerando grandes picos. Então, sugere-se,

que através do coeficiente angular pode-se estimar a cinética de precipitação destes experimentos. Quanto maior o coeficiente angular, mais alta é a taxa de nucleação e, maior a velocidade da reação. Portanto, a ordem das velocidades de precipitação foi: experimento com NaCl 0,05 M à 25°C, NaCl 0,05 M à 80°C, 25°C e à 80°C. A Figura 2 mostra a distribuição de tamanho de cristais dos experimentos anteriores. O experimento à 80°C (azul), foi o que obteve o menor tamanho médio de partículas, 7µm, devido a sua rápida precipitação.

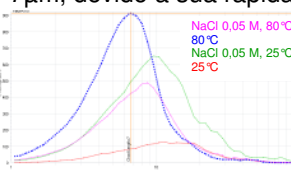


Figura 2: Curvas de contagem/s versus comprimento de corda (µm) dos experimentos de t.i..

No gráfico de RGB versus tempo (s), Figura 1(b) nota-se uma queda nos valores de RGB, logo após um máximo. A Tabela 1 mostra a quantidade de partículas dos experimentos de t.i., no momento que a queda nos valores de RGB é iniciada (sombreados) e o tempo final do experimento, onde estes valores são constantes ou a queda dos valores de RGB é insignificante.

Experimentos	Tempo (s)	Tamanho de partícula (contagens/s)		
		Pequena (< 10 µm)	Média (10-50 µm)	Grande (>50 µm)
NaCl 0,05 M, 80°C	2200	5241	1635	20
	6000	5396	2181	30
80°C	1950	7614	4383	12
	7000	7947	4835	13
NaCl 0,05 M, 25°C	6058	5189	3579	100
	20000	5964	4802	153
25°C	3240	11883	8428	7
	3600	11937	8596	8

Tabela 1: Contagens de partículas dos experimentos de t.i..

Em todos os casos, a quantidade de partículas que prevalece no meio ao final do experimento são pequenas e a contagem de partículas grandes é insignificante. A contagem de partículas médias é maior do que das pequenas entre o início da queda nos valores de RGB até estabilizar a contagem de partículas em todos os experimentos. Então, propõe-se que nesta região onde é observada a queda nos valores de RGB, as partículas de sulfato de bário estão crescendo.

Conclusões

A análise de imagem e o FBRM mostraram-se eficazes para acompanhar processos de incrustações inorgânicas, bem como forneceram resultados relevantes para a melhor compreensão da cinética de precipitação do BaSO_4 . O programa Master View possui a vantagem de ser de baixo custo e de fácil aplicação. Com o FBRM pode-se propor uma fase de crescimento do cristal de BaSO_4 .

Agradecimentos

Finep, Coppetec e Petrobras.

¹Tantayakom et al, *J. Colloid and Interface Science* **2005**, 284, 57-65.

²Cajaiba da Silva et al, *Chemical Sensors* **2011**, 185, 211-222.

³Norbert et al, *Powder Technology* **2008**, 185, 211-222.