

Nanopartículas de ZrO_2 funcionalizadas com politetrahidrofurano aplicadas em EOR e comparação com fluidos a base de poliácridamida

Tonny A. Moreira (PG)*,¹ Cleocir J. Dalmaschio (PQ)¹

tonny.arj@gmail.com

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Química, CCE, Vitória/ES; 29075-910, Brasil.

Palavras Chave: EOR, tensão superficial, nanocompósitos.

Introdução

A Recuperação Avançada de Petróleo (EOR) visa aumentar a extração de óleo residual após a aplicação dos métodos convencionais. Entre as estratégias emergentes, destaca-se o uso de nanomateriais, como as nanopartículas funcionalizadas, por sua capacidade de modificar propriedades interfaciais e reológicas dos fluidos injetados.¹ As nanopartículas de óxidos metálicos, como ZrO_2 , quando funcionalizadas com ligantes como politetrahidrofurano (T650) apresentam boa dispersão e afinidade com diferentes meios, melhorando propriedades potencialmente favoráveis à mobilização do óleo em reservatórios.² Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a síntese, caracterização e aplicação das ZrO_2 -T650 em EOR.

Resultados e Discussão

As nanopartículas de ZrO_2 -T650 foram sintetizadas via rota sol-gel com T650 como agente funcionalizante, resultando em partículas com diâmetro próximo de 3,5 nm e recobrimento superficial com moléculas do meio reacional foi estimado em 39,5%, em relação a massa de não voláteis. A análise por DRX indicou a ocorrência de fase tetragonal ou cúbica da zircônia, com indícios de fases residuais de oxohidróxidos de zircônio, devido à baixa cristalinidade promovida pelo tempo reduzido de reação (4h, 260°C). O FTIR evidenciou a coordenação bidentada do T650, com bandas atribuídas aos grupos carboxilato (1623 e 1544 cm^{-1}). A TGA-DTA revelou múltiplos eventos térmicos, com perda significativa de massa (39,5%) associada principalmente à dessorção e decomposição dos ligantes orgânicos entre 250 e 400 °C. As micrografias de MET mostraram nanopartículas esféricas com tendência à formação de estruturas do tipo worm-like. Para aplicação, os nanofluidos foram formulados e caracterizados quanto à viscosidade e tensão superficial, parâmetros críticos na eficiência do deslocamento do óleo. A tensão superficial da ZrO_2 -T650 ($66,52\text{ mN/m}$) foi menor que a da água pura ($72,8\text{ mN/m}$), sugerindo maior afinidade com a interface óleo/água e potencial para alterar a molhabilidade de rochas reservatório em aplicações práticas. No entanto, sua viscosidade dinâmica ($1,27\text{ mPa}\cdot\text{s}$ a 20°C) foi maior que a da água pura, porém inferior à da solução de poliácridamida PAM-V ($2,28\text{ mPa}\cdot\text{s}$ a 20°C), o que pode limitar a eficiência do fluido como agente mobilizador. Utilizou-se a solução de PAM-V (500 ppm) como referência comparativa para os testes de EOR da solução coloidal de ZrO_2 -T650 (500 ppm). Os experimentos foram conduzidos em um corpo de prova poroso preenchido com óleo sintético, seguido de injeção dos diferentes fluidos sob condições controladas. A aplicação da ZrO_2 -T650 resultou em um incremento de 7,9% na recuperação de óleo após a recuperação secundária (injeção de salmoura). Já a injeção de PAM-V recuperou 9,8% adicionais, tendo resultado semelhante a aplicação da solução de nanopartículas na rocha modelo. Os resultados evidenciam a influência da viscosidade e tensão superficial na quantidade total de óleo recuperado.²

Conclusões

A síntese das nanopartículas de ZrO_2 -T650 foi bem-sucedida, resultando em partículas estáveis, funcionalizadas e com propriedades coloidais definidas. As caracterizações confirmaram sua estrutura, funcionalização e comportamento térmico. Embora tenham promovido recuperação adicional de petróleo, sua eficácia está diretamente ligada à otimização da viscosidade e estabilidade dos nanofluidos.

Agradecimentos

Ao PRH-53.1/ANP.

¹ KAKATI, A.; BERA, A.; AL-YASERI, A. Chemical Engineering Science, v. 262, p. 117994-117994, 2022/11/ 2022.

² MAHAJAN, S. et al. Applied Microbiology and Biotechnology, v. 105, n. 21-22, p. 8073-8090, 2021/11/ 2021.