

REIVINDICACIONES AJUSTADAS

1. Un método para la obtención de nanopartículas funcionalizadas para procesos de estimulación de pozos, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

a. Unas etapas para la obtención de nanopartículas de sílice a partir de silicato de sodio:

- Precalentar un baño de agua o aceite a temperatura de 363,15 K (90 °C) de reacción.
- Medir el silicato de sodio requerido.
- Agitar constante a 250 rpm y luego adicionar 1e-4 m³ (100 ml) de agua desionizada.
- Agregar el surfactante catiónico sin superar la concentración micelar crítica.
- Agitar hasta homogenizar la mezcla.
- Agregar gota a gota, bajo agitación, la solución acuosa de ácido HCl al 2% en peso hasta alcanzar el punto de gel, posteriormente aumentar la velocidad de agitación hasta llegar a un rango entre 400 a 500 rpm.
- Agitar por 600 s (10 minutos) para garantizar homogeneidad de la solución, durante este tiempo se detiene la adición de ácido HCl.
- Continuar agregando gota a gota, cuidadosamente y bajo agitación la solución acuosa de ácido hasta alcanzar un pH de la solución de dos.
- Mantener la agitación entre 400 a 500 rpm durante 1200 s (20 minutos).
- Suspender la agitación y dejar la solución en reposo durante 21.600 s (6 horas) dentro del baño a la temperatura de reacción.
- Retirar la solución del baño termostatzado y retirar el líquido sobrenadante a través de un filtro.
- Hacer lavados repetidos con agua desionizada dejando decantar el material cada vez y filtrando el líquido sobrenadante, y realizar tres ciclos de 1200 s (20 minutos) a 10.000 rpm.
- Una vez alcanzado el agua de lavado un pH de 7, se pasa la totalidad del material al filtro, para eliminar la mayor cantidad de agua posible.
- Secar el material en estufa a 386,15 K (110°C) durante 157.600 s (16 horas).

b. Unas etapas para la funcionalización de las nanopartículas de sílice:

- *Modificación superficial ácida de las nanopartículas*

Las nanopartículas sintetizadas a partir de silicato de sodio se modificaron superficialmente con ácido para modificación de humectabilidad de acuerdo con las siguientes etapas:

- Preparar 0,001 m³ (1 litro) de solución de HCl al 0,36% en peso.

- Adicionar 0,005 Kg (5 g) de nanopartículas de SiO₂ por 0,001 m³ (1 litro) de solución de HCl.
- Sonicar durante 1200 s (2 horas) a 298, 15 K (25°C).
- Ajustar el pH a dos mediante NaOH si está bajo o con HCl si está mayor que dos.

Someter la muestra a agitación mecánica por 43200 s (12 horas) a 300 rpm.

- Centrifugar.
- Eliminar el sobrenadante y resuspender las partículas en agua desionizada.
- Repetir lavado dos veces más.
- Después de centrifugar la tercera vez, llevar las partículas funcionalizadas a la estufa a 393,15 K (120°C) por 72.000 s (20 horas).

- *Funcionalización de las nanopartículas con hierro.*

- Inicialmente impregnar las nanopartículas por el método de impregnación incipiente con una sal que contenga metal de nitrato de hierro Fe (NO₃)₂.
- Posteriormente secar la muestra a 393,15 K (120°C) durante 21.600 s (6 hr.)
- Finalmente, secar la muestra a 723.15 k (450°C) durante 21.600 s (6 hr.).

2. Un nanofluido para procesos de estimulación de pozos, caracterizado porque el nanofluido está constituido por nanopartículas de SiO₂ funcionalizadas según el método de la reivindicación 1 dispersas en un fluido de acarreo base aceite.
3. El nanofluido para procesos de estimulación de pozos de la reivindicación 2, caracterizado porque el fluido de acarreo consiste en una mezcla de diésel, alcohol, xileno, solventes mutuales y surfactantes tipo catiónico.
4. El nanofluido para procesos de estimulación de pozos de la reivindicación 2, caracterizado porque las nanopartículas de SiO₂ son arenas silíceas.