

REIVINDICACIONES AJUSTADAS

1. Un método para la obtención de óxidos de precursores de carbono derivados de la industria del petróleo y gas, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
 - a. Pretratamiento físico de los precursores de carbono (coque de petróleo o asfalteno), mediante reducción de tamaño por molienda con molinos de bola y tamizaje para obtener partículas de tamaños menores 100 micras.
 - b. Dispersión de precursores de carbono en medio acuoso (agua desionizada) o con ácido inorgánico tipo ácido nítrico en relación másica de precursor de carbono a ácido en rango 3 - 1, bajo agitación ultrasónica a diferentes tiempos en un rango 18.000 s a 10.800 s (0.5-3h), utilizando un baño ultrasónico (400 W de salida, 20 kHz) y en un rango de temperatura entre 277.15 K a 310.15 K (4 a 37 °C).
 - c. Oxidación de asfáltenos o coque de petróleo con agentes de oxidación en medio líquido, que consiste en adicionar un agente oxidante sobre los materiales dispersados en medio líquido, agitando a 41,9 rad/s a 83,8 rad/s (400-800 rpm), y posteriormente llevando la reacción en rangos de temperaturas entre 308.15 K a 393.15 K (35 °C a 120 °C) durante rangos de tiempo de 7.200 s a 172.800 s (2 a 48 h) para obtener los materiales oxidados.
 - d. Separación de las fracciones sólidas y líquidas de los precursores de carbono oxidados y dispersos mediante filtración con medios filtrantes de material de teflón o nylon de tamaño de poro de 0.22 a 0.45 μm .
 - e. Obtención de los productos oxidados de la fracción sólida del proceso de separación sólido/líquido, y posterior lavado con 0,0001 m³ (100 mL) de agua desionizada por gramo de sólido oxidado (óxido de asfalteno u óxido de coque), y posterior secado a 343.15 K a 353,15 K (70 a 80 °C) en estufa a vacío durante un período de 64800 s a 86.400 s (18 a 24 h).
 - f. Obtención de los productos oxidados de la fracción líquida del proceso de separación sólido/líquido, donde el filtrado líquido se purifica mediante un proceso de precipitación por solventes orgánicos miscibles con agua (etanol, acetona isopropanol) añadiendo una relación de 0,000004 m³ (4 mL) del solvente por 0,000001 m³ (1 mL) de filtrado con los productos de oxidación, y posterior centrifugación y lavado del precipitado.

2. El método descrito en la reivindicación 1, de la etapa b, caracterizado porque los ácidos inorgánicos son de tipo ácido fórmico o fosfórico, en relaciones másicas de precursor de carbono a ácido en rango 3 - 1.
3. El método descrito en la reivindicación 1, etapa c, caracterizado porque la etapa de oxidación de asfáltenos o coque de petróleo con agentes de oxidación se realiza en medio líquido, adicionando agente oxidante (H_2O_2 líquido o KMnO_4 sólido) sobre los materiales dispersados en medio líquido.
4. El método descrito en la reivindicación 1, etapa c, caracterizado porque la etapa de oxidación de asfáltenos o coque de petróleo con agentes de oxidación se realiza en medio sólido, empacando el material a oxidar (asfalteno o coque de petróleo) en columnas, haciendo fluir aire enriquecido con ozono u oxígeno, en rangos de temperaturas entre 323.15 K a 393.15 K (50 a 120 °C) durante rangos de tiempo de 7.200 s a 259.200 s (2 a 72h) para obtener los materiales oxidados.
5. El método descrito en la reivindicación 1, etapa d, caracterizado porque se separan fracciones sólidas y líquidas de los precursores de carbono oxidados y dispersos mediante centrifugación en rangos de 3000 a 10000 rpm durante hasta 1200 s (20 min).
6. El método descrito en la reivindicación 1, etapa f, caracterizado porque el filtrado líquido se purifica mediante diálisis en membranas de tamaño molecular de 0.5 a 1 kDa durante 36000 s a 64800 s (10 a 18 h), y deshidratan por liofilización, mediante congelación en rango de 253.15 K a 243.15 K (-20 a -30 °C) y secado en vacío (rango de 10 - 100 Pascales) (0.1 - 1 miliBar) durante 86400 s a 172800 s (24 a 48 h) para obtener las macromoléculas de carbono oxidadas en estado sólido.
7. Un óxido de asfáltenos precursor del petróleo y gas, caracterizado por que presenta las siguientes características:
 - Bandas características alrededor de 3300 cm^{-1} correspondientes a enlaces - OH y en 1700 cm^{-1} para grupos C=O. Vibraciones de estiramiento de enlaces dobles de carbono C=O y C=C alrededor de 1600 cm^{-1} , correspondiente a modos de estiramiento de anillos aromáticos, lo cual indica la existencia de estructuras de hidrocarburos poliaromáticos característicos de los asfáltenos.
 - Banda característica (banda D) a 1347 cm^{-1} , relacionada con la presencia de defectos de orbitales sp^3 de grupos funcionales en la red de carbonos.
 - Banda cristalina (banda G) a 1585 cm^{-1} , correspondientes con los planos de vibración de los carbonos sp^2 .

- Por otro lado, se llevó a cabo la caracterización por análisis elemental CHONS, determinando el contenido de átomos de carbono y heteroátomos, mostrando que el contenido de oxígeno en los óxidos de asfaltenos fue significativamente más alto que el de precursor de coque de petróleo. Además, se evaluó la disminución del contenido de asfalteno por efecto de la oxidación de asfaltenos mediante espectrometría de emisión óptica (ICP-OES). Los óxidos de asfalteno obtenidos por ambos métodos tienen removieron permitieron la remoción de vanadio, hierro y níquel en comparación con el asfalteno de partida.

8. Un óxido de coque precursor del petróleo y gas, caracterizado por que presenta las siguientes características:

- Bandas características alrededor de 3300 cm^{-1} correspondientes a enlaces - OH y en 1700 cm^{-1} para grupos C=O.
- Vibraciones de estiramiento de enlaces dobles de carbono C=O y C=C alrededor de 1600 cm^{-1} , correspondiente a modos de estiramiento de anillos aromáticos, lo cual indica la existencia de estructuras de hidrocarburos poliaromáticos característicos de los asfaltenos.
- Banda característica (banda D) a 1360 cm^{-1} , relacionada con la presencia
- de defectos de orbitales sp^3 de grupos funcionales en la red de carbonos, y la banda cristalina (banda G) a 1595 cm^{-1} , correspondientes con los planos de vibración de los carbonos sp^2 .