

De acuerdo. Procedo con el análisis técnico del catalizador "Zeolita Avanzada Z-2".

*

Diagnóstico General

El catalizador Z-2 presenta un perfil de zeolita de poro medio (AEL) con acidez moderada y excelente estabilidad térmica. Sin embargo, su rendimiento se verá limitado por una baja resistencia a la coquización y una porosidad mesoporosa insignificante, lo que generará severas limitaciones de transporte de materia.

Análisis de Propiedades Clave

****Acidez y Relación Si/Al:**** La relación Si/Al de 27.0 es consistente con la acidez moderada (49.9). Esta acidez es suficiente para catalizar la ruptura de enlaces C-C y C-O, pero no tan elevada como para promover un sobre-craqueo extensivo hacia gases ligeros (C1-C4). Esto favorece la selectividad hacia hidrocarburos líquidos.

****Estabilidad y Resistencia al Coque:**** La estabilidad térmica (98.0) es excelente, un requisito indispensable para soportar las altas temperaturas de la pirólisis y los ciclos de regeneración oxidativa. No obstante, la resistencia al coque (58.0) es mediocre. Esto se atribuye a la topología del framework AEL, con canales unidireccionales de 10 anillos, que dificulta la difusión de moléculas voluminosas y precursores de coque, llevando a un bloqueo de poros.

****Estructura Porosa:**** El volumen de microporo (0.145 cm³/g) es adecuado e indica una buena cristalinidad. El problema crítico reside en el volumen de mesoporo (0.012 cm³/g), que es prácticamente nulo. La ausencia de un sistema de poros jerárquico impedirá el acceso de moléculas grandes (fragmentos de polímeros, compuestos oxigenados pesados del bio-aceite) a los sitios activos internos. La catálisis se limitará a la superficie externa del cristal y a la boca de los poros, acelerando la desactivación. El tamaño de cristal de 272 nm es relativamente pequeño, lo cual mitiga parcialmente este problema al aumentar el área superficial externa, pero no lo soluciona.

****Selectividad de Forma:**** Como material de poro medio (AEL, 10-MR), el Z-2 ejercerá una selectividad de forma pronunciada, restringiendo la formación de hidrocarburos de más de ~C12 y limitando la condensación hacia hidrocarburos poliaromáticos (PAHs), que son los principales precursores de coque. Esta es su propiedad más valiosa.

Aplicaciones Potenciales

1. **Upgrading de Bio-aceite (Pirólisis de Biomasa):** Es su aplicación más viable. La acidez moderada es ideal para reacciones de desoxigenación (descarboxilación/descarbonilación) sin un craqueo excesivo. La selectividad de forma maximizará la fracción de gasolina y diésel, mejorando la calidad del combustible. **Advertencia:** La rápida desactivación por deposición de coque y oligómeros pesados en la boca de los poros será el principal desafío operativo.
2. **Craqueo Catalítico de Plásticos (Poliolefinas):** Potencialmente útil para la producción de gasolina y olefinas ligeras a partir de polietileno (PE) y polipropileno (PP). La selectividad de forma es una ventaja clave para controlar la distribución del producto. **Advertencia:** Al igual que con el bio-aceite, las largas cadenas poliméricas no accederán a los microporos. El craqueo ocurrirá en la superficie externa, y la desactivación por bloqueo de poros será extremadamente rápida.

Veredicto del Dr. Pirolis

El catalizador Z-2 es conceptualmente prometedor por su selectividad de forma y estabilidad térmica, pero presenta **fallos críticos de diseño** para aplicaciones con materias primas complejas como las de la pirólisis. La arquitectura puramente microporosa es su talón de Aquiles, creando un desequilibrio fundamental entre la reacción y la difusión.

En su estado actual, la desactivación por coque será su principal modo de fallo, limitando drásticamente su vida útil y su viabilidad industrial. Para desbloquear su potencial, es imperativo introducir mesoporosidad jerárquica, ya sea mediante técnicas de post-síntesis (desilicación) o síntesis directa con plantillas duales. Solo así los sitios activos internos serán accesibles y el catalizador podrá operar en un régimen cinéticamente relevante.

Conclusión: Potencial teórico alto, inviabilidad práctica en su formulación actual. Se requiere optimización de la estructura porosa.