

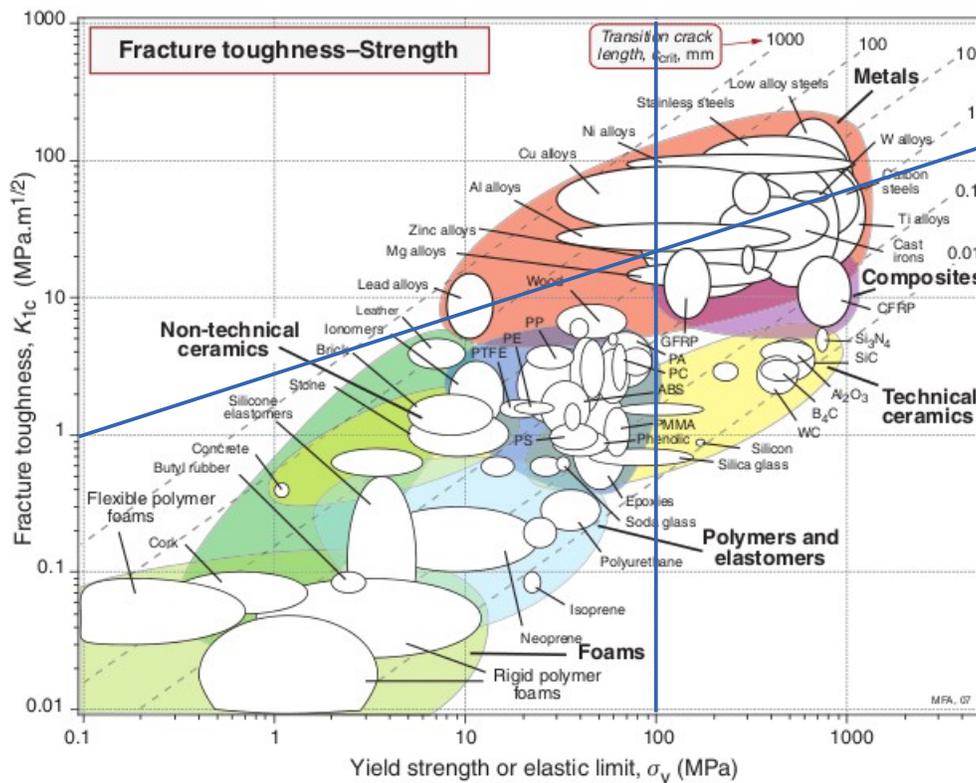
Resolución 6° Examen Parcial

1. Una planta de producción de nitrobenzeno utiliza una mezcla sulfonítrica de ácido sulfúrico y ácido nítrico para ser utilizados en la reacción de nitración. Se utilizan 1000 kg de ácido sulfúrico al 98% ($\rho = 1,84 \text{ g/cc}$) y 333 kg de ácido nítrico al 63% ($\rho = 1,38 \text{ g/cc}$) por hora para producir la mezcla. El proceso consiste en bombear ambas sustancias desde los tanques de almacenamiento a través de tuberías hasta un tanque mezclador en el que se produce la mezcla sulfonítrica. Este tanque mezclador es diseñado para enfriar el líquido durante la preparación de la mezcla utilizando un serpentín interno por el cual se hace fluir agua de enfriamiento para mantener la temperatura en 30 C. El sistema se diseña para presiones de hasta 30 atm, para resistir esfuerzos de hasta 100 MPa, una deformación de 10% y una temperatura máxima de operación de 100 °C. Seleccione:

b) El material de construcción del tanque de mezclado de la mezcla sulfonítrica. El tanque se diseña para un criterio de fuga antes de ruptura. Calcule el espesor del tanque si se requiere que el diámetro interno sea de 1 m. Este se diseña para una cantidad de 2000 kg de mezcla sulfonítrica y un sobrediseño del 20%. Justifique su respuesta. (7,5 pts)

Criterio de fuga antes de ruptura $M_3 = \frac{K_{1C}^2}{\sigma_f}$
 --> Pendiente 1/2

Se buscan materiales que resistan esfuerzos **mayores** a 100 MPa



Cálculo del espesor:

$$t = 30 \text{ atm} * 0,101325 \text{ MPa/1atm} * 0,5\text{m} * (1+0,2) = 0,018 \text{ m} = 1,8 \text{ cm}$$

100 MPa --> se utiliza el esfuerzo de cedencia del material seleccionado, en este caso 100 MPa es el esfuerzo de cedencia mínimo para el diseño.

Selección:

Por Propiedades mecánicas: Los materiales candidatos son aceros inoxidable, aleaciones de Ni, aleaciones de Cu, aceros.

Por Resistencia a la corrosión: Aleaciones de Ni. En la tabla de materiales resistentes a la corrosión el mejor material en cuanto a costo y composición es la aleación de Ni Durimet.

Evaluación:

- Por haber realizado el cálculo del espesor adecuadamente (2 pts)
- Por haber utilizado el parámetro adecuado y haber realizado el trazado (pendiente=1/2) y la selección adecuadamente (3,5 pts)
- Por haber seleccionado el material y justificar adecuadamente a partir de propiedades mecánicas, corrosión y costo (2 pts)

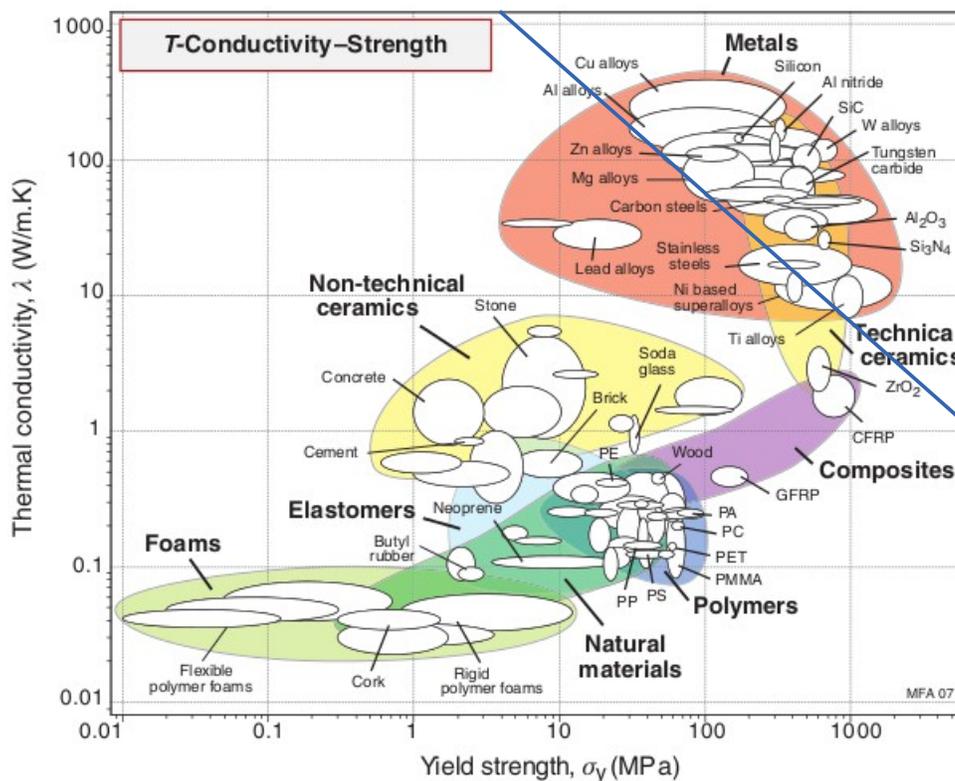
c) El material de construcción del serpentín de enfriamiento. Se requiere maximizar el flujo de calor por unidad de área. ¿Considera usted que el diseño de un serpentín interno para esta aplicación es adecuado? si es así justifique su respuesta, de no ser así recomiende un diseño adecuado y el material para su construcción. (7,5 pts)

Criterio de maximizar el flujo por unidad de área:

$$M_1 = \lambda \sigma_y$$

--> Pendiente = -1

Se buscan materiales que posean conductividades altas.



Selección:

Por Propiedades térmicas y mecánicas: Los materiales candidatos son aceros inoxidables, aleaciones de Ni, aleaciones de Cu, aleaciones de Al.

Por Resistencia a la corrosión: Aleaciones de Ni. En la tabla de materiales resistentes a la corrosión el mejor material en cuanto a costo y composición es la aleación de Ni Durimet.

¿Considera usted que el diseño de un serpentín interno para esta aplicación es adecuado?

Discusión

El serpentín se debe fabricar de una aleación de Ni Durimet, las aleaciones de Ni poseen conductividades eléctricas bajas, por lo que no cumplen con el criterio de máxima conductividad eléctrica. Las aleaciones de aluminio y cobre poseen alta conductividad pero no son aceptables por baja resistencia a la corrosión de mezclas sulfonítricas.

Se plantea la posibilidad de utilizar un serpentín en la chaqueta del reactor, el cual no se encuentre en contacto con el fluido. Por lo tanto se debe buscar en la serie galvánica que material posee una nobleza similar a las aleaciones de Ni. Se observa que los aceros inoxidables poseen una actividad similar a las aleaciones de Ni. Por lo tanto, se recomienda un acero inoxidable para la chaqueta.

Ahora, se busca la conductividad de los aceros inox. en la gráfica, la cual es similar a las aleaciones de Ni, $\approx 15 \text{ W/mK}$, por lo que se recomienda finalmente **SI realizar el diseño con el serpentín interno, porque resiste a la corrosión y además la conducción de calor es mejor que un serpentín externo de acero inoxidable debido a que se encuentra dentro del fluido.**

Evaluación:

- Por haber utilizado el parámetro adecuado y haber realizado el trazado (pendiente=-1) y la selección adecuadamente (4,5 ptos)
- Por haber seleccionado el material y justificar adecuadamente a partir de propiedades de conducción, corrosión y costo (3 ptos)

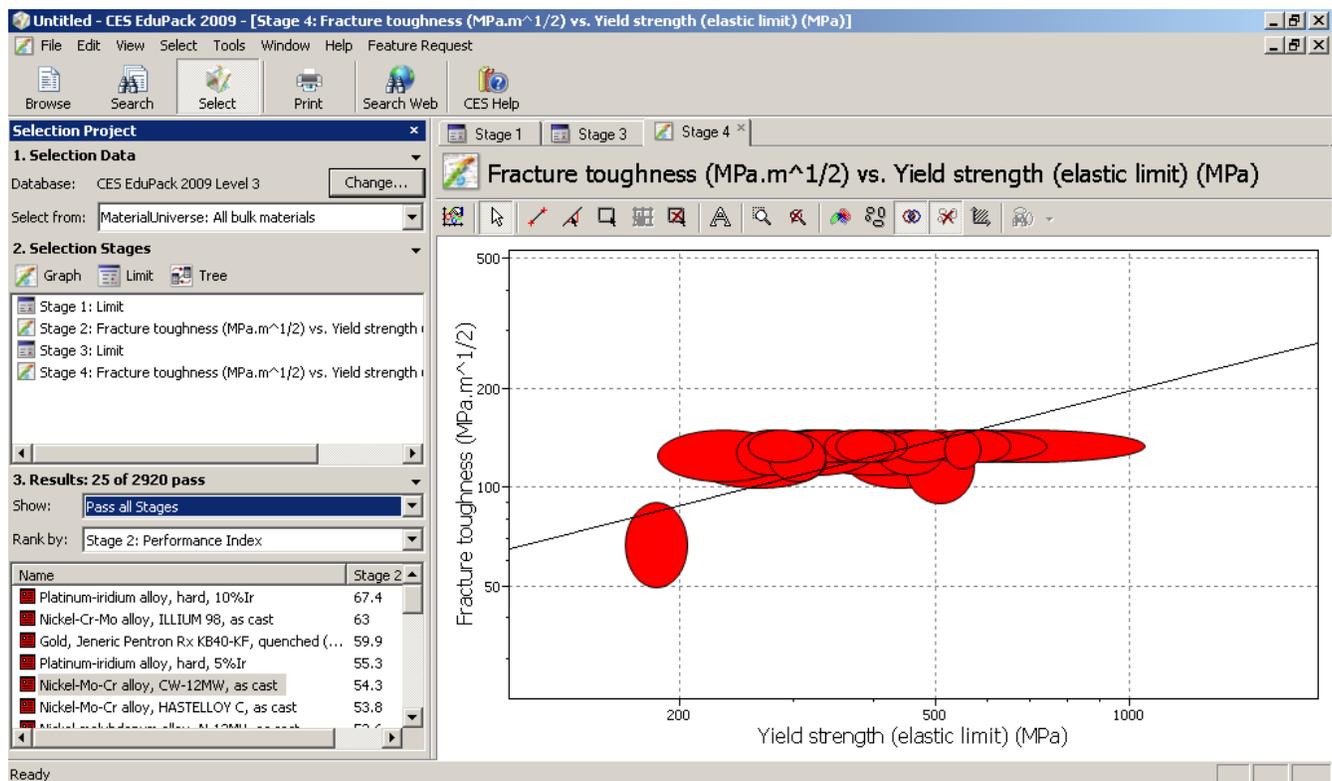
Resolución con el Programa CES

Ejercicio 1:

Condiciones:

1. Fuga antes de ruptura.
2. Resistencia a esfuerzos de hasta 100 MPa
3. Alta resistencia a la corrosión de ácidos débiles y fuertes.
4. Minimizar costo

Se observa que las aleaciones con mayor "Performance Index" y mejor costo son aleaciones basadas en Niquel-Cr-Mo similares en composición a Durimet.



Ejercicio 2:

Condiciones:

1. Maximizar conducción de calor con respecto al área.
2. Resistencia a esfuerzos de hasta 100 MPa
3. Alta resistencia a la corrosión de ácidos débiles y fuertes.
4. Minimizar costo

Se observa que las aleaciones con mayor "Performance Index" y mejor costo son aleaciones basadas en Níquel-Cr-Mo similares en composición a Durimet y aceros inoxidable. Como en la tabla de selección de materiales para resistencia a la corrosión se observa que los aceros inox. son de servicio limitado para mezclas sulfonítricas la selección es Durimet. Además, se observa que las aleaciones Ni-Cr y los acero inoxidable poseen conductividades térmicas similares.

