

FENÓMENOS DE TRANSPORTE

DIQUIMA – Tecnología Química (ETSII–UPM)

Trabajo: Absorción isoterma

La absorción de gases en líquidos es una de las más antiguas e importantes operaciones en la industria química. En ella, una mezcla gaseosa se pone en contacto con un líquido (el *absorbente*) que de forma selectiva disuelve algunos de los componentes (*solutos*) del gas. La interacción de la corriente de gas y la de líquido se puede realizar en diferentes equipos, siendo frecuente el uso de columnas de relleno en las que el líquido desciende verticalmente a contracorriente del gas que sube desde el extremo inferior. El relleno puede ser una masa uniforme de pequeños elementos sólidos que, dejando amplios espacios huecos para el paso de los fluidos, proporcionan un gran área de interfase que facilita la transferencia de materia.

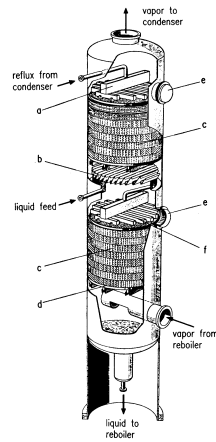


Figura 1: Columna de relleno

El caso que consideraremos es el de una mezcla gaseosa de sulfuro de hidrógeno (H_2S), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), y etano (C_2H_6), que se absorbe con agua. En el presente trabajo se trata de calcular en régimen permanente los flujos de difusión de los componentes en una sección de la columna a cierta altura en la que la presión es de 1,013 MPa y la temperatura de 30 °C. Aunque la absorción es un proceso exotérmico, no se comete un gran error en este caso suponiéndolo isotérmico, como haremos.

En esa sección las concentraciones en las dos fases son:

$$\begin{aligned}x_{\text{H}_2\text{S}} &= 0,005454 & y_{\text{H}_2\text{S}} &= 0,00674 \\x_{\text{CO}_2} &= 0,0008495 & y_{\text{CO}_2} &= 0,16465 \\& & y_{\text{CH}_4} &= 0,1067 \\& & y_{\text{C}_2\text{H}_6} &= 0,7219\end{aligned}$$

Los caudales molares son $G = 125$ kmol/h para el gas y $L = 15500$ kmol/h para el líquido. La columna tiene un diámetro de 1,2 m y el relleno está compuesto de anillos Raschig de 25 mm. En esas condiciones la relación entre la superficie de interfase por unidad de volumen del lecho a (m^2/m^3) y la relación superficie/volumen del relleno a_p (m^2/m^3) vale $a/a_p = 0,76$.

Se conocen las relaciones de equilibrio para el sulfuro de hidrógeno y el dióxido de azufre:

$$\begin{aligned}K_{\text{H}_2\text{S}} &= 60,92 \\K_{\text{CO}_2} &= 185,6\end{aligned}$$

Consideraremos un modelo simplificado para el proceso:

1. En la sección que se aplica, no varía la composición del líquido o del gas con la altura.
2. Se supondrá que las masas del gas y del líquido en la sección tienen una composición uniforme localizándose la resistencia a la transferencia en películas estacionarias situadas a ambos lados de la interfase, pudiendo suponerse flujo unidimensional normal a la misma.
3. Se despreciará la disolución del metano y del etano en el líquido, así como la evaporación de agua.
4. En las interfases líquido-gas hay equilibrio.
5. Para la estimación de los coeficientes de transferencia se usarán las correlaciones de Onda y Mohunta.
6. Se buscarán en la bibliografía o se estimarán con el método apropiado las propiedades físicas que se necesiten adicionalmente a las proporcionadas. Una referencia clásica para la estimación de propiedades físicas es el libro *The properties of gases and liquids*, de Prausnitz *et al.*.
7. Se podrán realizar las hipótesis simplificadoras que resulten apropiadas.

Se pide calcular los flujos N_i del gas al líquido así como las composiciones a los dos lados de la interfase.

Sugerencias:

1. Aunque hay cinco componentes en el sistema, sólo hay presentes cuatro en la fase gas y tres en la fase líquida, por lo que resulta más cómodo usar dos sistemas independientes que uno de cinco componentes.
2. La solución podría consistir en:
 - a) Estimar las difusividades binarias y a partir de ellas los coeficientes de transferencia mediante las correlaciones de Onda y Mohunta.
 - b) Suponer la composición del gas en la interfase e iterar sobre ella hasta que los flujos calculados en ambas fases sean iguales.
 - c) En una primera etapa se puede realizar el cálculo con un método explícito para tener un buen punto de partida para el método exacto.
3. Aunque se debe resolver programando en Matlab (u otra herramienta si se prefiere, previa consulta), es aconsejable escribir antes los pasos detallados del procedimiento y descomponer los cálculos en distintas funciones.
4. Para hallar la exponencial de una matriz hay que usar la función `expm` y no `exp` que la calcula para los elementos.

El resultado del trabajo será un documento en el que se presenten los resultados y se explique el cálculo realizado. Además se entregarán las funciones de matlab desarrolladas. El día límite para su entrega será el último día de clase, 8 de junio.