

Ejercicio 9

Profesor: Tomás Vargas.

Auxiliar: Melanie Colet.

Ayudante: Igor Guzmán – Maurice Menadier.

1.- Se lavan con agua $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ de una mezcla gaseosa amoníaco – aire de composición 25% en volumen de amoníaco en una torre de absorción de relleno de 0,5 m de diámetro para recuperar el 95% del amoníaco contenido en la mezcla gaseosa. El proceso se efectúa a 30°C y 760 mmHg.

Determine

a.- La cantidad mínima de agua a emplear.

b.- La cantidad de agua que se ha de emplearse para que la concentración de la disolución líquida de salida sea 0,11 en fracción molar de amoníaco.

c.- La altura de la columna considerando un valor de $K_{ya} = 10 \text{ kmol/h-m}^3\text{-}\Delta Y$. ¿Qué piensa de la altura determinada para la torre? ¿Es técnicamente viable? ¿Qué haría para solucionar el problema?

Los datos de equilibrio para este sistema (amoníaco – agua) a 30°C , expresados en mol de amoníaco/mol de gas inerte, frente a mol de amoníaco/mol de agua, son los siguientes:

X	Y*
0	0
0,01	0,013
0,02	0,025
0,03	0,038
0,04	0,053
0,05	0,068
0,06	0,085
0,08	0,121
0,10	0,160
0,12	0,204
0,14	0,254
0,16	0,317
0,18	0,394
0,20	0,482
0,22	0,582
0,24	0,704
0,26	0,855
0,28	1,043

Datos: $R = 0,082 \text{ l-atm/mol-}^\circ\text{K}$; $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$

Si se considera gases ideales (G.I.), la cantidad de moles es proporcional al volumen.

Según los datos, la fracción de molar de amoniaco alimentada enfrentado a los moles inertes es:

$$Y = \frac{250 \text{ m}^3 / \text{h}}{750 \text{ m}^3 / \text{h}} = 0,333$$

Se desea recuperar el 95% del amoniaco contenido en la mezcla de alimentación:

$$Y = \frac{12,5 \text{ m}^3 / \text{h}}{750 \text{ m}^3 / \text{h}} = 0,0167$$

Se calcula el flujo total en moles considerando G.I.:

$$G = \frac{1000 \text{ [m}^3 / \text{h}] \cdot 1 \text{ [atm]}}{0,082 \text{ [l - atm / mol - }^\circ\text{K}] \cdot 303 \text{ [}^\circ\text{K}]} = 40247,9 \text{ [mol / h]}$$

Además: $G_s = 30185,9 \text{ [mol / h]}$

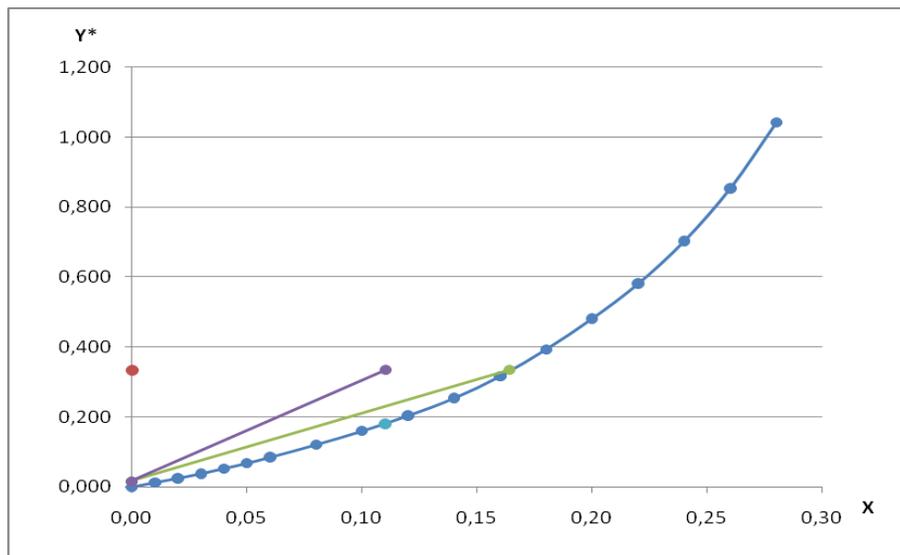
a.- Observando la figura, se puede estimar que la cantidad mínima de agua necesaria es:

$$\left(\frac{L_s}{G_s} \right)_{\min} = \frac{Y_1 - Y_2}{X_1 - X_2} = \frac{0,333 - 0,0167}{0,164 - 0} = 1,9287$$

$$\rightarrow \Rightarrow L_s = 58218,4 \text{ [mol / h]}$$

b.- En este caso se tienen todos los datos conocidos para realizar el cálculo:

$$\left(\frac{L_s}{G_s} \right) = \frac{Y_1 - Y_2}{X_1^* - X_2} = \frac{0,333 - 0,0167}{0,11 - 0} \Rightarrow L_s = 86890 \text{ [mol / h]}$$

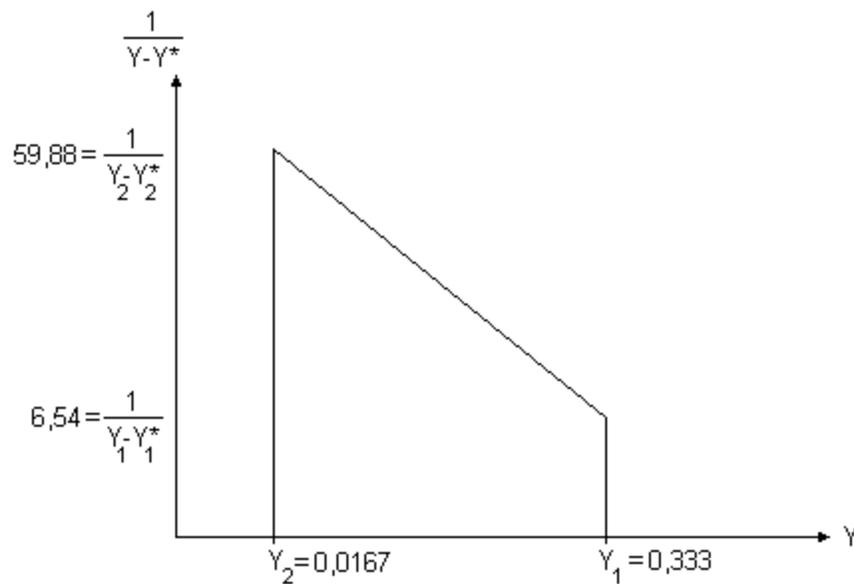


c.- La altura de la torre se estima según: $Z = \frac{G_s}{K_Y \cdot a} \int_{Y_2}^{Y_1} \frac{dY}{(Y - Y^*)}$

Y	Y*	(Y-Y*)	1/(Y-Y*)
0,0167	0	0,0167	59,88
0,333	0,18	0,153	6,54

Se aproxima la integral como el área bajo los puntos iniciales y finales considerados:
Área = 10,50

Esta área se aproxima de mejor manera si se consideran más puntos intermedio.



Por otro lado, el área transversal del equipo es:

$$a = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,5^2 \text{ m}^2}{4} = 0,19635 \text{ m}^2$$

Finalmente la altura del equipo es:

$$Z = \frac{G_s}{K_Y \cdot a} \int_{Y_2}^{Y_1} \frac{dY}{(Y - Y^*)} = \frac{30185,9 [\text{mol} / \text{h}]}{10000 [\text{mol} / \text{h} - \text{m}^3 - \Delta Y] \cdot 0,19635 [\text{m}^2]} \cdot 10,5 = 161,4 \text{ m}$$

La altura de la torre no es viable, por lo que alternativas para realizar la tarea pedida es utilizar varias torres de absorción en serie. Otras alternativas (menos correctas) serían ensanchar columna, utilizar un mayor flujo de agua, y utilizar un menor flujo de gases, sin embargo estas alternativas no cumplen con las condiciones del proceso solicitadas.