



INFLUENCIA DE LAS VARIABLES OPERACIONALES EN LA TRANSFERENCIA DE GASES DISUELTOS EN EL REACTOR CNA.

G.A. Urrutía

Departamento Química de Reactores-C.N.E.A.

Los gases disueltos en el reactor tienen importancia desde el punto de vista químico, tal como el D_2 ya que este además de asegurar las condiciones reductoras en el reactor influye en la solubilidad de la magnetita, uno de los parámetros que intervienen en el transporte de actividad, y por lo tanto en la creación de los campos de radiación fuera del núcleo.

El N_2 si bien es inerte y con bajo rendimiento de radiólisis tiene efecto en la desgasificación como se verá posteriormente.

Por último los gases nobles radioactivos ya sea provenientes de activación (^{41}Ar) como de fisión (Xenones y Kriptones) son de importancia radiológica.

Modelo: Se supone a los fines de este trabajo:

- Que el sistema QH-QM consiste en un tanque agitado ideal.
- Que todo cambio de nivel en el tanque de regulación de volumen o en el presurizador tiene forma de escalón.
- Que en el desgasificador y presurizador los gases alcanzan el estado de equilibrio según la ley de Henry..

El modelo planteado se esquematiza en la Figura 1.

Ecuaciones de balance de masa

$$M_R \frac{dC_R}{dt} = -C_R Q_d - C_R Q_P + Q_d C_S^d + Q_P C_S^P - \lambda C_R M_R + f_R(t)$$

$$\frac{dn_g^d}{dt} = Q_d C_R - Q_d C_S^d - \lambda n_g^d + f_d(t) \quad (1)$$

$$\frac{dn_g^P}{dt} = Q_P C_R - Q_P C_S^P - \lambda n_g^P + f_P(t)$$

La ecuación (1) conduce a:

$$\begin{aligned}\frac{dC_R}{dt} &= -C_R \left(\frac{1}{\tau_d} + \frac{1}{\tau_p} + \lambda \right) + \frac{Co^p}{\tau_p} + \frac{Co^d}{\tau_d} + f_R/M_R \\ \frac{dCo^p}{dt} &= C_R \frac{B^p M_R}{\tau_p} - Co^p \left(\lambda + \frac{B^p M_R}{\tau_p} \right) + B^p f_p \\ \frac{dCo^d}{dt} &= C_R \frac{B^d M_R}{\tau_d} - Co^d \left(\lambda + \frac{B^d M_R}{\tau_d} \right) + B^d f_d\end{aligned}\quad (2)$$

donde $B^d = \frac{RT}{H_d V_d}$ $B^p = \frac{RT}{H_p V_p}$ $Co^d = B_{ng}^d Co^p = B_{ng}^p$

$$\frac{1}{\tau_d} = \frac{Q_d}{M_R} \quad \frac{1}{\tau_p} = \frac{Q_p}{M_R}$$

En estas ecuaciones se ha reemplazado C^r y C^u de (1) por Co^p y Co^d lo que equivale a suponer el equilibrio de Henry en ambos sistemas.

Las constantes de Henry usadas fueron extraídas de los trabajos de Japas y otros (1980) para gases nobles y de Himmeiblaue (1960) para N_2 y D_2 (suponiendo que la solubilidad de D_2 en D_2O es la misma que la de H_2 en H_2O y los valores operativos se tomaron de los manuales de operación de CNA.

Las ecuaciones 2 se resuelven para los siguientes casos operativos

a) Desgasificador fuera de servicio. En este caso $f_d = 0$, contemplándose que se haga un descenso de presión en el desgasificador, con posterior cierre de la valvula de salida de gases.

b) Desgasificador en servicio con vapor: Se supone la presión de succión de 100 torr (modo habitual de operación) y por lo tanto el D_2O está en ebullición dentro del desgasificador, determinando que las ecuaciones de balance de masa deben ser resueltas con la condición $Co^d = 0$.

c) Desgasificador en servicio sin vapor: Las ecuaciones para cada especie pierden su independencia ya que siendo la presión de succión de 100 torr y la presión de vapor de D_2O a la temperatura de trabajo sin vapor de unos 50 torr, el conjunto de los gases debe sumar una presión de 50 torr lo que crea una ecuación de vínculo. Dicha ecuación es:

$$\sum_i \frac{V_R}{\tau_d} (C_{Ri} - Co_i^d) + f_{di} = 0$$

cumpléndose además

$$\frac{fd_i}{fd_j} = \frac{n_i^d}{n_j^d}$$

Por lo tanto en este caso los gases no se comportan independientemente respecto del desgasado. No obstante como las constantes de Henry de los únicos gases importantes (que respecto a la presión son D_2 y N_2) no son muy diferentes, es posible escribir

$$f_2 = \frac{V_R}{\tau_d} \left(\frac{C_{R1} - C_{O1}}{C_{O1}} \right) \frac{C_{O2}}{B_2} B_1$$

donde con el subíndice 1 nos referimos a los gases mayoritarios. Se concluye entonces que para este caso la desgasificación de gases nobles no queda exclusivamente determinada por las propiedades de los mismos sino también por la concentración del gas mayoritario existente en el sistema.

Respecto a los cambios de nivel del presurizador y tanque de regulación de volumen al ser éstos del tipo escalón, modifican las ecuaciones solo en lo que a sus condiciones iniciales se refiere

En las Figuras 2 a 5 se pueden observar distintas soluciones a las ecuaciones planteadas en este modelo.

REFERENCIAS

- Japas, M.L.; Crovetto, R.; Fernández Prini, R; 2° Congreso Arg. de Fisicoquímica (1980).
 Himmeblau, D.; J. Chem.Eng. Data. 5, 10 (1960).

