

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA RETENCION DE MAGNETITA EN LECHOS GRANULARES DE GRAFITO

J.M. Grimaux y S.J. Liberman

DEPARTAMENTO DE QUIMICA DE REACTORES, C.N.E.A.

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1984

Este trabajo es la continuación de una serie de estudios destinados a sistematizar el comportamiento de los filtros granulares de grafito y determinar la factibilidad de su utilización como método de filtración caliente en las centrales nucleares.

En las determinaciones que hemos realizado hasta el presente, el filtro fue descrito desde un punto de vista fundamentalmente fenomenológico estudiando el efecto del caudal¹, granulometría del lecho, morfología del depósito² e interacciones superficiales³ utilizando suspensiones acuosas de magnetita comercial a temperatura ambiente.

En este trabajo se completa la evaluación de los filtros hasta temperaturas de 80°C utilizando suspensiones de magnetita sintética mono dispersa. Se estudió el efecto de la temperatura y el de tamaño de partícula y los resultados fueron interpretados considerando las diversas fuerzas que actúan sobre las partículas en suspensión y que gobiernan su depósito en el gránulo colector⁴. Asimismo se identificaron una serie de factores responsables de la disminución en la eficiencia de los filtros que aclararían las discrepancias citadas en la bibliografía^{5,6}.

Experimental

Se utilizó un sistema de filtración que ha sido descrito previamente³, habiéndose adicionado el pulmón separador de burbujas que muestra la Figura 1 a la salida de la bomba, para optimizar el flujo constante e impedir la entrada de burbujas en el filtro. El sistema, además, fue aislado de las vibraciones producidas por la bomba, habiéndose comprobado que ese efecto producía una disminución en la eficiencia del filtro.

Se utilizó grafito Union Carbide, de la granulometría 18-25 que fuera indicada óptima para la retención², que debió hervirse con agua previa a su colocación en el filtro, para eliminar el aire que queda adherido a los gránulos, factor que también provoca un menor depósito en el filtro.

Se filtró "crud" sintético utilizando muestras de magnetita monodispersa de 0,39, 1 y 2 μm preparadas de acuerdo a una técnica de sarrollada recientemente⁷. Para evitar el efecto de agregación magnética de las partículas, las muestras fueron desmagnetizadas por aplicación de un campo magnético oscilante. Las concentraciones de trabajo fueron del orden de 50 ppb y los análisis a la entrada y salida del filtro se realizaron con un espectrofotómetro Zeiss DM4 utilizando la absorción del complejo $\text{Fe}(\text{TPTZ})_2^{2+}$ a 595 nm. Cada valor de eficiencia corresponde a un promedio de alrededor de 8 mediciones individuales durante el transcurso de una filtración de 25 a 50 l de suspensión. Las variaciones en las pérdidas de carga totales fueron despreciables como consecuencia del bajo contenido de sólido depositado.

Se trabajó a un caudal constante de 0,27 l/min ($v=1$ cm/seg) y a temperatura entre 20 y 80°C, determinadas a la salida del filtro.

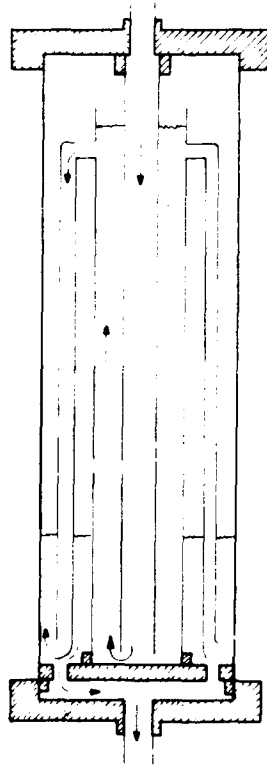


Figura 1.- Pulmón separador de burbujas

Resultados y Discusión

1. Efecto de la temperatura

El aumento de la eficiencia de retención E con la temperatura se puede observar en la Figura 2 que muestra la variación del coeficiente de filtración λ ($\lambda = -L^{-1} \ln(1-E)$, $L=25,6$ cm de longitud del filtro) con la viscosidad del fluido. Este aumento, que contradice el efecto observado por Darras y col⁶., corresponde fundamentalmente a una disminución en las fuerzas de arrastre viscoso sobre las partículas en el fluido y está de acuerdo a lo establecido incluso por los modelos más simplificados de filtración en lecho profundo.

La curva llena en la Figura 2 muestra el coeficiente de filtración calculado de acuerdo al modelo de Rajagopalan y Tien⁴ λ_{RT} que consiste en un modelo de celdas esféricas en donde las partículas se depositan bajo la acción de un flujo hidrodinámico considerando las fuerzas de interacción superficial, gravitacional, de arrastre viscoso y los efectos de difusión de partículas e intercepción. Este modelo no considera el atrapamiento de partículas en los poros del filtro o en las grietas del gránulo.

Se puede observar que el modelo corresponde en forma cualitativa a los resultados experimentales, aunque los valores de λ son sensiblemente superiores.

La curva de trazos en la Figura 2 corresponde a $\lambda = 6\lambda_{TR}$. Esta curva que ha sido continuada hasta valores de viscosidad correspondiente a 573°K para poder hacer predicciones de comportamiento a la temperatura de planta, muestra una concordancia excelente con los resulta-

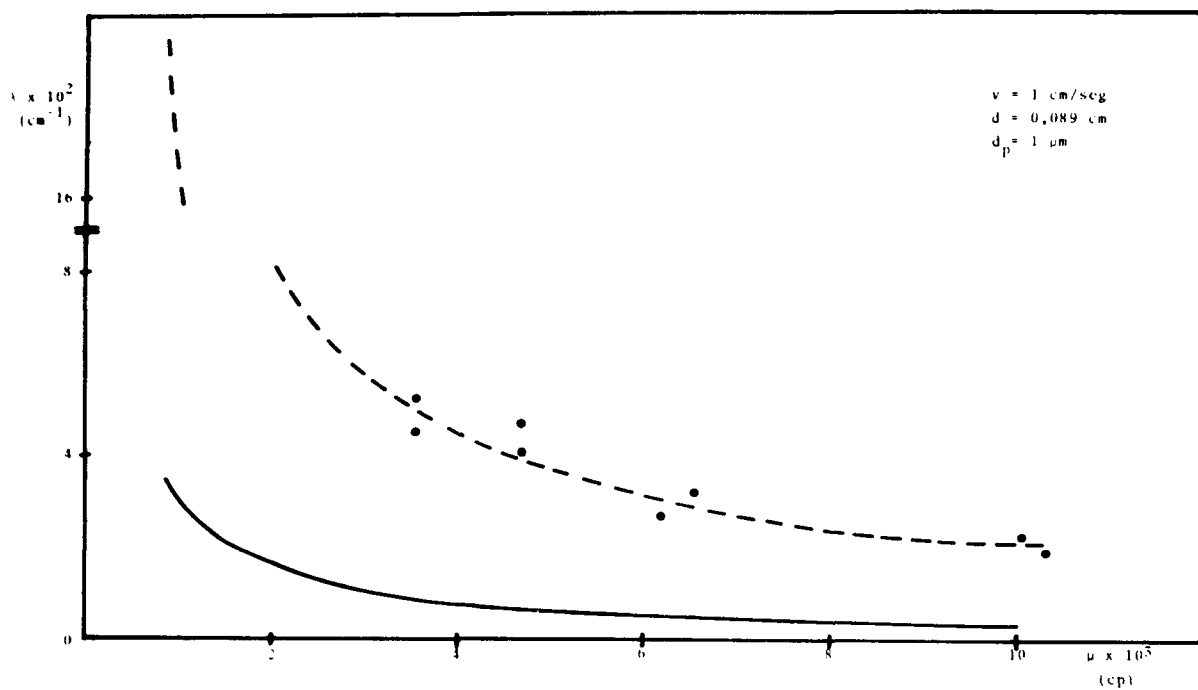


Figura 2. Relación entre coeficiente de filtración y viscosidad



Figura 3



Figura 4

Microfotografías de magnetita depositada sobre grafito

los experimentales. Si bien el factor b es empírico, existen una serie de condiciones experimentales que no han sido contempladas en el modelo y que contribuyen al aumento del coeficiente de filtración dado por la teoría:

i) los gránulos de grafito no son esféricos y presentan irregularidades favorables para el depósito de partículas, como se ve en la Figura 3, que muestra la adhesión de una partícula de magnetita en una grieta del grafito.

ii) las partículas de magnetita no son completamente esféricas, además la formación de agregados ya sea en suspensión o como consecuencia de la interacción de partículas en el filtro, como se muestra en la Figura 4, también favorece el aumento del depósito obstruyendo los poros.

2. Diámetro de partícula.

La Figura 5 muestra la variación del coeficiente de filtración con el tamaño de partícula de magnetita ($N_R = d_p/d$, donde d_p y d son los diámetros de la magnetita y el grafito respectivamente). La curva llena fue calculada de acuerdo al modelo de Tien-Rajagopalan, mientras que la curva de trazos corresponde a $\lambda = 6\lambda_{TR}$. Los resultados experimentales muestran una buena concordancia con esta correlación empírica, de igual manera a lo indicado en la Figura 2. El mínimo de la Figura 5 es una consecuencia del predominio del mecanismo de difusión a N_R mayores.

Estos resultados indican que en el rango de tamaño de las partículas de interés, el coeficiente de filtración es bastante insensible al diámetro de las partículas y que los tres mecanismos de depósito mencionados juegan un papel importante en la retención de partículas en el filtro.

3. Consideraciones para la operación en planta.

Durante el transcurso de este trabajo se han podido identificar y superar una serie de factores experimentales, indispensables para asegurar una adecuada operación en planta, que determinan una disminución en la eficiencia de retención de los filtros y que permitirían aclarar las discrepancias citadas en la bibliografía^{5,6}.

Las siguientes recomendaciones deberán tenerse en cuenta previa a la instalación del filtro:

a) deberá acondicionarse adecuadamente el grafito, así como impedir el pasaje de gas a través del mismo, para evitar la adhesión de burbujas a su superficie.

b) deberán impedirse fluctuaciones bruscas de presión que ocasionan el desprendimiento de los depósitos.

Para realizar una estimación de la eficiencia de retención de un filtro en condiciones de planta, se puede utilizar la Figura 2. Los valores de λ extrapolados a 593°K y que deberán ser corroborados en circuitos a presión y temperaturas elevadas, indican que un filtro de grafito, de 80 cm de diámetro y 1 m de longitud, con gránulos de 0,89 mm de diámetro, que opere a caudal de 5 Kg/seg, tendrá una eficiencia de 98-99% para partículas en suspensión de tamaños 0,4-1 μ m. La pérdida de carga inicial será del orden de 2 m de agua, que aumentará posiblemente a 3,5 m para un depósito de 5 g de sólido/Kg de grafito. Este resultado es concluyente en cuanto a la conveniencia de utilizar estos filtros.

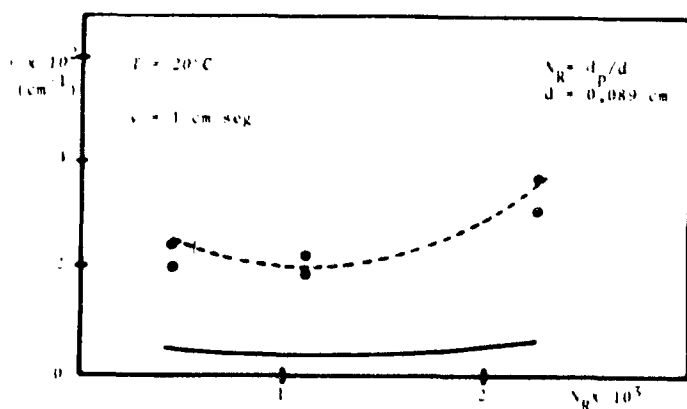


Figura 5. Relación entre el coeficiente de filtración y el diámetro de partícula.

4. Conclusiones

a) Se han establecido los mecanismos responsables del depósito de partículas en el filtro.

b) Se han establecido las condiciones hidrodinámicas adecuadas para la operación del filtro.

c) La extrapolación del comportamiento para condiciones del reactor señala muy promisorio la utilización de los filtros.

REFERENCIAS

- (1) R.Barbieri.,E.K.de Blanco.,R.Grosso.,y S.J.Liberman"Filtración de Suspensiones de Magnetita a través de Lechos Granulares de Grafito a Temperatura Ambiente" VIII Reunión Científica A.A.T.N. Bs.As.Nov. 1979.
- (2) R.Barbieri., R.Bercovich.,E.K.de Blanco., y S.J.Liberman "Influencia de la Interacción Superficial en el Depósito de Magnetita en Filtros Granulares de Grafito. XV Sesiones Químicas Argentinas.Tucumán sep. (1980).
- (3) R.Barbieri.,E.J.Bercovich.,S.J.Liberman "Efecto de la Granulometría del Lecho y Morfología del Deposito en la Filtración de Magnetita a través de lechos Granulares de Grafito. IX Reunión Científica A.A.T.N Bariloche, Nov. (1980).
- (4) R.Rajagopalan y Tien C. "Trajectory Analysis of Deep Bed Media Using the Sphere-in-Cell Porous Media Model" AIChE. J. 22, 523 (1976).
- (5) R.E.Heathcock.,C.S.Lacy "Graphite Bed for Coolant Filtration at High Temperature" BNES. International Conference on Water Chemistry of Nuclear Reactor Systems p. 264 (1977).
- (6) R.Darras.,L.Dolle.,J.Chenouard y F.Laylavoix., "Recent Improvements in the Filtration of Corrosion Products in High Temperature Water and Application to Reactor Circuits. Id. p. 295 (1977).
- (7) E.Matijevic., Comunicación Personal (1980).