

FILTRACION MAGNETICA EN SUSPENSIONES
ACUOSAS DE MAGNETITA
EFECTO DEL CAUDAL, CONCENTRACION Y TEMPERATURA

R. Jiménez Rebagliati y S.J. Liberman

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

En toda central de potencia la existencia de partículas sólidas provenientes de la corrosión de los materiales genera una serie de inconvenientes ampliamente conocidos que los sistemas de limpieza convencionales no controlan eficientemente. Para evitar este problema y teniendo en cuenta que la mayoría de dichos productos de corrosión son ferro, ferri o paramagnéticos se ha demostrado la conveniencia de utilizar filtros magnéticos que permiten operar en condiciones elevadas de presión y temperatura.

En la actualidad se encuentran instalados un numero considerable de filtros magnéticos en varias centrales nucleares en Europa¹ así como en circuitos experimentales^{2,3,4}. La utilización de filtros de alto gradiente de campo para la purificación de diversos sistemas también esta ampliamente difundida⁵.

Este trabajo es el comienzo de una serie de estudios destinados a evaluar la utilización de los filtros magnéticos en centrales nucleares. En una etapa previa al análisis del comportamiento del filtro en condiciones de presión y temperatura elevadas, hemos determinado la influencia del caudal, temperatura y concentración en la retención de magnetita de sus suspensiones acuosas utilizando un filtro magnético con matriz de bolitas. Se determinaron parámetros de interés para la operación en planta y se encontró la constante característica K ($K \propto M_s \chi_p d^2$ donde M_s es la magnetización de las bolitas χ_p es la susceptibilidad de las partículas de "crud" y d el diámetro de las mismas) para un filtro de longitud L , con bolitas de diámetro D , bajo la acción de un campo magnético H_0 , con un fluido de viscosidad η circulando a velocidad v_∞ de acuerdo a^{2,3}:

$$\ln (1-E_f) = -K(H_0 L / D^2 \eta v_\infty)$$

siendo E_f la eficiencia de retención.

Parte experimental

Se utilizó un filtro magnético como el esquematizado en la Figura 1 que consta de una matriz de 8 cm de largo compuesta por 180 g de bolitas de acero inoxidable de 0,31 cm de diámetro retenidas por dos difusores de nylon y colocadas en un tubo de acrílico de 2,4 cm de diámetro situado simétricamente entre los polos de un imán permanente que proporciona un campo $H_0 = 2,68$ KG.

Este filtro se montó verticalmente en un sistema hidráulico similar al utilizado en un trabajo anterior⁶.

Se hizo circular una suspensión de magnetita BDH en agua desionizada y se determinó la concentración de hierro a la entrada y salida del filtro por colorimetría utilizando el metodo del ácido tioricólico o del reactivo TPTZ^{7,8} de acuerdo al rango de concentración de trabajo.

Se determinó el efecto del caudal a 20°C entre 0,9 y 5 l/min (3,3 - 18,4 cm/seg.), el de la concentración entre 0,18-15 ppm y el de temperatura de 20 a 85°C a caudal constante de 5,0 l/min.

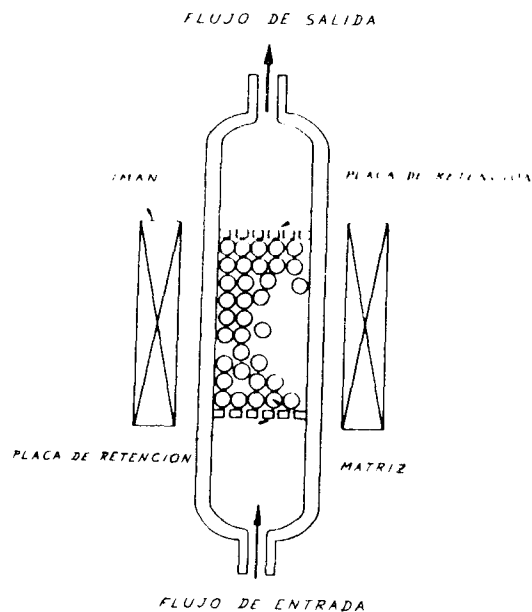


Figura 1.- Filtro Magnético

Para las filtraciones a temperatura ambiente en todas las ensayos se utilizaron 200 l de suspensión, mientras que a temperaturas mayores el volumen fue de 50 l. Las eficiencias calculadas corresponden al promedio de 10 a 15 valores de eficiencias individuales obtenidas durante el transcurso de cada filtración, no observándose en ningún caso desviaciones superiores al 5% en cada una de estas determinaciones respecto del promedio.

Resultados y discusión

1.- Efecto del caudal

La Figura 2 muestra la relación entre la velocidad del fluido v_{∞} y la eficiencia de la filtración E_f definida como:

$$E_f = (c_e - c_s) / c_e$$

donde c_e y c_s son las concentraciones de entrada y salida respectivamente. La dependencia exponencial entre E_f y v_{∞} que muestra la Figura 2 corresponde a las predicciones del modelo teórico^h e indica una disminución en la retención con el caudal del fluido.

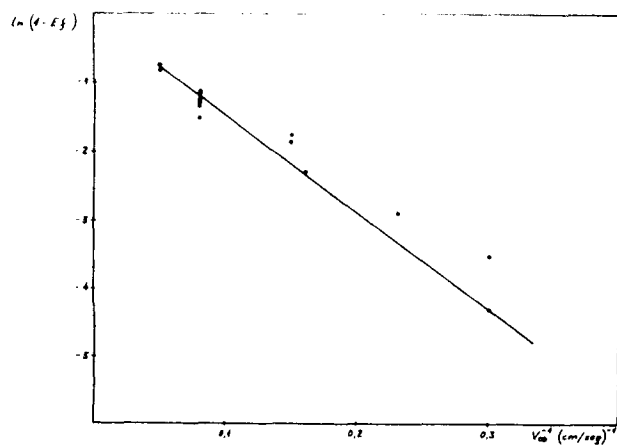


Figura 2.- Relación de la eficiencia de retención de magnetita con la velocidad del fluido

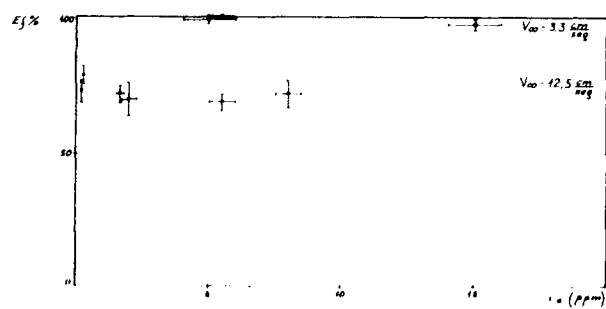


Figura 3.- Efecto de la concentración de magnetita en la eficiencia de retención

2.- Efecto de la concentración

La Figura 3 muestra la retención de magnetita en función de la concentración para diversos caudales. Estos resultados muestran en forma concluyente que para el bajo rango de concentraciones de trabajo la retención es independiente de la concentración.

3.- Pérdida de carga y capacidad de los filtros

La pérdida de carga aumenta en forma aproximadamente lineal con la masa de sólido depositada, con incrementos entre 2 y 6 cm de agua/cm de lecho/g de Fe_3O_4 /kg de bolitas.

En cuanto a la masa total de sólidos depositados, varían entre 2,3 y 10,5g por Kg de bolitas, dependiendo de la velocidad y concentración de la suspensión, no habiéndose llegado en ningún caso a saturar el filtro. Estos valores son superiores a los dados por Heitmann en KWU (2g de sólido por Kg de bolitas) para bolitas de 6 mm de diámetro y velocidades en el rango 20-40cm/seg. La diferencia seguramente es una consecuencia de las condiciones más desfavorables para el depósito de sólidos en este último caso.

Estos resultados de pérdida de carga para diferentes masas de depósito en la matriz son indispensables para el diseño de los filtros de planta.

4.- Efecto de la temperatura

La influencia de la temperatura en la retención de magnetita a caudal constante, que se manifiesta a través del cambio en la viscosidad η del medio, se muestra en la Figura 4.

La dependencia exponencial de la viscosidad con la eficiencia indica un aumento en la retención con la temperatura y está de acuerdo a lo previsto por el modelo de retención de partículas en un gradiente de campo magnético considerando los cambios de las propiedades magnéticas y viscosidad con la temperatura⁴.

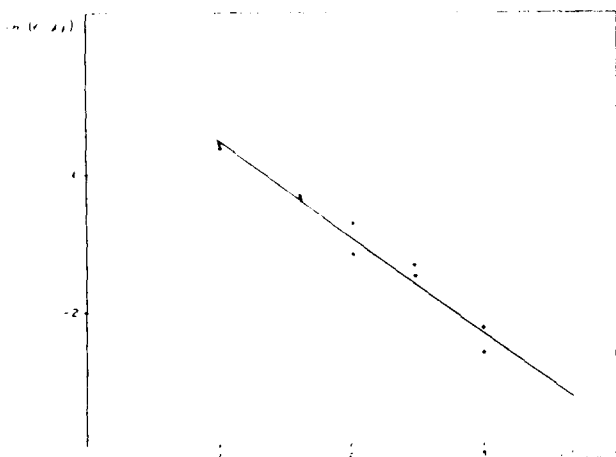


Figura 4.- Influencia de la viscosidad en la retención de magnetita

5.- Estimaciones para operación en Planta

Con los resultados experimentales obtenidos se puede realizar una estimación para el filtro magnético a instalar en la purga del condensador de la C.N.A. II cuyas características y ubicación son similares a las señaladas por Heitmann¹.

Este filtro utiliza un campo magnético $H_0 = 1,885$ KG equivalentes a $1,5 \times 10^5$ Amp/m, tiene una longitud de matriz $L = 110$ cm, un diámetro de esferas $D = 6$ mm, temperatura de operación entre 50° y 60°C y caudal de trabajo entre 10,3 y 22,7 cm/seg. De acuerdo con nuestros resultados experimentales tal filtro debería operar con una eficiencia entre 93% y 100%. Estas estimaciones están hechas suponiendo que las partículas a retener tienen un tamaño similar al de la magnetita comercial utilizada en nuestros experimentos y cuyo diámetro aproximado es de 1μ . Un tamaño menor de partícula como así también una variación en la naturaleza de las mismas (Fe_2O_3 en lugar de Fe_3O_4) provocarían una disminución de la eficiencia.

6.- Conclusiones

- Se verificó del modelo teórico del filtro magnético respecto del caudal y la temperatura.
- Se encontró que la retención del filtro es independiente de la concentración.
- Se determinaron las constantes empíricas del filtro lo que permite predecir la operación del mismo en condiciones de planta.

REFERENCIAS

- 1) H.G.Heitmann "Operating Experience with Electromagnetic Separators and their Application in the Water Steam Systems of Power Stations" Proc. 33RD Internat. Water Conf., p.17. Pittsburgh (1972).
- 2) H.E.Thexton "High Temperatura Filtration" "Activity Transport in Candu's" AECL 5113, p.59. Sep (1975).
- 3) E.J.Mouskal y W.T.Bourns. "High Flow Temperature Magnetic Filtrations of the Primary Heat Transport Coolant of the Candu Power Reactors" BNES, Internat. Conf. Water Chem. of Nuclear Reactor Systems. p. 273 Oct. (1977).
- 4) L.Dolle., P.Grandcollot., J.Chenouard., R.Darras "Extraction of Insoluble Corrosion Products from the Water Circuits of Nuclear Power Station by Electromagnetic Filtration" Proc. of The Second World Filtration Congress p.617. London (1979).
- 5) J.A.Oberteuffer., "Magnetic Separator: A Review of Principles, Devices and Applications" IEEE Trans. Magnetics vol MAG 10, p.223 (1974).
- 6) R.Barbieri., E.J.Bercovich., E.K.de Blanco., y S.J.Liberman., "Influencia de la Interacción Superficial en el Depósito de Magnetita en Filtros Granulares de Grafito" CNEA NT 14/81 p.192 (1981).
- 7) Manual de Técnicas de Laboratorio C.N.A.
- 8) S.Ali., y S.J.Liberman "Determinación Espectrofotométrica de Fe en bajas concentraciones", IN-QR-C/17 (1981).