

ACUMULACION DE INCRUSTACIONES

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Pedro Fernández Díez

<http://www.termica.webhop.info/>

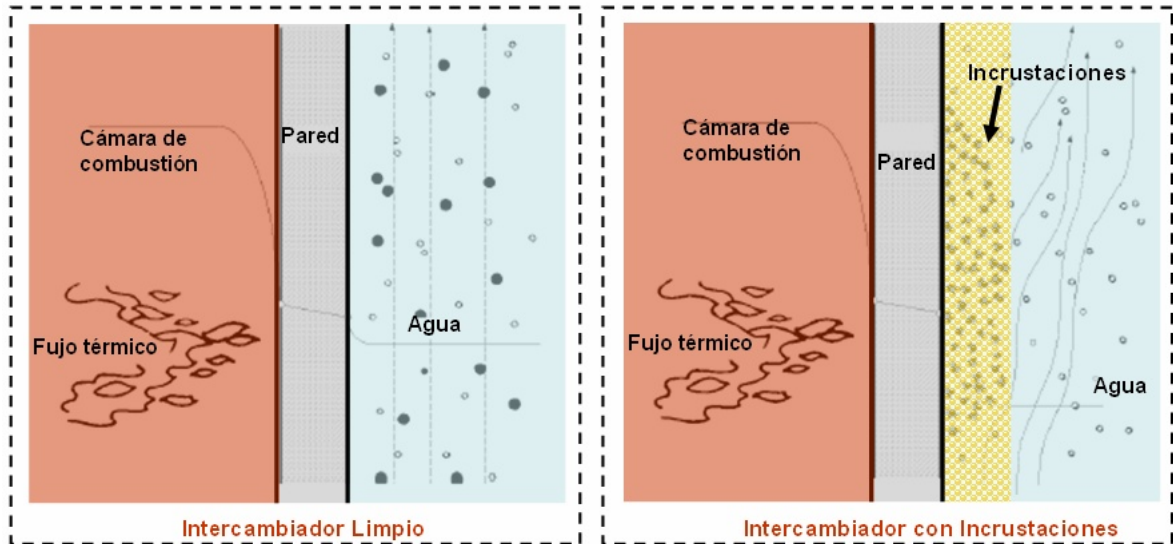
Extracto del Capítulo XVII

FACTOR DE SUCIEDAD.-

Con frecuencia resulta imposible predecir el coeficiente de transferencia de calor global de un intercambiador de calor al cabo de un cierto tiempo de funcionamiento, teniendo sólo en cuenta el análisis térmico; durante el funcionamiento con la mayoría de los líquidos y con algunos gases, se van produciendo gradualmente unas películas de suciedad sobre la superficie en la que se realiza la transferencia térmica, que pueden ser de óxidos, incrustaciones calizas procedentes de la caldera, lodos, carbonilla u otros precipitados, Fig XVII.11; el efecto que ésta suciedad origina se conoce con el nombre de ***incrustaciones***, y ***provoca un aumento de la resistencia térmica del sistema***; normalmente el fabricante no puede predecir la naturaleza del depósito de suciedad o la velocidad de crecimiento de las incrustaciones, limitándose únicamente a garantizar la eficiencia de los intercambiadores limpios.

La resistencia térmica del depósito se puede determinar, generalmente, a partir de ensayos reales o de la experiencia.

Fig XVII.11



Transmisión de calor entre la cámara de combustión y el agua de una caldera con incrustaciones calcáreas

Si se realizan ensayos de rendimiento en un intercambiador limpio y se repiten después de que el aparato haya estado en servicio durante algún tiempo, se puede determinar la resistencia térmica del depósito (o factor de incrustación) R_{Sucio} mediante la relación:

$$R_{\text{Sucio}} = R_{\text{Func}} - R_{\text{Limpio}} = \frac{1}{U_{\text{Func}}} - \frac{1}{U_{\text{Limpio}}} \Rightarrow U_{\text{Func}} = \frac{1}{R_{\text{Sucio}} + \frac{1}{U_{\text{Limpio}}}}$$

siendo:

$$R_{\text{Sucio}} = R_e + R_i \frac{A_e}{A_i} \quad ; \quad U_{\text{Limpio}} = \frac{1}{\frac{1}{h_{ce}} + R_{\text{equiv}} + \frac{1}{h_{ci}} \frac{A_e}{A_i}}$$

La expresión del coeficiente global de transmisión de calor U_{func} en funcionamiento al cabo de un tiempo, referida a la sección exterior A_e es:

$$U_{func} = \frac{1}{\frac{1}{h_{ce}} + R_e + R_{equiv} + \frac{R_i A_e}{A_i} + \frac{A_e}{h_{ci} A_i}}$$

en la que:

U_{limpio} es el coeficiente global de transmisión de calor del intercambiador limpio, respecto a la sección exterior

U_{suc} es el coeficiente global de transmisión de calor del intercambiador después de producirse el depósito

h_{ce} es el coeficiente de convección medio del fluido en el exterior del tubo

h_{ci} es el coeficiente de convección medio del fluido en el interior del tubo

R_e es la resistencia unitaria del depósito de suciedad en el exterior del tubo

R_i es la resistencia unitaria del depósito de suciedad en el interior del tubo

R_{equiv} es la resistencia unitaria del tubo, en la que no se han considerado los depósitos de suciedad interior y exterior, y el material del tubo, en $m^2 K/W$, basada en el área de la superficie exterior del tubo.

A_e/A_i es la relación entre la superficie exterior y la interior del tubo.

En la Tabla XVII.1 se dan algunos ejemplos de factores de resistencia por ensuciamiento normales que se aplican en la ecuación anterior.

Tabla XVII.1 Factores de resistencia por ensuciamiento normales

Tipo de fluido	Requiv (m²K/W)
Agua de mar por debajo de 325°K	0.0009
Agua de mar por encima de 325°K	0.0003
Agua de alimentación de calderas por encima de 325°K	0.0005
Agua de río	0.001-0.004
Agua condensada en un ciclo cerrado	0.0005
Agua de torre de refrigeración tratada	0.001-0.002
Gasóleo ligero	0.0020
Gasóleo pesado	0.0030
Asfalto	0.0050
Gasolina	0.0010
Queroseno	0.0010
Soluciones cáusticas	0.0020
Fluido hidráulico	0.0010
Sales fundidas	0.0005
Aceite para temple	0.0007
Gases de escape de un motor	0.0100
Aceite combustible	0.0050
Aceite para transformadores	0.0010
Aceites vegetales	0.0030
Vapores de alcohol	0.0001
Vapor, cojinetes sin aceite	0.0005
Vapor, con aceite	0.0010
Vapores refrigerantes, con aceite	0.0020
Aire comprimido	0.0010
Líquido refrigerante	0.0010