

Comparación de Calderas

En el presente artículo se analizan los parámetros de diseño y construcción de calderas pirotubulares, que deberían ser considerados al momento de realizar la comparación de estos equipos.

Introducción

En general los únicos parámetros considerados en la evaluación de una caldera son la eficiencia térmica y la superficie de calefacción o más bien la producción específica de vapor por unidad de superficie (Kg/h m²).

La idea del presente artículo es entregar parámetros de diseño a ser considerados, que resultan igual, o incluso más relevantes que los indicados en el párrafo anterior.

Parámetros de Diseño

Los parámetros de diseño que serán evaluados tienen relación con la vida útil de, la eficiencia térmica o el consumo de combustible, la calidad del vapor, las emisiones de partículas y gases, etc.

1) Diseño del Fogón

Entre los parámetros de diseño más importantes figuran aquellos relacionados con el diseño del fogón, por ser este uno de los componentes más críticos de una caldera.

La importancia del fogón radica en el hecho, en que en él se produce la combustión, transferencia del mayor porcentaje del calor liberado y se producen las mayores temperaturas presentes en una caldera.

Los parámetros de diseño de un fogón más importantes son los siguientes:

a) Volumen de Fogón

El volumen del fogón es sumamente importante, ya que, mientras mayor sea el volumen:

- Mayor será el tiempo de residencia de los productos de la combustión para asegurar una combustión completa (menor producción de CO).

ARTÍCULO TÉCNICO

COMPARACIÓN DE CALDERAS

- Menor será la carga térmica y por lo tanto menor la producción de NOx y CO.
- Menor será la temperatura de los productos de la combustión a la salida del fogón y por lo tanto menores serán las temperaturas de la placa tubular trasera, situación que reduce las posibilidades de aparición de grietas.

b) Diámetro del Fogón

El diámetro del fogón es sumamente importante, ya que, un fogón de mayor diámetro permite un mejor desarrollo de la llama y por lo tanto menores posibilidades de que esta impacte sus paredes, favoreciendo las emisiones de material particulado y monóxido de carbono.

Mientras menor diámetro tenga el fogón, mayor será su pérdida de carga y por lo tanto mayor capacidad deberá tener el motor del ventilador del quemador.

En la figura N°1 se muestra la relación recomendada por la Norma BS - 2790 entre el diámetro y la liberación de calor en un fogón.

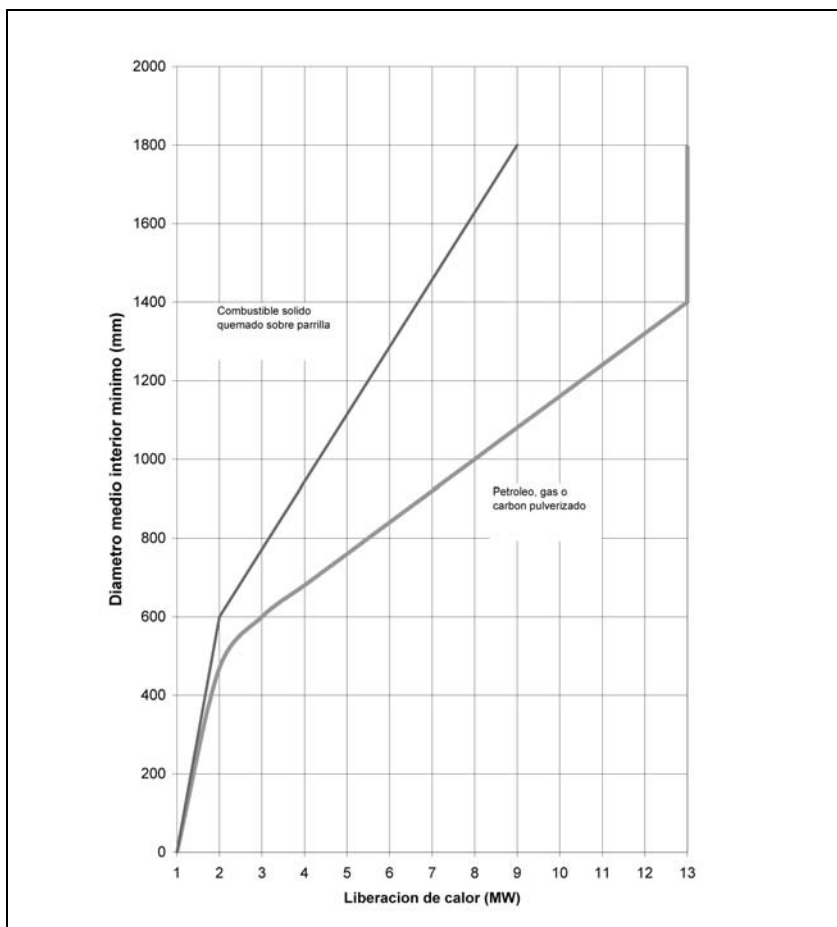


Figura N°1: Relación entre diámetro de fogón y liberación de calor, según norma BS - 2790.

c) **Carga Térmica**

Mientras menor sea la carga térmica (liberación de calor por m³) menor será la temperatura y esfuerzos térmicos sobre el fogón.

En posible encontrar en algunos diseños de calderas, con cargas térmicas de hasta 1.8 MW/m³.

d) **Fogón Corrugado**

Es deseable que el fogón sea del tipo corrugado, especialmente cuando su largo supera los 3 metros, ya que, este tipo de construcción es más flexible y por lo tanto permite absorber mejor los esfuerzos mecánicos asociados al calentamiento.

Por otro lado el fogón corrugado posee mayor superficie de transferencia de calor que un fogón liso y por lo tanto permite absorber una mayor cantidad de calor, reduciendo de esa manera la carga térmica sobre fogón, cámara trasera y placa tubular (entrada al segundo paso).

e) **Unión fogón a placa trasera**

La unión del fogón a la placa trasera, o bien la delantera en el caso de las calderas de llama reversa, debe ser a ras y redondeado tal como se muestra en la Figura N°2.

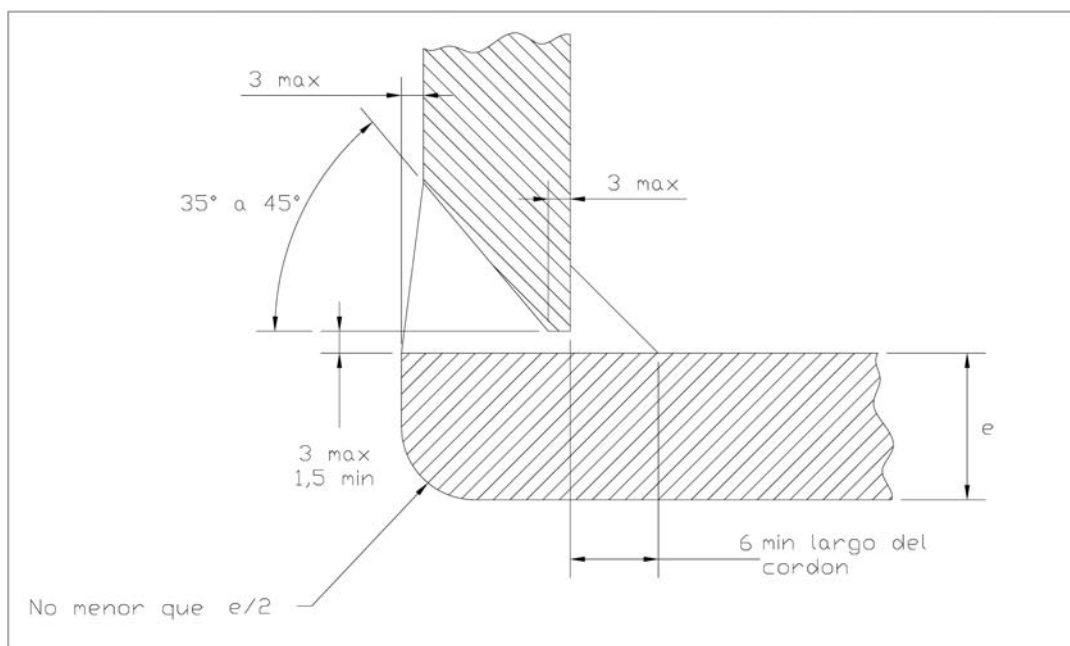


Figura N°2: Unión fogón a placa trasera.

2) Cámara Trasera

Otro componente cuyo diseño es sumamente importante es la cámara trasera, que conduce los productos de la combustión que salen del fogón al segundo paso de la caldera.

a) Tipo de Fondo

Es deseable que la cámara trasera sea del “tipo húmedo”, es decir, refrigerada por agua y no del “tipo seco” con refractarios, ya que, este último tipo trae consigo los siguientes problemas:

- Mayores requerimientos de mantención y por lo tanto menor disponibilidad de las calderas, debido a la presencia de material refractario, cuya vida útil es limitada.
- Mayor temperatura de los productos de la combustión a la entrada del segundo paso, lo que puede provocar problemas de grietas en la unión de tubos a placa, especialmente al operar con gas natural, donde la temperatura de los gases es mayor.

b) Temperatura Productos Combustión y Temperatura de Placa Trasera

La temperatura de salida de los productos de la combustión o más bien su entrada al segundo paso es sumamente relevante, ya que, junto con la cantidad, diámetro y arreglo de tubos, sumado al espesor de la placa tubular, permiten determinar la temperatura del metal de esta placa.

De acuerdo a la Norma BS - 2790 la temperatura del metal en la unión de los tubos del segundo paso a la placa tubular trasera de una caldera debiera ser inferior a 380 °C.

3) Superficie de Calefacción

La superficie de calefacción y en especial la producción específica de vapor por unidad de superficie (Kg/h m²) es un parámetro comúnmente considerado erróneamente, como un índice que refleja la carga térmica de una caldera.

La producción específica representa más que la carga térmica de una caldera la producción de vapor por cantidad de acero utilizada en la construcción, dado que una mayor superficie de calefacción no necesariamente implica una menor carga térmica.

Esta afirmación obedece al hecho, que más que la carga térmica total, dada por la producción específica, lo que interesa son las cargas térmicas en

componentes críticos, como lo son el fogón, la cámara trasera y la placa tubular del segundo paso.

En general los diseños de fabricantes estadounidenses tradicionales consideran liberaciones de calor de 30 – 35 Kg/h m² y los fabricantes europeos de 45 – 55 Kg/hm².

En el caso particular de las calderas de llama reversa, que incluyen retardadores en sus tubos de humo, las producciones específicas de vapor son aun superiores (65 – 80 Kg/hm²).

A pesar de que las calderas de diseño europeo poseen una mayor producción específica, las solicitaciones térmicas en los componentes críticos (fogón y placa trasera) es menor.

4) Volumen de Agua

El contenido de agua de una caldera representa la capacidad de almacenamiento másico y térmico.

Mientras mayor sea la cantidad de agua que puede almacenar una caldera, mayor será su capacidad para absorber variaciones en la demanda de vapor y por otro lado prevenir choques térmicos asociados a la alimentación de agua.

5) Volumen Cámara de Vapor

El volumen de la cámara de vapor representa la capacidad de almacenamiento de vapor de la caldera.

En atención a lo anterior una caldera con una mayor cámara de vapor tendrá mejor capacidad para absorber variaciones en los consumos de vapor.

Por otro lado un mayor volumen de la cámara de vapor, permitirá generar un vapor más seco (con menor arrastre de agua).

6) Superficie espejo de Agua

Mientras mayor sea la superficie del espejo de agua, menor será la velocidad con la que se desprende el vapor de esta superficie y por lo tanto menor será el arrastre de condensado y mejor será la calidad del vapor (más seco).

En general se recomienda que la velocidad de vaporización sea inferior a 0.056 m³/s.

7) Sistema de Distribución de Agua Alimentación

El hecho de que una caldera cuente con un sistema de distribución de agua de alimentación en su interior es deseable, para conseguir una distribución homogénea y reducir choques térmicos.

Los sistemas de distribución usados con mayor frecuencia son cañerías perforadas, conocidas como flautas, por su semejanza con este instrumento, y baffles, que previenen el contacto del agua con las superficies de transferencia de calor.

8) Separador de Gotas en Descarga de Vapor

Es deseable contar con un separador de gotas en la descarga de vapor de la caldera, de tal manera que el condensado que pudiera ser arrastrado por el vapor puede ser retenido en este dispositivo.

9) Damper en la Chimenea

La existencia de un *damper* en la chimenea de una caldera no es imprescindible, especialmente si el combustible utilizado no es carbón o madera.

No obstante lo anterior, su presencia entrega una posibilidad adicional de regulación del tiraje, especialmente si se requerirá de una chimenea muy alta.

10) Cantidad de Pasos

En general el diseño de 4 pasos no necesariamente es más eficiente que el diseño de 3 pasos y tampoco posee una pérdida de carga menor.

La cantidad de pasos de una caldera no es tan relevante como los parámetros de diseño, que hemos estado analizando.

11) Eficiencia Térmica

La eficiencia térmica es un parámetro sumamente relevante, ya que, tendrá directa relación con el consumo de combustible, que corresponde al mayor costo operacional de una caldera.

La eficiencia térmica estará básicamente determinada por la temperatura de salida de gases, el exceso de aire y la pérdida de calor por radiación.

Comentarios

La evaluación técnica de las características de diseño y construcción de una caldera, involucra el análisis de una serie de parámetros, que definirán la vida útil, consumo de combustible, gastos en mantención, calidad del vapor y emisiones.

Arnulfo Oelker Behn
aoelker@thermal.cl