

Aumento Capacidad Calderas

En el presente artículo, se presentan los resultados del Estudio Técnico y posterior implementación del aumento en la capacidad de generación de vapor de una caldera.

Introducción

El aumento en la demanda de vapor y la falta de capacidad de generación de las calderas existentes, motivaron a una empresa agroindustrial a evaluar la factibilidad de aumentar la producción de vapor de los equipos existentes.

El aumento en la demanda de vapor era de aproximadamente 10 ton/h, lo que se traduciría en una inversión de aproximadamente US\$ 160,000.00 por una nueva caldera instalada y funcionando.

La evaluación de la factibilidad de aumentar la capacidad de generación de las calderas existentes tenía por objetivo, satisfacer el aumento en la demanda de vapor con una inversión asociada menor.

La Planta Térmica estaba compuesta por un conjunto de calderas piro-tubulares diseñadas para quemar carbón bituminoso en parrillas viajeras, entre las cuales destacaba una caldera H. BRIONES modelo CFTC-45, de dos fogones, capaz de generar 19.400 Kg/h de vapor a una presión de 10,5 Kg/cm².

En la figura n°1 se muestra una caldera H. BRIONES para carbón bituminoso, de diseño similar al de la caldera que estamos analizando.

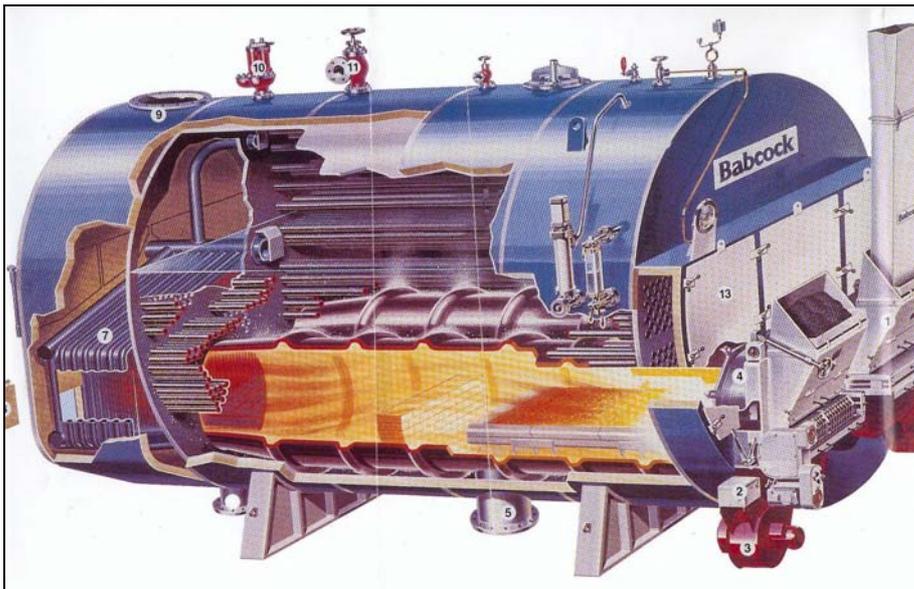


Figura n°1: Caldera H. BRIONES modelo CFTC.

La caldera había sido fabricada en el año 1983 y posteriormente convertida para operar con petróleo n°6 en el año 1993, para lo cual fue equipada con dos quemadores NU-WAY modelo PF7A-C/15M, que le permitían generar 22.400 Kg/h de vapor a una presión de 10,5 Kg/cm².

Al momento de habilitar esta caldera para utilizar petróleo n°6, se había aumentado su capacidad de generación en solo un 15 %.

Evaluación Técnica Caldera

Nos atrevemos a hablar de solo un 15 %, sin haber realizado un recálculo térmico, considerando solamente su baja producción específica de vapor 35 Kg/h m², el gran tamaño de sus fogones y su diseño original para operar con carbón bituminoso en parrillas viajeras.

Este tipo de calderas diseñadas por BABCOCK ENERGY LTD. y fabricadas bajo licencia por H. BRIONES, alcanzaban una generación específica de 48 Kg/h m² de vapor al utilizar petróleo n°6.

Esta importante generación específica de vapor tenía relación con el hecho de contar con una cámara trasera o de inversión de llama acuotubular.

Por otro lado se debe considerar el gran tamaño de sus fogones dimensionados para poder instalar en su interior las parrillas viajeras en las que sería quemado el carbón.

De acuerdo a la Norma Británica BS-2790, dado el gran diámetro (1,75 m) de los fogones de la caldera, sería posible liberar en cada uno de ellos 12 MW, tal como desprende del gráfico incluido en la figura n°2.

Dado que en el fogón de una caldera el intercambio de calor se realiza principalmente por radiación y este a su vez depende directamente de la superficie de transferencia de calor expuesta a la llama, el hecho de retirar las parrillas para carbón al realizar la conversión para petróleo, aumentará la superficie de transferencia, ya que, dejará expuesta la parte de los fogones que estaban cubierta por estas parrillas .

La realización de un recálculo térmico de la caldera, para las condiciones actuales, permitió confirmar que la capacidad de generación podía ser aumentada en forma significativa.

En la tabla n°1 se muestran los resultados de los recálculos térmicos realizados para la situación actual y para la capacidad máxima de generación de la caldera.

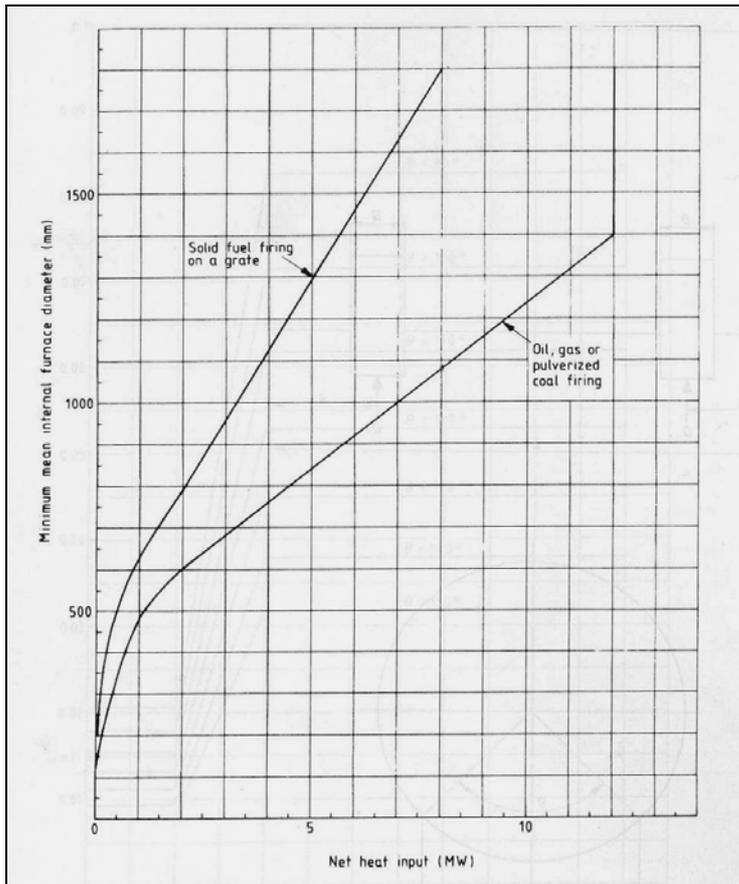


Figura n°2: Liberación calor v/s diámetro según Norma Británica BS:2790.

En relación a los resultados de los recálculos térmicos, para el caso de la generación máxima de vapor de la caldera, se puede comentar lo siguiente:

- 1) La capacidad de generación de la caldera H. BRIONES modelo CFTC-45 podía ser aumentada sin problemas hasta 30.000 Kg/h de vapor.
- 2) El coeficiente de liberación volumétrica de calor alcanza 0,86 MW/m³, es decir, su valor es muy inferior a los 1.8 MW/m³ recomendados como máximo.
- 3) La temperatura de los productos de la combustión a la salida de los fogones es bastante baja (902 °C), debido a la gran superficie de transferencia de calor dada por los diámetros.
- 4) La velocidad de vaporización (desprendimiento del vapor del espejo de agua del cuerpo de presión) alcanza los 0,070 m/s y supera en un 25 % el valor recomendado (0,056 m/s) para evitar problemas de arrastre de condensado con el vapor.

Esta situación deberá ser corregida instalando secadores de vapor externos a la caldera, para evitar el suministro de vapor húmedo al proceso.

- 5) La eficiencia térmica de la caldera puede ser aumentada desde 83,9 % a 84,6 %, debido al menor exceso de aire con el que trabajan los quemadores COEN empleados para aumentar la capacidad de generación.

PARÁMETROS	GENERACIÓN DISEÑO	GENERACIÓN MÁXIMA
Producción de vapor efectiva	22.400 Kg/h	30.000 Kg/h
Presión de trabajo	10,5 Kg/cm ²	10,5 Kg/cm ²
Temp. agua alimentación	100 °C	100 °C
Exceso de aire	40 %	25 %
Calor liberado fogón	14.252.956 Kcal/h	18.930.836 Kcal/h
Calor absorbido fogón	6.437.392 Kcal/h	8.700.561 Kcal/h
Calor absorbido 2º paso	5.505.865 Kcal/h	7.259.858 Kcal/h
Calor absorbido 3º paso	710.503 Kcal/h	986.581 Kcal/h
Temp. gases salida fogón	840 °C	902 °C
Temp. gases salida 2º paso	295 °C	312 °C
Temp. gases salida 3º paso	215 °C	220 °C
Liberación calor fogón	0,65 MW/m ³	0,86 MW/m ³
Flujo de calor fogón	128 KW/m ²	173 KW/m ²
Velocidad evaporación	0,052	0,070 m/s
Producción específica	35 Kg/hm ²	46 Kg/hm ²
Consumo combustible	1.454 Kg/h	1.932 Kg/h
Eficiencia térmica Pci	83,9 %	84,6 %

Tabla n°1: Recálculo térmico caldera.

Evaluación Técnica Accesorios y Equipos Auxiliares.

La evaluación técnica de la factibilidad de aumentar la capacidad de generación no terminaba con los positivos resultados del recálculo térmico, ya que, era necesario verificar además que los accesorios y equipos auxiliares de la caldera eran adecuados para la nueva producción de vapor.

La verificación de la capacidad de evacuación de las válvulas de seguridad, capacidad de alimentación de agua de las bombas y capacidad de la válvula de control de flujo de la alimentación modulante eran insuficientes y por lo tanto debían ser reemplazadas.

No obstante lo anterior la revisión de la capacidad de las bombas de petróleo, calefactores de petróleo, toberas y líneas de vapor eran suficientes para la

nueva capacidad de generación de la caldera y por lo tanto podían ser reutilizados.

Implementación del Proyecto

La implementación del proyecto debió considerar el reemplazo de los quemadores, válvulas de seguridad, bombas de agua y válvula control de agua alimentación, además de la instalación de un secador de vapor externo a la caldera.

Los componentes más críticos eran claramente los quemadores, los que además de liberar la cantidad de calor necesaria para generar 30.000 Kg/h, debían ser capaces de ajustar sus llamas a la particular geometría de los fogones.

Los fogones de estas calderas tenían un gran diámetro (1.75 m), pero eran relativamente cortos (5.3 m) considerando la nueva capacidad de generación de vapor.

Dadas estas características de los fogones los quemadores seleccionados debían ser capaces de generar llamas cortas y de gran diámetro. Esta particular característica dejaba fuera a los quemadores atomizados por presión, cuya llama es larga y angosta.

Los quemadores seleccionados fueron marca COEN tipo Micro-NOx modelo HTE-20, los que pueden ser observados instalados en la caldera en la figura n°3.



Figura n°3: Quemadores COEN Micro-NOx modelo HTE-20.

Los quemadores retirados fueron instalados en otra de las calderas, logrando aumentar la capacidad de generación en 3 ton/h, lo que sumado a las 7,6 ton/h aumentadas en la caldera antes descrita, permitieron obtener el vapor para satisfacer el aumento en la demanda.

El costo total del proyecto fue de US\$ 110,000.00, es decir, US\$ 50,000.00 menos de lo que habría costado una caldera nueva.

Comentarios

El deseo de compartir con los lectores de la Revista Induambiente de este interesante proyecto, tiene por objetivo fundamental llamar la atención sobre las alternativas, que en algunos casos existen, para aumentar la capacidad de generación de las calderas.

Estas alternativas de aumento de capacidad son generalmente posibles en los casos de calderas diseñadas para combustibles sólidos, que serán habilitadas para operar con petróleo o gas natural.

La llegada de gas natural a la Octava y Segunda Regiones del país, donde existe un importante número de calderas carboneras (o diseñadas originalmente para utilizar carbón), entregará a las empresas propietarias de estos equipos, la oportunidad de aumentar la capacidad de generación al realizar el cambio de combustible.

Arnulfo Oelker Behn
THERMAL ENGINEERING LTDA.