



Informe técnico

Prof. Dr. Ing. Eberhard Franz, vereidigter Sachverständiger für Dampferzeugung und Energieverfahrenstechnik von der Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken

Dipl.-WirtschaftsIng. (FH), Dipl.-Informationswirt (FH) Markus Tuffner, Bosch Industriekessel GmbH



BOSCH

Innovación para tu vida

Arranque en frío de calderas pirotubulares

Introducción

Los arranques en frío suponen una carga mecánica considerablemente mayor para las calderas pirotubulares que el funcionamiento normal. En la primera puesta en marcha, el arranque en frío es inevitable. Sin embargo, también pueden tener lugar procesos similares al arranque en frío tras la primera puesta en marcha, por ejemplo, tras largos periodos de parada o en sistemas de varias calderas con control secuencial sin mantenimiento de presión y temperatura. Estos se caracterizan por la ausencia de ebullición del agua en la caldera. Por ejemplo, si el agua tiene una temperatura de 20 °C aprox. en la primera puesta en marcha, está 80 K más fría que con una presión absoluta de 1 bar de agua en ebullición.

La causa de la elevada carga mecánica en los arranques en frío es la diferencia de temperatura considerablemente más alta en comparación con el funcionamiento normal entre el hogar de combustión y el envolvente de la caldera. Por ello, el hogar de combustión se dilata relativamente respecto al envolvente de la caldera notablemente más que en el funcionamiento normal. Esto provoca entre el hogar de combustión y el envolvente de la caldera o el hogar de combustión y los tubos de humos frío un esfuerzo mecánico considerablemente mayor de los correspondientes elementos de conexión y de anclaje, como la conexión del suelo al hogar de combustión, los tubos de anclaje, conexiones de la cámara de retorno al hogar de combustión, el anclaje angular, etc..

A continuación, se muestran en primer lugar los cálculos de la diferencia de temperatura del hogar de combustión y del envolvente de la caldera que, acto seguido, se valoran conjuntamente.

Cálculo de la diferencia de temperatura de hogar de combustión y envolvente de caldera durante el arranque en frío

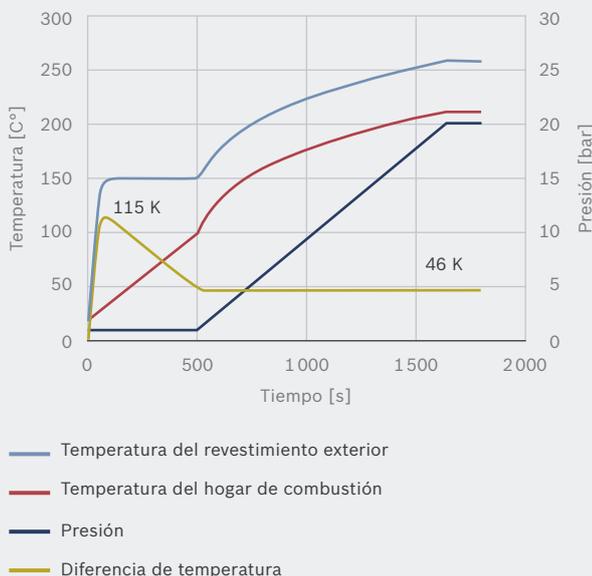
Mediante un sencillo modelo de cálculo, se calculó la temperatura media del hogar de combustión. De aquí se extrajeron las siguientes deducciones ajustadas a la realidad que se observa en la práctica:

- ▶ El proceso de calentamiento se produce en primer lugar con la válvula de toma de vapor abierta a una presión absoluta de 1 bar. Al principio, la temperatura del agua de caldera es de 20 °C y aumenta con el tiempo de forma lineal hasta alcanzar el estado de ebullición (fase 1).
- ▶ A continuación, tiene lugar el proceso de calentamiento con la válvula de toma de vapor cerrada. Como subida de presión se ha tomado como base 1 bar/min, que corresponde a la subida de presión habitual en una caldera pirotubular con el quemador a plena carga y con la válvula de toma de vapor cerrada (fase 2).

Durante la primera fase, se realizaron cálculos para distintas cargas de quemador; en la segunda fase, se tomó una carga de quemador del 100%.

Gráfico 1 Indica el resultado de un cálculo con 100% de carga de quemador en fase 1.

Por encima de la hora, se muestra lo siguiente: temperatura del envoltorio de la caldera, temperatura media del hogar de combustión, su diferencia y la presión absoluta de la caldera.

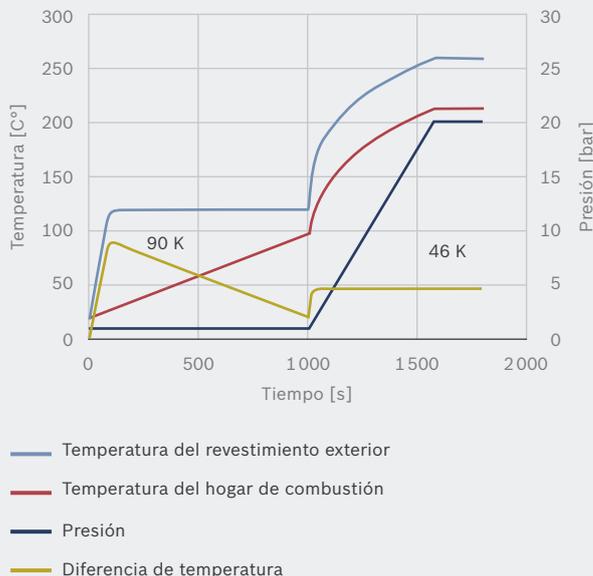


El revestimiento exterior de una caldera pirotubular presenta una temperatura muy similar a la del agua de la caldera. Por ello, está sometido a un alargamiento por temperatura claramente menor que el hogar de combustión fuertemente calentado por la llama del quemador. De este modo, la diferencia entre la temperatura media del hogar de combustión y la temperatura media del envoltorio de la caldera es una medida para la deformación longitudinal diferente del hogar de combustión y del envoltorio de la caldera. Los elementos de conexión deben adoptar la deformación longitudinal diferente, también conocida en la jerga como „empuje del hogar de combustión“.

Debido a la alta carga del quemador, el agua de la caldera solo tarda unos 500 s en alcanzar la temperatura de ebullición. Cabe destacar cómo se desarrolla la diferencia de temperatura. Esta alcanza su grado máximo con 115 K. Esto supone un valor 2,5 veces mayor que en el funcionamiento normal (46 K). En otras palabras: durante un arranque en frío con el quemador al 100% de carga en fase 1, el empuje del hogar de combustión es hasta 2,5 veces mayor que en el funcionamiento normal. De aquí debe derivarse una carga mecánica de la caldera pirotubular considerablemente mayor que en el

Gráfico 2 Indica la situación con el 25% de carga de quemador en fase 1.

Debido a la reducción del calentamiento, el agua de la caldera tarda 2000 s en pasar al estado de ebullición. La diferencia máxima de temperatura entre el agua de caldera y el hogar de combustión es de 90 K, por lo que sigue siendo 1,96 veces mayor que el valor alcanzado en el funcionamiento normal.



funcionamiento normal. Lo único que puede hacer el responsable de calderas a este respecto es reducir la carga del quemador en fase 1.

Resumen

Los arranques en frío implican una carga mecánica considerablemente mayor que el funcionamiento normal. Deben producirse con una carga de quemador lo más reducida posible hasta que se alcance el estado de ebullición. Sin embargo, cabe señalar que incluso cuando el quemador solo presenta una carga del 25%, el empuje máximo del hogar de combustión sigue siendo casi dos veces mayor que el valor fijo. Por tanto, los procesos similares al arranque en frío deben evitarse en gran medida tras el primer arranque en frío, que resulta imprescindible.

Para garantizar un funcionamiento sin fallos, se recomienda urgentemente un equipamiento con mantenimiento de presión y temperatura de tecnología punta en los sistemas que solo se utilicen temporalmente y con largas fases de parada (por ejemplo, parada los fines de semana o sistemas ejecutados repetitivamente con control secuencial).

Las instalaciones de producción:
Terrenos de la fábrica 1 Gunzenhausen
Bosch Industriekessel GmbH
Nürnberger Straße 73
91710 Gunzenhausen
Alemania

Terrenos de la fábrica 2 Schlungenhof
Bosch Industriekessel GmbH
Ansbacher Straße 44
91710 Gunzenhausen
Alemania

Terrenos de la fábrica 3 Bischofshofen
Bosch Industriekessel Austria GmbH
Haldenweg 7
5500 Bischofshofen
Austria

www.bosch-industrial.com

© Bosch Industriekessel GmbH | Imágenes a modo de ejemplo | Reservado el derecho a realizar modificaciones | 07/2012 | TT/SLI_sp_FB-Kaltstart_01