



## Informe técnico

Dipl.-Ing. Jochen Loos  
Dipl. Wirtschaftsing. (FH), Dipl. Informationswirt (FH)  
Markus Tuffner, Bosch Industriekessel GmbH



**BOSCH**

Innovación para tu vida

## La importancia del contenido de agua en las calderas de vapor

El tener mucha agua en la caldera apenas puede servir como reserva, solo produce pérdidas de energía. Cuando hay demasiada poca agua en la caldera, se producen variaciones de presión y se reduce la calidad del vapor. Por consiguiente, un contenido de agua equilibrado es un criterio de rendimiento esencial a la hora de elegir una caldera. Sin embargo, la atención debe centrarse especialmente en una cámara para el vapor de tamaño suficiente y en una regulación de quemador con breve tiempo de aire previo.

La construcción de calderas se valoran frecuentemente en función de su contenido de agua. Nosotros ofrecemos argumentos en contra de esto. De este modo, en beneficio de un escaso contenido de agua, se dice que el contenido de agua innecesario requiere largos tiempos de calentamiento y pérdidas de energía adicionales durante las paradas. Este es el argumento que sostienen los fabricantes de generadores de vapor rápido y empresas activas en el sector de las calderas de calefacción. También hay algunos usuarios que prefieren las calderas con bajo contenido de agua. Por un gran contenido de agua se decantan las empresas que construyen calderas pirotubulares. Estas sostienen que se cuenta con ciertas reservas de vapor que permiten que las calderas reaccionen con flexibilidad, p. ej., ante modificaciones de carga.

### Un gran contenido de agua era importante para la seguridad

Para poder juzgar la importancia del contenido de agua con fundamento, resultará útil recurrir a la historia del desarrollo de los últimos 60 años. El contenido de agua tuvo una importancia esencial en cuanto a la seguridad en la época en que las calderas de vapor se calentaban con combustibles sólidos. Aún no existían dispositivos de regulación y limitación del nivel de agua, el combustible se introducía a mano, y el suministro de agua comunitario no siempre funcionaba de forma fiable. De este modo, para las calderas de vapor era necesario desde el punto de vista de la seguridad técnica, acumular suficientes reservas de agua por si no salía agua fría del grifo en caso de calor extremo en el lecho de fuego. En estos casos, era necesario transportar y evaporar el calor de combustible aplicado a través del agua sobrante existente. Para ello, también se requería la existencia de un depósito de agua de alimentación suficientemente grande.

A partir de los años 50, los quemadores de carbón se sustituyeron en su mayor parte por quemadores de fueloil. Para ello, en primer lugar fue necesario llevar también todas las cuestiones de seguridad que eran habituales para las calderas de vapor con control de combustible sólido de regulación lenta a los sistemas con quemadores de fueloil. El hecho importante de que, en los quemadores de fueloil de regulación rápida, la entrada de calor en la caldera se podía detener de un segundo a otro dejó de tenerse en cuenta. Por otra parte, los dispositivos modernos de regulación y control del nivel de agua que se han implantado mientras tanto hacen prácticamente imposible el peligro de un daño por sobrecalentamiento debido a la falta de agua.

A pesar de este desarrollo, más adelante se prefirieron las calderas con gran contenido de agua.

### La patente aportó flexibilidad a las oscilaciones de carga

A lo largo de los años 60, los fabricantes modernos redujeron el contenido de agua de las calderas pirotubulares a una medida razonable, que garantizaba la flexibilidad suficiente en oscilaciones de carga y que, no obstante, reducía considerablemente las pérdidas al arrancar en parada y al parar. El criterio esencial era el volumen de la cámara de vapor, que debía diseñarse lo más grande y óptimamente posible, lo que también se aplica a la superficie de vaporización y a la altura de la cámara de vapor.

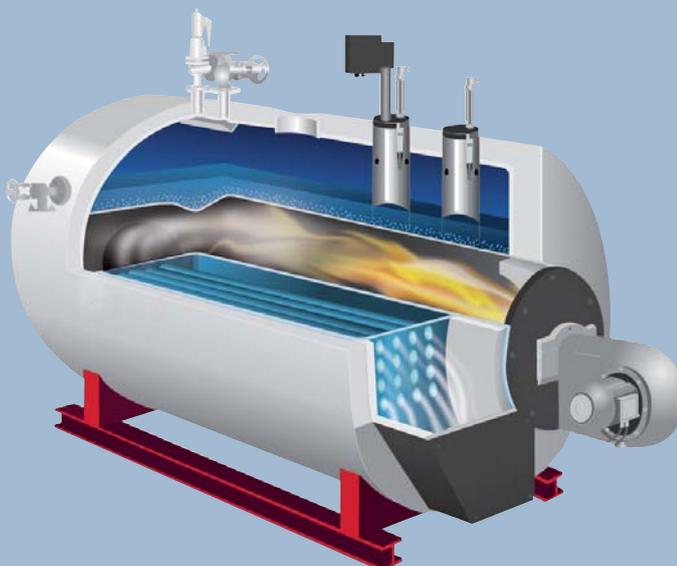
Las distintas construcciones de I a IV presentan cámaras de inversión internas rodeadas de agua de una caldera. La construcción IV es óptima, ya que logra un contenido de agua más bajo, un mayor diámetro de cámara de combustión y una mayor cámara de vapor. Esta construcción se remonta a una patente de la empresa Bosch Industriekessel GmbH de los años 50 y ha sido probada desde entonces en más de 50000 calderas.

Las calderas de vapor modernas con quemador de regulación rápida tienen un contenido de agua específicamente reducido en NW (nivel de agua mínimo permitido) de  $1 - 1,4 \text{ m}^3$  por  $1 \text{ t}_{\text{vapor}}/\text{h}$ .

No obstante, en casos especiales se seguían utilizando calderas con un contenido de agua específico de un 10% a un 25% más alto.

Para pequeñas exigencias de vapor, por debajo de  $1,5 \text{ t}_{\text{vapor}}/\text{h}$ , existen calderas de producto de diseño especial, que alcanzan aún menos el valor normal del contenido de agua específico arriba indicado (0,75 aprox.) para poder disfrutar de algunas mejoras en las condiciones de colocación reglamentarias. Estas calderas de vapor también han probado su eficacia en la práctica pese al bajo contenido de agua específico.

Sección de una caldera de vapor moderna de tres tiros con bajo contenido de agua específico.



**El serpentín de calefacción facilita la generación de vapor rápido**

El generador de vapor rápido, como caldera de mucha menor conducción de agua, tiene las ventajas de la disposición rápida de vapor y pérdidas de parada reducidas. Sin embargo, estas ventajas se pagan con fuertes oscilaciones de presión en mayores modificaciones de carga y con un contenido de agua en el vapor relativamente alto. Por estos motivos, los generadores de vapor rápido suelen aplicarse únicamente cuando conllevan ciertas mejoras oficiales en el ámbito de la caldera de vapor pequeña y cuando no se dan requisitos especiales en cuanto a la calidad del vapor. En los generadores de vapor rápido, el tamaño de la caldera se debe adaptar con gran precisión al consumo real, pues de lo contrario se produce una alta frecuencia de conmutación del quemador, lo que conlleva un alto desgaste, sedimentación, pérdida de energía, etc.

**Criterio importante: tiempo de aire previo mínimo**

El poco crecimiento de la cantidad de vapor que se produce mediante reducción de presión en un gran contenido de agua, se muestra a través de un ejemplo: en una caldera que funciona a 9 bar, solo se pueden ganar 8,5 kg de vapor reduciendo la presión de la caldera 1 bar a partir de 1 m<sup>3</sup> de contenido de agua. Esto muestra claramente que el contenido de agua apenas si tiene relevancia como reserva de vapor inmóvil. La cantidad de vapor contenida en la cámara de vapor ya no puede aumentar esencialmente mediante reducción de presión/vaporización posterior en caso de picos de carga repentinos. Además, por lo general no se acepta una reducción de presión, sino que se requiere una presión constante.

Los picos de potencia solo pueden realizarse de forma efectiva mediante la regulación del quemador. Por ello es necesario tener especialmente en cuenta la capacidad de regulación del quemador en caso de modificaciones de carga repentinas. Por este motivo, en las regulaciones de quemador el tiempo de ejecución del quemador debe ser lo más largo posible y el tiempo de aire previo, que requiere muchos gastos, debe ser lo más corto posible.

También es especialmente aconsejable el montaje de controles de carga débil y contadores de impulsos de tiempo para registrar los periodos de conmutación del quemador.

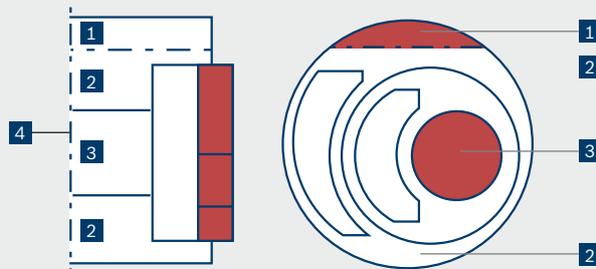
Cada tiempo de aire previo del quemador supone especialmente un freno para modificaciones y adaptaciones de carga rápidas de una caldera. Por ello, a la hora de elegir una caldera, este criterio debe tenerse especialmente en cuenta y es necesario dar prioridad a las calderas de vapor que se puedan poner en marcha con tiempos de aire previo reducidos. Para ello, hay que presentar las correspondientes pruebas TÜV y confirmaciones del fabricante de calderas.

**4 construcciones de caldera, cada una con cámara de inversión interior refrigerada por agua**

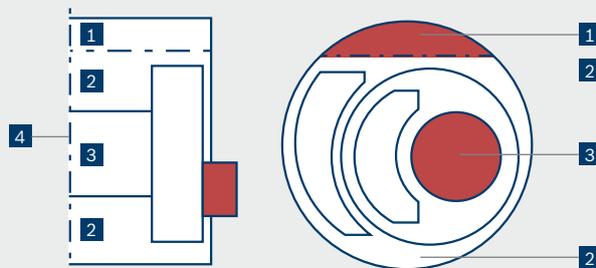
Las construcciones I, II y III presentan las mismas características:

- 1 Cámara de vapor pequeña
- 2 Gran contenido de agua
- 3 Cámara de combustión pequeña
- 4 Dimensiones exteriores grandes

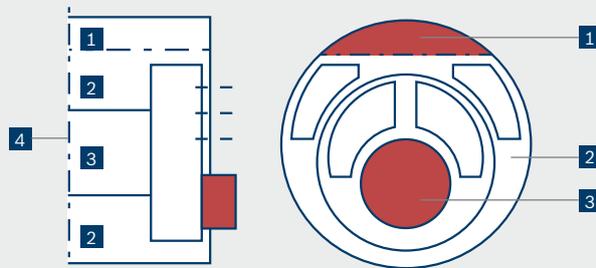
Construcción de caldera I



Construcción de caldera II



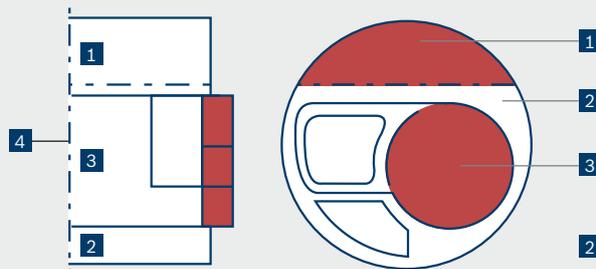
Construcción de caldera III



La construcción IV es moderna

- 1 Cámara de vapor grande
- 2 Bajo contenido de agua
- 3 Cámara de combustión grande
- 4 Dimensiones exteriores pequeñas

Construcción de caldera IV



Las instalaciones de producción:

**Terrenos de la fábrica 1 Gunzenhausen**  
Bosch Industriekessel GmbH  
Nürnberger Straße 73  
91710 Gunzenhausen  
Alemania

**Terrenos de la fábrica 2 Schlunghof**

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](http://www.bosch-industrial.com)

© Bosch Industriekessel GmbH | Las imágenes  
son solo ejemplos | Se reservan modificaciones |  
07/2012 | TT/SLI\_sp\_FB-Bedeutung\_01