



Informe técnico

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



BOSCH

Innovación para tu vida

Regulación del rendimiento de calderas de vapor

Introducción

La regulación del rendimiento de calderas de vapor se realiza por lo general a través de la magnitud piloto 'presión', mediante influencia sobre la potencia calorífica incorporada a través del quemador.

A medida que aumenta el descenso de vapor disminuye la presión del mismo, por lo que se incrementa el suministro de energía a través de la regulación del rendimiento y viceversa.

En caso de descenso constante del rendimiento, el servicio del quemador se mantiene en quemadores continuos y si la regulación está correctamente ajustada, y la presión se mantiene dentro de unos límites razonables.

Cambios rápidos en el rendimiento provocan, según el tipo de caldera y quemador, así como de la regulación, que la presión sea rebasada por defecto o exceso de manera más o menos intensa. En quemadores regulables por etapas pueden producirse entonces estados de servicio no definidos.

Para alcanzar un servicio sin fallos, energéticamente eficiente, amable con el medio ambiente y con bajo desgaste, tanto de la caldera como de sus componentes, la selección de la presión nominal correcta de la caldera así como el rendimiento de la misma resulta decisiva.

A continuación se muestran la competencia, los criterios de selección para la presión nominal y potencia de la caldera, así como las consecuencias de una selección incorrecta de la presión y de la potencia.

Tarea del planificador

El planificador de un sistema de calderas debe estar informado por parte del cliente acerca de los criterios de consumo o ser un planificador especializado en los ámbitos de aplicación correspondientes.

De acuerdo con un fabricante de calderas cualificado se puede realizar entonces una determinación optimizada de la presión nominal de la caldera y de la potencia de la misma para la aplicación correspondiente, teniendo en cuenta los consumidores y la regulación del quemador.

Para ello se deben considerar también criterios constructivos de la caldera, de forma que a la hora de seleccionar la caldera se deba tomar una decisión preliminar acerca del tipo de construcción, p. ej. generador de vapor rápido o caldera piro tubular.

Si no se desea una selección preliminar relativa al tipo de caldera, se deberá prever desde el principio, debido a las características especiales de los generadores de vapor rápido, una etapa de presión considerablemente superior, así como un cálculo del rendimiento lo más preciso posible.

Ello no afecta en absoluto a la caldera piro tubular, pero implica por lo general elevados costes de inversión.

No obstante, dichos costes se amortizan en la mayoría de los casos al cabo de 2 o 3 años, debido a un funcionamiento mucho más económico. Más adelante abordaremos esta cuestión detalladamente.

Selección de la presión nominal (presión de respuesta de la válvula de seguridad)

En el consumidor únicamente se requiere una presión de mezcla con tolerancias de presión hacia arriba y hacia abajo (sobrepresión media de trabajo)

- ▶ Caldera pirotubular con quemador de dos etapas:
La presión de respuesta de la válvula de seguridad debe ser al menos el 120% de la sobrepresión media de trabajo requerida.
- ▶ Caldera pirotubular con quemador de tres etapas:
La presión de respuesta de la válvula de seguridad debe ser al menos el 128% de la sobrepresión media de trabajo requerida.
- ▶ Caldera pirotubular con quemador continuo:
La presión de respuesta de la válvula de seguridad debe ser al menos el 120% de la sobrepresión media de trabajo requerida.
- ▶ Generador de vapor rápido con quemador de dos etapas:
La presión de respuesta de la válvula de seguridad debe ser al menos el 150% de la sobrepresión media de trabajo requerida.

El consumidor requiere una presión mínima

El mantenimiento de la presión mínima requiere seleccionar una etapa de presión notablemente superior a la hora de elegir la caldera. La sobrepresión media de trabajo y en consecuencia la válvula de seguridad de la presión de respuesta se debe ajustar lo más alto posible, de forma que en caso de picos de carga repentinos no se rebase por defecto la presión mínima requerida. Para dichos requisitos no se puede realizar una afirmación genérica, de forma que la determinación de la presión nominal se realizará en función de cada caso específico.

Otros requisitos

No se puede realizar en la caldera una regulación de precisión de la presión para consumidores, debiendo ser realizada por un regulador de presión conectado (preferentemente inmediatamente antes del consumidor) con la necesaria precisión de regulación de presión. La caldera debe disponer siempre de una presión de vapor sobreelevada para este regulador de presión, debiendo tenerse en cuenta adicionalmente pérdidas de presión en la conducción entre la caldera y el consumidor.

En cuanto a la determinación de la potencia de las calderas individuales en instalaciones con varias calderas se deben tener en cuenta otros criterios, descritos en un tratado aparte (referencia literaria: informe técnico „Combinación correcta de calderas y quemadores“). Otra variable que influye a la hora de determinar la presión nominal, así como la distribución de potencia entre calderas, es el requerimiento de una conexión secuencial en instalaciones con varias calderas, sobre todo cuando éstas se deben controlar a través de la presión de red.

Consecuencias de una presión nominal incorrecta

Si se elige una presión de caldera insuficiente se producen los siguientes problemas:

- ▶ No se puede garantizar la presión mínima y la presión es rebasada por defecto, con eventuales problemas para los consumidores.
- ▶ No se alcanza la sobrepresión media de trabajo o se produce una desviación excesiva con respecto a la presión media de servicio.
- ▶ Para lograr desviaciones lo más pequeñas posibles con respecto a las consignas, el técnico de la puesta en servicio se ve obligado a realizar un estrecho ajuste del margen de regulación, lo que provoca una elevada cuota oscilante y de conexiones ON/OFF en el quemador.

En consecuencia se produce en un elevado potencial de fallos debido al encendido y a la cancelación potencial del encendido, así como un desgaste excesivo de la caldera y componentes del quemador, con efectos económicos considerables.

Sobre todo los componentes relacionados con el encendido, como el transformador de encendido, electrodos de iniciación, válvulas magnéticas, servomotores y los finales de carrera de los mismos, así como el control del quemador, se ven sometidos a un mayor desgaste en la zona del quemador.

El consumo de energía se incrementa debido a pérdidas innecesarias de preventilación. Se requieren continuos trabajos de reparación mediante soldadura en el cuerpo de presión debido a un esfuerzo térmico cambiante continuado.

La vida útil de la caldera se reduce en parte dramáticamente. Junto a todos estos factores de naturaleza meramente económica, estos tipos de servicio están ligados también a cargas medioambientales, ya que en la fase de encendido y regulación, los valores relevantes para el medio ambiente – CO y NO_x – se elevan considerablemente hasta que la llama se estabiliza.

Efectos de una planificación excesiva de la potencia en relación al consumo real

También aquí se constatan frecuentemente errores al planificar excesivamente la caldera individual o la instalación completa. De esta forma, el quemador no es capaz de soportar cargas mínimas en su rango de regulación, lo que produce conexiones frecuentes, excursiones de presión y los inconvenientes antes mencionados. También aquí el generador de vapor rápido está en desventaja frente a la caldera pirotubular, siendo necesaria una estimación lo más exacta posible de las necesidades y de la potencia de la caldera en relación al consumo.

Ejemplo práctico

El siguiente ejemplo muestra claramente las desventajas económicas graves de un dimensionado incorrecto o un ajuste incorrecto de la presión:

En el diagrama 1 se muestra el desarrollo de la presión antes, y en el diagrama 2 después de la corrección documentada por parte de un técnico de mantenimiento.

Básicamente, la caldera instalada está sobredimensionada y posee un quemador de dos etapas regulable.

Antes de la corrección del regulador (diagrama 1), la diferencia de presión de la conmutación de carga grande a carga pequeña y viceversa era de 1,6 bares. El quemador oscilaba en una hora 54 veces entre carga grande y carga pequeña.

Una vez realizada la corrección del regulador (diagrama 2) no se pudo eliminar la oscilación debido a la gran potencia del quemador en relación a la demanda, no obstante se pudo reducir hasta un total de 18 conmutaciones por hora.

La vida útil media esperada de un elemento ficticio de este quemador en el momento de la hipótesis de 4000 horas de servicio al año y una vida útil esperada de 175000 maniobras fue, en el modo de funcionamiento según el diagrama 1, inferior a un año, y aumentó hasta aprox. dos años y medio con el modo de funcionamiento según el diagrama 2.

Naturalmente, esta vida útil aún no es satisfactoria, si bien apenas puede mejorarse mediante modificaciones en el regulador de presión. Se pueden lograr otras mejoras mediante una reducción de la potencia de la caldera.

En el ejemplo habría que cambiar el quemador por un quemador más pequeño para alcanzar un mejor rango de regulación.

Diagrama 1

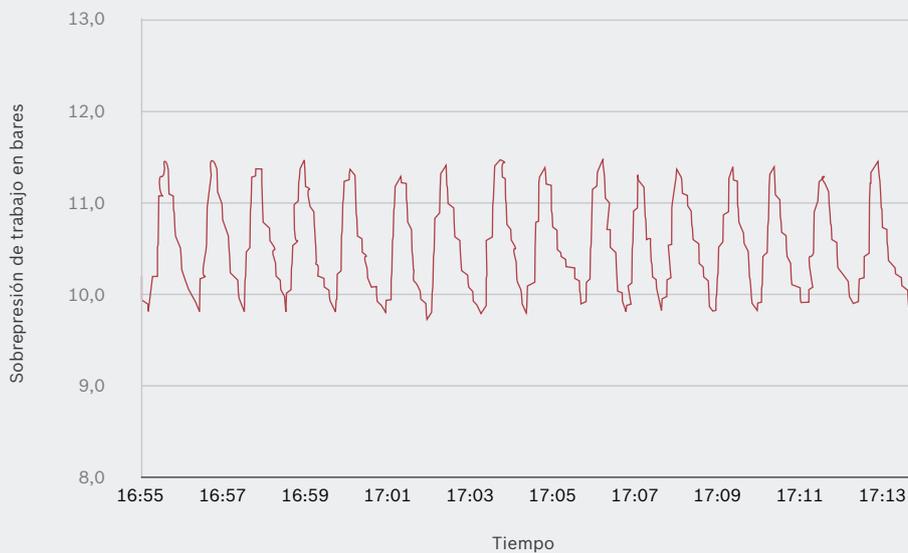
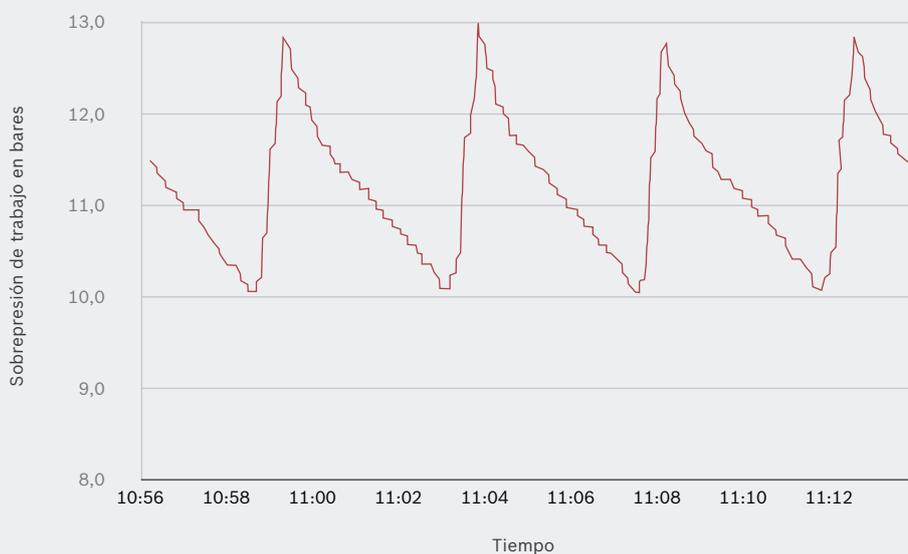


Diagrama 2



Efectos sobre los costes

En el diagrama 3, la vida útil de un componente se representa en función del número de maniobras por hora. Se aprecia claramente la influencia del número de conexiones en la vida útil.

En el ejemplo, esto significa que la bobina electromagnética de la válvula magnética de gas, con un precio de pieza de repuesto de aprox. 300 euros, provoca en el modo de funcionamiento según el diagrama 1 unos costes anuales de reparación, incluidos los gastos de personal (cuando el cliente realiza la sustitución) de aprox. 500 euros, mientras que en el modo de funcionamiento según el diagrama 2 los costes ascienden a aprox. 200 euros, sin tener en cuenta en los dos casos gastos para otras piezas a sustituir, así como para el técnico de mantenimiento, suspensión del servicio, pérdida para el cliente, etc.

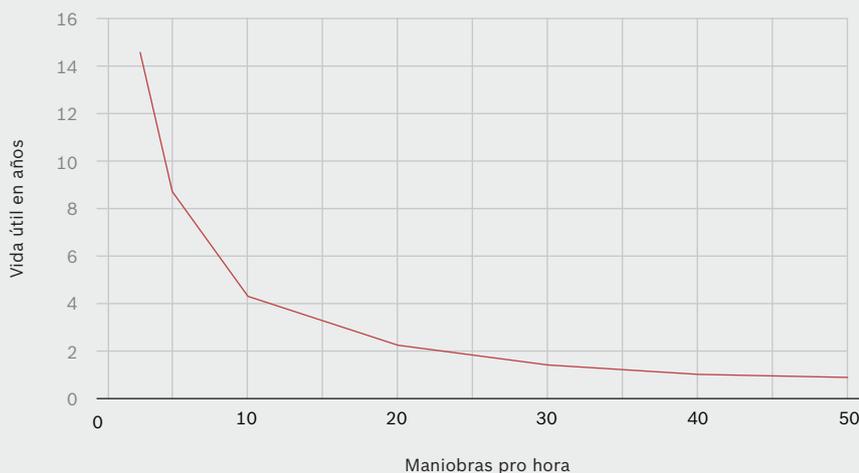
Resumen

Las estructuras constructivas muestran la importancia a la hora de determinar la presión de seguridad y la potencia de la caldera. Se recomienda encarecidamente a los planificadores de instalaciones consultar estas cuestiones a tiempo con un fabricante de calderas cualificado.

Bosch Industriekessel GmbH suministra de serie calderas de vapor con un contador que registra los encendidos del quemador y detecta a tiempo modos de servicio ineficientes para el operador.

El asesoramiento periódico (al menos trimestralmente) del sistema de calderas por parte del técnico del servicio posventa cualificado y el ajuste correspondiente de la regulación a las exigencias de funcionamiento del cliente es asimismo un elemento importante de cara al mantenimiento del valor y la minimización de costes. Sin embargo, los errores realizados durante la fase de planificación suelen ser por lo general irreversibles, limitando en parte considerablemente el uso óptimo de sistemas de calderas.

Diagrama 3: Vida útil de componentes en función de la frecuencia de conmutación



Supuestos: 4000 horas de servicio anuales, vida útil media 175000 maniobras

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 | Las imágenes son solo ejemplos | Se reservan modificaciones | 07/2012 | TT/SLI_sp_FB-Leistungsregelung_01