

Nuevas tecnologías en calderas de agua caliente

Ahorro energético: reducción de los costes de combustible y protección del medio ambiente

Artículo proporcionado por el Dpto. Técnico de Viessmann

Con el propósito de reducir el gasto energético en los países industrializados, surge la necesidad en la década de los '70 de mejorar los procesos térmicos. Hoy, cuando ya han pasado más de tres décadas, el panorama tecnológico para la fabricación de calderas de última generación apuesta por la aplicación de técnicas de baja temperatura y condensación. En el siguiente artículo, se abordan las características y ventajas de esta tendencia tecnológica.

En la década de los 70, tras la crisis del petróleo surge la necesidad de reducir el gasto energético en los países industrializados. Uno de los caminos a seguir consistió en la mejora de los procesos térmicos, basado en la reducción de las pérdidas de energía en los procesos industriales de combustión, aplicados en el caso que nos ocupa a los servicios de calefacción y producción de agua caliente sanitaria.

En 1979 Viessmann presenta en el mercado las primeras calderas capaces de modular la temperatura de funcionamiento sin problemas de condensación, consiguiendo importantes ahorros energéticos.

En 1981 aparece en España el primer reglamento para regular el diseño, montaje y mantenimiento de las instalaciones de climatización, que contempla una instrucción técnica específica para el ahorro y uso eficiente de la energía (ITIC. 04). Es el primer paso nacional hacia la reducción de pérdidas.

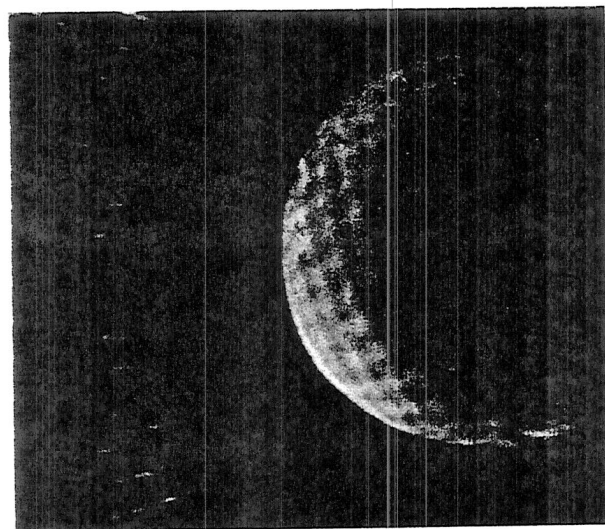
En 1982 aparece en Alemania la primera definición del concepto "baja temperatura", recogido en la norma DIN 4.702, que a su vez sirvió de base para la redacción de la directiva comunitaria 92/42/CE.

Profundizando algo más, sepamos cómo define la Directiva Comunitaria 92/42/CE, los conceptos de baja temperatura y condensación:

"Serán calderas de baja temperatura aquellas que pueden funcionar continuamente con una temperatura de agua de alimentación de entre 35 y 40° y que, en determinadas circunstancias, puede producir condensación.

Serán calderas de condensación aquellas diseñadas para condensar de forma permanente una parte importante del vapor de agua contenido en los gases de combustión".

Por lo tanto y siguiendo las definiciones de la directiva, el



resto de calderas pasan a ser de rendimiento estándar, definiéndose como aquellas cuya temperatura media de funcionamiento puede limitarse a partir de su diseño.

Para conseguir estos resultados, las calderas de baja temperatura y condensación deberán permitir la reducción de la temperatura del agua contenida, sin sufrir daños.

ANÁLISIS DETALLADO DE LA TECNOLOGÍA DE LAS CALDERAS DE BAJA TEMPERATURA

Las calderas convencionales requieren mantener una temperatura de agua media de trabajo, que impida la aparición de condensaciones en el interior de los tubos de humos y en el colector de humos.

El peligro de condensaciones se agudiza aún más, cuando el combustible empleado contenga azufre en su composición, ya que provocaría la aparición de ácido sulfuroso y sulfúrico, altamente corrosivos para los componentes de la caldera.

Una vez que se alcanza la temperatura de régimen, el vapor de agua se evapora, quedando en estado sólido los residuos de azufre en los tubos de humos, con un característico color amarillento.

La continua repetición de este proceso conduce al aumento de los depósitos ácidos, que a su vez provocan la corrosión interna de las paredes. Este fenómeno se presenta con una rapidez extraordinaria en calderas de tipo convencional.

Las calderas de baja temperatura basan su tecnología en la utilización de superficies calefactoras (haz tubular) de doble pared de 6 mm de espesor con cámaras de aire, capaces de dosificar la transmisión de calor y evitar la producción de condensaciones.

Este sistema permite reducir la temperatura del agua en el interior de la caldera hasta los 40°, sin que se produzcan condensaciones, pudiendo por lo tanto conseguirse temperatura de salida de humos de hasta 130° aproximadamente (siempre dependiendo del tipo de combustible), consiguiéndose rendimientos estacionales entre el 93 y el 95 %.

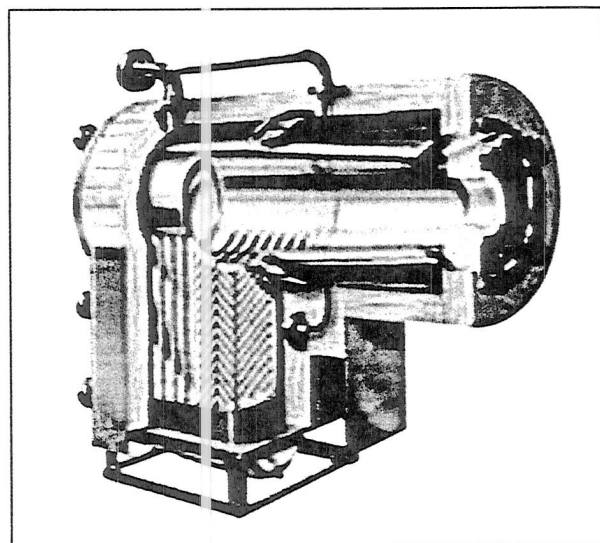
A todo lo anterior habrá que añadir la reducción de pérdidas por convección, radiación y transmisión, mediante la dotación de un perfecto aislamiento térmico, que impida fugas de calor indeseadas.

Además de la reducción de consumos, este tipo de técnica permite la reducción de emisiones contaminantes, por reducción del tiempo de funcionamiento y por el menor número de arranques del quemador, momento en el que las emisiones contaminantes son mayores.

ANÁLISIS DE LA TÉCNICA EMPLEADA POR LAS CALDERAS DE CONDENSACIÓN

Si anteriormente veíamos cómo la tecnología empleada en la construcción de calderas de baja temperatura perseguía la reducción de la temperatura del agua en el interior de la misma, sin que se produjesen condensaciones en el lado de humos, veremos a continuación cómo podemos aprovechar el calor latente de vaporización con las calderas de condensación.

Las calderas de condensación emplean como combustible el gas, por carecer de azufre en su composición y por producir una mayor cantidad de vapor de agua durante la combustión, por lo tanto hablaremos de calderas de condensación a gas.



La técnica de la condensación aprovecha gran parte del calor que en las calderas convencionales se pierde con los gases de combustión evacuados por la chimenea.

Para conseguir aprovechar toda la energía puesta en juego en un proceso de combustión, será necesario condensar la mayor parte posible del vapor de agua producido en dicho proceso, recuperándose el calor latente de vaporización. Con ellos podría conseguirse, en el mejor de los casos, un rendimiento instantáneo de hasta el 109 %.

Para la fabricación de este tipo de calderas se emplean materiales como el acero inoxidable AISI 316, consiguiéndose una durabilidad de las mismas muy superior a la de las calderas convencionales, pese a la condensación.

Será necesario, por lo tanto, disponer de grandes superficies de contacto entre humos y agua, para conseguir la máxima transmisión de calor, llegándose a obtener una temperatura de humos a la salida de la caldera de sólo 10°C por encima de la temperatura de retorno.

Gracias a estas superficies de intercambio térmico, el rendimiento instantáneo de estas calderas es superior incluso al de las calderas de baja temperatura, aún con una temperatura en que no se produzca condensación.

El grado de aislamiento térmico de las calderas obedece al mismo criterio que las de baja temperatura: reducción al máximo de pérdidas por radiación y convección, llegándose a un nivel del 0,3 %.

Las calderas de condensación ocupan una posición privilegiada, no sólo en cuanto a rendimiento térmico, sino en cuanto a reducción de emisiones contaminantes, gracias al diseño de su hogar, refrigerado por agua, que en las calderas Viessmann, reducen de forma considerable las emisiones de óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono hasta unos valores inferiores a los mínimos exigidos por el Reglamento Suizo de Medio Ambiente, habiendo obtenido incluso distintivos ecológicos.

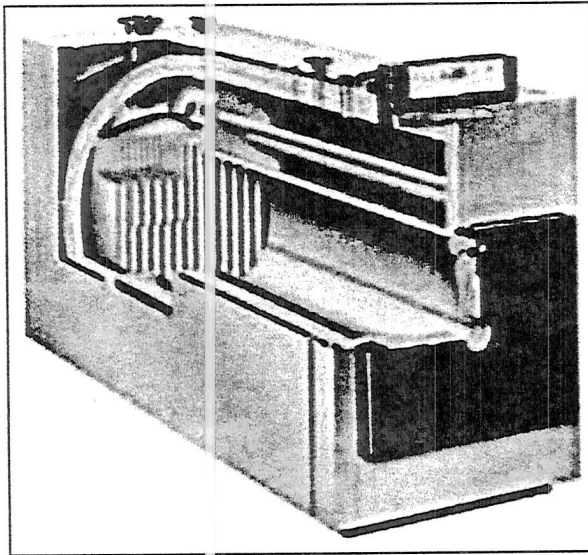
Podemos afirmar por todo ello, que las calderas de condensación son el máximo exponente actual del aprovechamiento energético en procesos de combustión, para uso de confort, unido a la máxima reducción de emisiones contaminantes.

EL "RENDIMIENTO ESTACIONAL"

Analicemos a continuación el concepto que realmente refleja la mayor o menor eficiencia de un sistema basado en la combustión: el "rendimiento estacional". El rendimiento instantáneo es el que habitualmente facilitan los fabricantes de calderas entre sus características técnicas. Este rendimiento resulta de la relación entre potencia útil y potencia nominal, expresado en tanto por ciento.

La potencia útil es la realmente cedida al agua y resulta de restar a la nominal las pérdidas sufridas durante el proceso de combustión. Estas pérdidas son, en distinto porcentaje, las siguientes:

- Pérdidas por radiación y convección a través de la envolvente de la caldera, pese a su aislamiento exterior.



- Pérdida de una pequeña parte del combustible, que no llega a quemarse, siendo desaprovechado en el proceso (inquemados).
- Pérdidas de calor sensible a través del conducto de humos. Los humos abandonan la caldera a una temperatura superior a la del agua contenida en la misma.
- Pérdidas de calor latente a través del circuito de humos. Los humos abandonan la caldera con un contenido en humedad, fruto de la combustión, desperdiándose una cantidad importante de energía (mayor o menor en función del contenido en hidrógeno del combustible utilizado).

Para evitar las pérdidas por radiación y convección es necesario dotar a la caldera de un espesor y calidad de aislamiento adecuado, tanto en la envolvente, como en la parte frontal (puerta) y trasera (colector de humos).

Actualmente, los fabricantes de calderas de alto rendimiento, velan por la máxima calidad en el nivel de aislamiento de sus generadores, reduciéndose a pérdidas inferiores al 0,3 %.

La reducción de inquemados requiere de una perfecta regulación del quemador, procurándose que la mezcla entre combustible y comburente sea lo más íntima posible y la granulometría de la pulverización (en el caso del gasóleo) sea extremadamente fina. En este aspecto los combustibles gaseosos salen beneficiados frente a los líquidos y, sobre todo, presentando un nivel de inquemados muy inferior.

Las pérdidas a través del circuito de humos se reducen notablemente en generadores de baja temperatura, limitándose a valores mínimos en calderas de condensación, con unas pérdidas totales de esta naturaleza, inferiores en muchos períodos de funcionamiento al 3%, fijándose para calderas estándar en una banda próxima al 10 %.

Entre las enumeradas, las más significativas son las debidas a pérdidas por el circuito de humos y a las de radiación y convección.

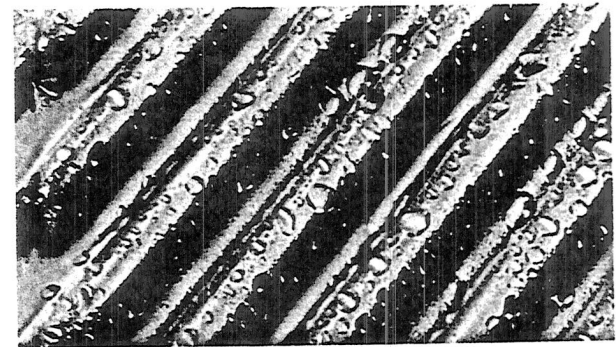
El rendimiento estacional se determinará integrando en el

tiempo los rendimientos instantáneos obtenidos durante un período completo de funcionamiento (una temporada de calefacción, por ejemplo).

Habrá que tener en consideración que las pérdidas por el circuito de humos dependerán de las horas de funcionamiento del quemador acoplado al generador, ya que a medida que la demanda térmica de la instalación aumenta, aumentan las pérdidas totales inherentes a la combustión.

Las pérdidas debidas a radiación y convección dependerán de las horas totales en que el generador esté a temperatura de régimen o, lo que es igual, a las horas anuales en disposición de servicio. Una caldera de producción de agua caliente sanitaria estará por regla general a temperatura de régimen (temperatura media aproximada 80°C), durante las 24 horas de los 365 días del año, cuando las horas de demanda térmica para dicho servicio no superarán, por regla general y para edificios de viviendas las 5 horas diarias.

Con estos planteamientos, el rendimiento estacional se verá perjudicado en proporción directa al incremento en la temperatura media del generador, durante las horas en disposición de servicio.



DIFERENCIAS FUNCIONALES

Comparemos las diferencias funcionales en los modos de funcionamiento entre calderas estándar y calderas de baja temperatura o condensación.

CALEFACCIÓN

Calderas convencionales: la temperatura media del agua en el interior de la caldera se situará entre 70 y 80°C, a fin de evitar el fenómeno descrito anteriormente de condensación. La temperatura del agua enviada hacia los emisores se conseguirá mediante la mezcla de parte del agua procedente de la caldera y parte de la procedente del retorno de la instalación, siempre en función de la temperatura exterior.

La temperatura media elevada de la caldera provocará pérdidas por disposición de servicio (radiación y convección) elevadas y prácticamente constantes durante dicha disposición de servicio.

Durante el período de funcionamiento del quemador, las pérdidas por el circuito de humos serán altas, salvo durante la puesta a temperatura de régimen, que debido a la baja temperatura del agua, la transmisión de calor y por lo tanto el aprovechamiento térmico será mayor. Sin embargo, este

período transitorio es muy corto en relación con el número de horas de funcionamiento a régimen, por lo que los humos saldrán a una temperatura constante, por ser prácticamente constante la temperatura media del agua en la caldera. Las pérdidas de calor sensible serán elevadas (temperatura de humos aproximada 240 °C) y las de calor latente totales (se evita a toda costa la condensación).

Por último, cuando el factor de carga baja, se interrumpe el funcionamiento, continuado del quemador, provocándose frecuentes encendidos y apagados del mismo, por lo que, debido a los prebarridos anteriores al encendido, se introduce aire a temperatura de la sala, en un hogar a temperatura elevada, robándose calor al agua, hasta la aparición de la llama.

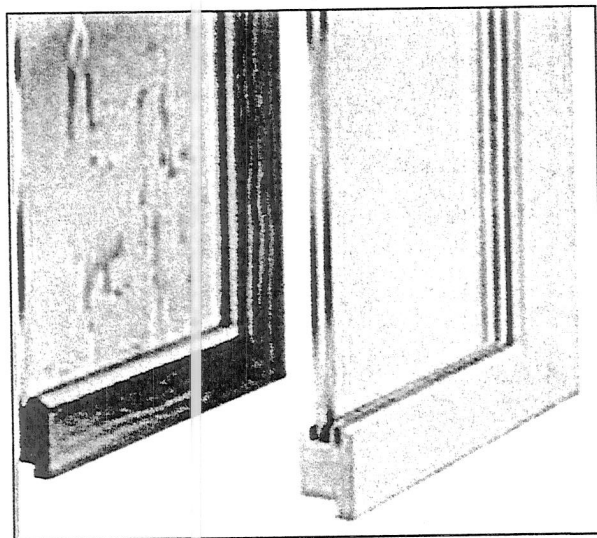
Calderas de baja temperatura y condensación: la caldera permite la disminución de la temperatura del agua, en función de la demanda real instantánea de la instalación, con lo que ya no hablamos de una temperatura constante en el agua. Este hecho permite reducir de forma significativa las pérdidas por radiación y convección; más aún el nivel de aislamiento se aumenta significativamente, tanto en el cuerpo (material aislante de mayor espesor), como en puerta (material refractario especial).

En cuanto a las pérdidas por el circuito de humos, hay que tener en cuenta las características constructivas de estas calderas, que permiten trabajar a una temperatura de humos de 130°C (en el caso de baja temperatura) y sin límite inferior, llegándose hasta 10 °C sobre la temperatura de retorno (en el caso de condensación), lo que reduce enormemente este tipo de pérdidas.

AGUA CALIENTE SANITARIA

Calderas convencionales: la caldera permanece a temperatura de régimen de forma permanente, con una disponibilidad de servicio plena durante todo el año, por lo que las pérdidas por radiación y convección serán continuas durante todas las horas de dicho período.

Las pérdidas por humos serán similares a las indicadas para el funcionamiento en modo de calefacción, pero las pérdidas



debidas a los prebarridos serán mayores, ya que el quemador arrancará y parará, para mantener constante la temperatura del primario, aunque no existe demanda de agua caliente sanitaria.

Calderas de baja temperatura y condensación: dado el alto número de horas en disposición de servicio, la principal diferencia radicará en la reducción de pérdidas por radiación y convección, debido a la mejora del aislamiento térmico. A esto podríamos añadir la incorporación de sistemas de regulación de la temperatura, de acción proporcional, que reducen el número de prebarridos sensiblemente, estabilizando el funcionamiento del quemador.

Comprobamos por lo tanto que, mientras que las pérdidas por el circuito de humos son más importantes en la determinación del rendimiento instantáneo, para el cálculo del rendimiento estacional son más significativas las debidas a radiación y convección por el cuerpo de caldera.

Apliquemos el análisis anterior, para determinar las medidas a adoptar que permitan mejorar el rendimiento estacional en instalaciones de calefacción y producción de agua caliente sanitaria.

- Instalación de calderas de baja temperatura y/o condensación para ambos servicios, distinguiendo calefacción de agua caliente en cuanto al tipo de tecnología a utilizar. Será recomendable la instalación de calderas de condensación para calefacción, por existir una variación permanente de las necesidades de la instalación, en función de las temperaturas exteriores, de este modo, dada la climatología española, podremos trabajar la mayor parte de las horas de la temporada con un factor de carga cercano a 0,3 (al 30 % de la demanda máxima en las peores condiciones climáticas de proyecto). Gracias a esta reducción, las pérdidas serán muy bajas y se conseguirá el máximo rendimiento consiguiéndose ahorros energéticos entre un 10 y 30% y, por consiguiente, el menor coste de explotación.

- El sistema de control de la potencia instantánea liberada deberá contemplar la intervención de todos los parámetros implicados en el servicio prestado: temperatura exterior, temperatura de impulsión de agua a radiadores, temperatura interior seleccionada en los recintos a calefactar, tipo de emisores, etc. Será por lo tanto este equipo el encargado de elegir la temperatura a la que trabajará la caldera en cada momento, permitiéndose de este modo la modulación a la baja de la misma, con el consiguiente logro en cuanto a aumento de rendimiento.

A modo de resumen, concluiremos diciendo que las técnicas de baja temperatura y condensación marcan actualmente la pauta tecnológica para la fabricación de calderas de última generación, ya que no quedan más pérdidas que eliminar, salvo una mayor reducción en las pérdidas por radiación y convección, ya de por sí extraordinariamente reducidas.

Una mayor reducción de costes energéticos pasaría por una acertada combinación de ese tipo de calderas, con sistemas de calentamiento por energía solar, sobre todo teniendo en cuenta las horas anuales de sol de que disponemos en España.