

Modernos equipos de tratamiento y análisis de agua para sistemas de calderas industriales

En todas las aplicaciones que requieran un calentamiento del agua a temperaturas elevadas se pueden presentar problemas ocasionados por las sustancias contenidas en el agua. La causa más frecuente de los daños que pueden presentarse durante el funcionamiento de una caldera, son deterioros causados por un tratamiento o un análisis de aguas inadecuados.

Los componentes corrosivos en el agua de alimentación o en el condensado pueden deteriorar el depósito de agua de alimentación, la caldera o el sistema de condensado. Estos componentes están formados principalmente por oxígeno o anhídrido carbónico. Además, determinadas sustancias contenidas en el agua favorecen la formación de sedimentos no deseados. El tipo de sedimento más conocido son las incrustaciones por dureza. Si la formación de la capa de sedimentos no se detecta a tiempo, la pérdida de transferencia del calor provocará una disminución del rendimiento. Cuando los espesores de las capas de incrustación van aumentando, puede producirse un calentamiento excesivo de las superficies de calefacción y ocasionar daños con graves consecuencias, incluso llegar a la explosión de la caldera.

Debido a un deficiente tratamiento del agua, con frecuencia se presentan además otros problemas como pueden ser, formación de espumas o arrastres de agua. Además de una mala calidad del vapor, eso puede tener efectos perjudiciales sobre la vida útil de las tuberías, equipos, accesorios, así como de los consumidores conectados.

Por ese motivo, la legislación vigente dicta una serie de normas que exigen el cumplimiento de una calidad de agua claramente definida. Según la norma DIN EN 1295310 se indican además especificaciones relativas al aspecto, conductividad, valor de pH, dureza total, capacidad ácida, hierro, cobre, ácido silícico, aceite/grasa, fosfato y la concentración de oxígeno, además el agua debe estar libre de sustancias orgánicas.

En función de la potencia y el tamaño del sistema de calderas se utilizarán diferentes opciones para el tratamiento del agua. Por regla general, el agua dura utilizada será suministrada por las empresas de abastecimiento público y se acondicionará, para ser usada en calderas mediante los siguientes procesos.

Descalcificación o desmineralización

Los procesos más frecuentes son la descalcificación mediante resinas de intercambio iónico y la desmineralización mediante la ósmosis inversa. En sistemas pequeños o con elevadas tasas de retorno de condensado se aplica con frecuencia una descalcificación pues resulta más económica. En este proceso, los componentes que causan la dureza del agua (principalmente iones de Ca y Mg) se intercambian por iones de sodio.

Con este proceso el contenido de sal en el agua se mantiene casi constante. Las resinas de intercambio iónico se regeneran con una solución salina (NaCl).

La ósmosis inversa es un método que implica costes más altos, y por lo tanto se utiliza principalmente en sistemas con elevadas tasas de agua de aportación, o en casos en los que por otros motivos (por ejemplo la calidad del vapor) se requiere agua de caldera con una conductividad baja. Para este proceso se utilizan membranas que son permeables hacia un lado y que funcionan como filtro a nivel molecular.

Cuando una solución acuosa se hace pasar con una presión elevada (superior a la presión osmótica) por esas membranas, la mayor parte de las sales y demás sustancias son retenidas como sustancia residual, pasando agua pura por la membrana. Según las características, además de la ósmosis puede ser necesario usar una descalcificación previa o posterior. La descalcificación previa se efectúa de forma equivalente a la descalcificación anteriormente indicada y se suele utilizar más bien para potencias pequeñas.

Siempre que se trate de desmineralizar grandes volúmenes de agua mediante ósmosis, por regla general se deberán agregar los productos químicos con control de volumen antes de la entrada en la ósmosis, para evitar el bloqueo de los módulos de ósmosis a causa de los componentes que producen dureza. La descalcificación posterior a la ósmosis elimina los metales alcalinotérreos residuales (iones de Ca y Mg).

La llamada desmineralización parcial, es un proceso entre la descalcificación y la ósmosis conocido también por el nombre de *descarbonización*, pierde cada vez más en importancia frente a los dos procesos antes citados. El proceso funciona de manera similar a la descalcificación según el proceso de intercambio de iones. El equilibrio calcio - anhídrido carbónico cambia por la adición de iones de hidrógeno (H+) y el anhídrido carbónico es liberado formando compuestos de carbonato (HCO⁻). El calcio disuelto y los iones de magnesio (dureza de no carbonatos) se sustituye entonces en el proceso de intercambio de iones subsiguiente por sodio. Las resinas de intercambio iónico se regeneran con ácido clorhídrico o cloruro sódico (NaCl).

Desgasificación térmica (reducción de O₂ ó CO₂)

La descalcificación o desmineralización es seguida por la desgasificación térmica.

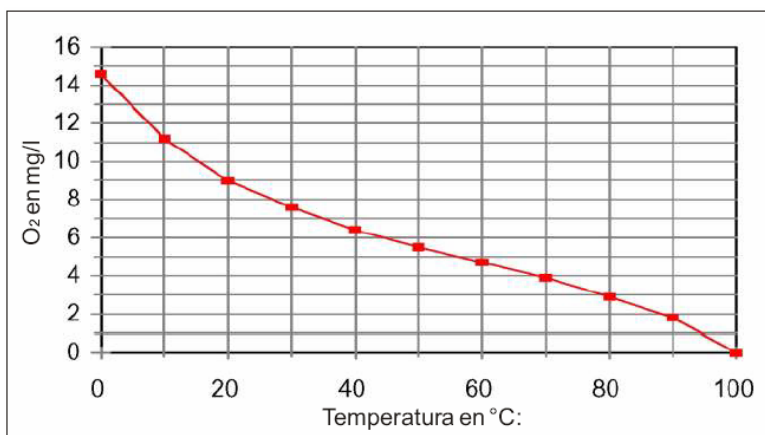
Para este proceso se aprovecha la ley químico-física de la disminución de la solubilidad de gases en líquidos, cuando la temperatura aumenta, siendo aproximadamente cero cuando el líquido está en ebullición.

Debido a los bajos costes de inversión, se utiliza frecuentemente una instalación de desgasificación parcial en las plantas pequeñas o en sistemas con un elevado caudal de retorno de condensado.

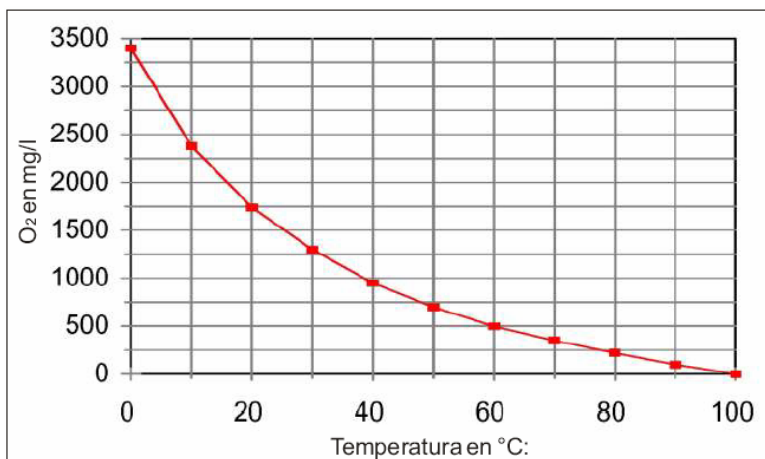
Debido al rango bajo de temperaturas de trabajo comprendidas entre 85 y 90 °C, en una instalación de desgasificación parcial no hace falta emplear depósito de presión que realice la función de depósito de agua de alimentación. Los gases que están disueltos en el agua, son eliminados y se evacúan con los vahos del sistema. Debido a las temperaturas de servicio citadas, la desgasificación no es completa, quedando aún pequeñas concentraciones de gases, especialmente de oxígeno y de anhídrido carbónico.

Por tanto es imprescindible aplicar un tratamiento químico posterior.

Por eso, para las plantas de mayor tamaño y los sistemas que tengan un retorno de condensado muy bajo se usan habitualmente instalaciones de desgasificación total. Estas instalaciones funcionan en el rango de temperatura comprendido entre 100 y 110 °C. Un domo de desgasificación o un dispositivo de desgasificación por pulverización, acoplado en el depósito de agua de alimentación, aumenta la superficie de contacto del agua de aportación o del retorno de condensado. Mediante la inyección directa de vapor, el agua de alimentación del depósito se calienta a temperatura de ebullición. El vapor producido durante este proceso calienta el agua de aportación y desprende los gases, los cuales son evacuados a la atmósfera por el orificio de descarga de vahos situado en la parte superior del desgasificador. El vapor fluye siempre como fluido transportador hacia la atmósfera (vahos).



Solubilidad de oxígeno en función de la temperatura a 1 bar (1) en agua pura (fuente: Manual de agua WABAG)



Solubilidad de anhídrido carbónico en función de la temperatura a 1 bar (1) en agua pura (fuente: TÜV Nord)

El orificio de descarga de vahos debe estar diseñado de manera que se evacuen todos los gases liberados, incluso en las condiciones más adversas. De acuerdo con los estudios efectuados, el caudal necesario de vapor evacuado (vahos) es del orden de un 0,5 % de la producción de vapor de la caldera.

Las cantidades residuales de oxígeno y de anhídrido carbónico son insignificantes, siempre que la instalación para la desgasificación total esté en perfectas condiciones de funcionamiento. Una pequeña dosificación posterior es necesaria solamente por razones de medición o de seguridad.

Dosificación química (reductores de O₂ o CO₂)

Dependiendo de los diversos procesos físicos de tratamiento de aguas, tanto la dureza residual como el contenido residual en oxígeno deben eliminarse por medios químicos. Además es necesario efectuar una alcalinización (aumento del valor pH). Hasta ahora, los aditivos químicos se dosifican en cantidades que exceden en gran medida lo necesario. Esto se debe en su mayor parte a un control discontinuo y al ajuste empírico de la dosificación. Con respecto al contenido residual en oxígeno, la causa era la ausencia de una analítica de medida rentable para la medición directa. Por ese motivo no se determinaba el contenido residual en oxígeno, sino el exceso de reductor en el agua de la caldera, con el fin garantizar la ausencia de oxígeno por lo menos de forma periódica. Además de los gastos excesivos en aditivos químicos, eso tiene una desventaja con respecto a la utilización de la energía. La aplicación de una dosis excesiva de los productos químicos provoca muchas veces un aumento de la conductividad (contenido en sal), o bien la precipitación de lodos, los cuales tienen una influencia sobre las pérdidas de energía por la purga de sales o la purga de lodos. Además pueden presentarse problemas por formación de espumas en el agua de caldera. La consecuencia son averías en forma paros por nivel máximo de agua o falta de agua. El arrastre del agua empeora la calidad del vapor, además pueden producirse golpes de ariete y daños en los equipos consumidores instalados.

Analítica de medida

Para asegurar que la calidad del agua de caldera es adecuada, los parámetros del agua se deben comprobar en base a un sistema de control continuo y/o periódico. Se deben controlar los parámetros esenciales del agua de alimentación y de caldera en calderas de vapor, y el agua de circulación en calderas de agua caliente, (valor pH, conductividad directa, capacidad ácida, dureza y contenido en oxígeno). La frecuencia de estos controles debe ajustarse a los requisitos del fabricante, a los del operador y a los de las autoridades competentes. Hasta ahora, esos controles excepto el control de conductividad se solían efectuar manualmente, y exigían el correspondiente tiempo y trabajo. Los diversos análisis de agua deben realizarse cada día, o en caso de equipamiento del sistema para el funcionamiento sin supervisión, como mínimo cada 3 días.

Para posibilitar las mediciones se deben disponer de puntos para la toma de muestras en posiciones representativas del sistema.

Los típicos puntos de toma de muestras son, por ejemplo, el depósito de agua de alimentación de la caldera, la conexión de purga de sales de la caldera y el agua de aportación tomada después del equipo de tratamiento de agua. Los puntos para la toma de muestras deben equiparse con los dispositivos refrigeradores adecuados (refrigerador de toma de muestras) que permitan tomar las muestras de agua de manera correcta y sin peligro.

La conductividad se determina continuamente con ayuda de un electrodo para la medida de la conductividad, instalado en la superficie del agua de la caldera. La dureza total, así como la capacidad ácida (valor pH) se determinan normalmente por medio de una valoración con soluciones de medida o con ayuda de aparatos de medición adecuados con sistemas de fotometría.

Para la valoración, se van añadiendo gotas de los líquidos de reacción en las muestras de agua a analizar hasta que el líquido cambie de color. En base a la cantidad de líquido de reacción se determina entonces la capacidad ácida o la dureza total. Los métodos fotométricos funcionan de manera parecida, pero aquí se mide la intensidad del cambio de color después de agregar una cantidad definida del líquido de reacción. Lo que hasta ahora sólo era posible con una analítica de medida muy cara es determinar el contenido en oxígeno.

Todos los métodos de medida tienen en común el hecho de que requieren mucho tiempo y de que son propensos a producir errores.

Aparato para análisis del agua de LOOS WATER ANALYSER LWA

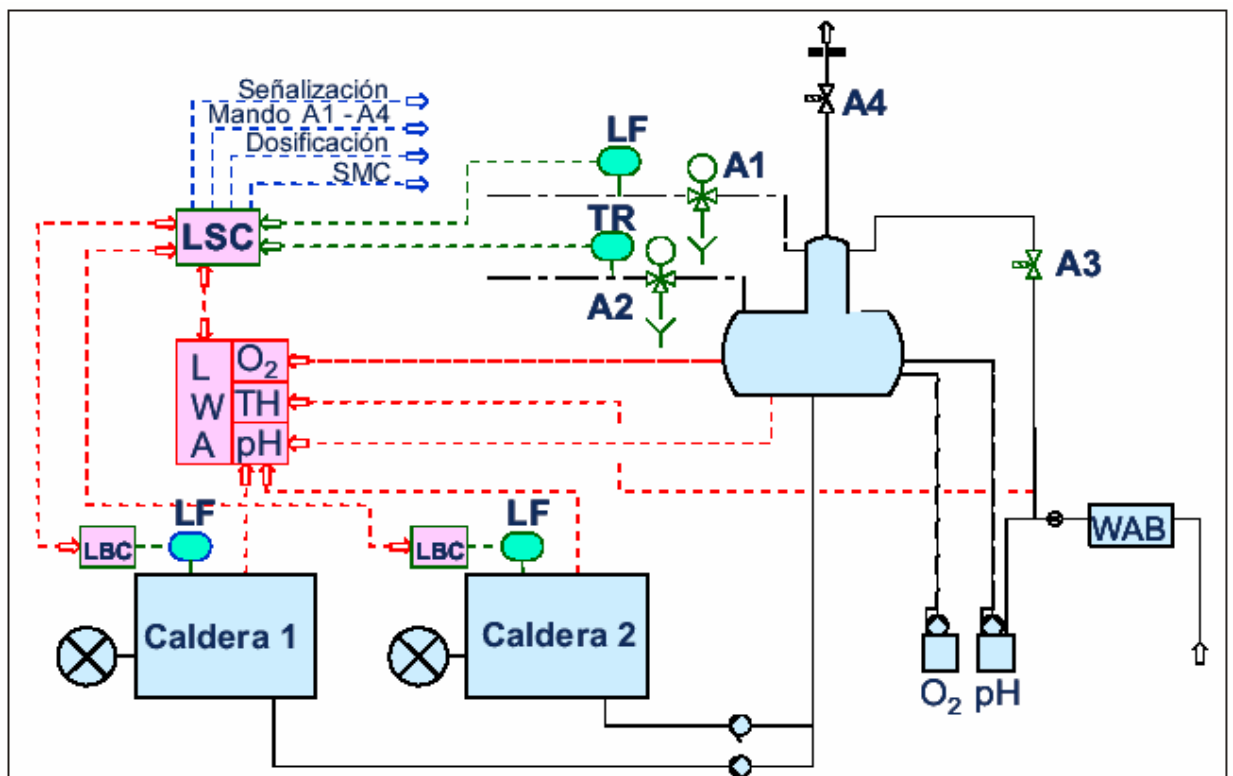
El aparato para análisis del agua de LOOS recién desarrollado – LOOS WATER ANALYSER LWA elimina este problema y efectúa de manera totalmente automática las funciones de medición y control continuo de los siguientes parámetros:

- valor pH del agua de alimentación.
- contenido de O₂ del agua de alimentación.
- dureza residual del agua de aporte.
- valor pH del agua de caldera.

A este fin se han desarrollado métodos de medida específicos:

La ausencia total del oxígeno ya no se asegura con el exceso del reductor de oxígeno, sino midiendo el contenido real de O₂. Como electrodo de medida se utiliza un micro tubo capilar de vidrio que está lleno de líquido de reacción y que a causa del oxígeno disuelto, genera un flujo de corriente eléctrica. Este flujo de corriente es medido, lo que permite demostrar el contenido en oxígeno exacto dentro del rango de medida que es relevante en la tecnología de calderas, es decir, el rango de 0,001 ... 0,1 mg/l .

La medición de la dureza se efectúa con un electrodo de medida basado en una membrana de polímero selectiva de iones. Esta membrana sólo es permeable para los iones de Ca y Mg, que son los causantes de dureza. Basándose en la cantidad de iones se induce una tensión, la cual permite sacar conclusiones sobre el grado de dureza del agua. En el rango de medida de 0,0018...0,18 mmol/l (0,01 1°dH), todas las desviaciones son determinadas de forma fidedigna y segura.



Integración modular del LOOS WATER ANALYSER LWA en un sistema de calderas global de LOOS

El valor pH del agua de alimentación y del agua de la caldera, se determina con un electrodo de referencia de pH que registra los iones de hidrógeno positivos que se encuentran en el agua. También en este caso se induce una tensión baja, que permite determinar de manera segura el valor pH en el rango de medida comprendido entre 7 y 14.

Todos los electrodos están diseñados con auto-verificación. En intervalos de tiempo determinados se efectúan mediciones de referencia automáticas, con el agua dura o con ellos mismos, para asegurar su perfecto funcionamiento. Los diversos electrodos de medida están sometidos a un desgaste natural. Los costes de los electrodos de recambio se sitúan más o menos en el mismo nivel que los costes de los líquidos indicadores y de las tiras de ensayo para los métodos manuales de análisis de agua.

Todos los datos se transfieren a través del sistema de bus a la unidad de control del sistema de nivel superior LOOS SYSTEM CONTROL LSC. Junto con la conductividad del agua de la caldera y los grados de conductividad o turbiedad de los retornos de condensado, tenemos todos los parámetros del agua relevantes a disposición en el LSC para ser consultados.

El aparato para el análisis del agua LWA presenta un sinfín de ventajas con respecto a las formas manuales de control convencional:

- Reducción de daños de las calderas y del sistema gracias al aumento de la seguridad de funcionamiento.
- Para obtener resultados de medición correctos, el personal que efectúa las mediciones manuales debe ser competente y capacitado. Muchas veces se cometen errores al tomar diferentes muestras de agua, o con los líquidos de reacción, con alteraciones graves de los resultados de medida.
- En cambio, el análisis con el aparato LWA se efectúa de manera totalmente automática sin necesidad de ninguna intervención, lo que proporciona resultados de medición correctos y precisos.
- Si se exceden los límites definidos de la calidad del agua, entonces el sistema de calderas se autoprotege, y en función del límite sobrepasado, se efectúan a continuación unas tareas de control definidas. Si por ejemplo se sobrepasa el límite de dureza, se cierra inmediatamente la válvula del agua de aportación.

Gestión de alarmas de averías

En caso de sobrepasar los valores límite, todos los parámetros se transmiten a la memoria de alarmas de averías del LSC y así resulta más fácil analizar las causas de las averías.

Protocolo

Los datos pueden protocolizarse de manera continua. Pueden transferirse en intervalos definidos por el Profibus a una central de orden superior, o enviarse en directo por medio de una interfaz definida a una impresora local o al driver de una pantalla. Eso permite prescindir de las mediciones manuales, del registro de los valores del agua en el libro de servicio de la caldera y ayuda reducir los costes de personal.

Tareas de regulación y control

Con la calidad de agua medida, se efectuará la regulación de las diversas bombas dosificadoras. Se evita la dosificación en exceso, ya que los parámetros del agua se obtienen por medio de procesos directos. Esto proporciona un ahorro en cuanto a los aditivos químicos y reduce a la vez las pérdidas por purgas de sales y de lodos. En el modo de servicio convencional, el caudal de vahos está previsto para un caudal aproximado del 0,5% de la potencia nominal de la caldera. La consecuencia son pérdidas de energía permanentes a causa de los vahos de salida. La medición del contenido de oxígeno con el aparato de análisis LWA permite controlar la válvula de vahos de manera directa. La válvula se puede cerrar dentro de los límites óptimos. Sólo en caso de que se excedan los límites exigidos, es decir, si se requiere efectivamente la potencia del desgasificador, se abre la válvula de vahos, eliminándose del sistema los vahos que contienen oxígeno y anhídrido carbónico. Eso proporciona un enorme ahorro en combustible.

Potenciales de ahorro

Es enorme el potencial de ahorro de costes que se obtiene con el aparato para el análisis del agua LWA.

Dependiendo del tamaño y del equipamiento del sistema, los ahorros en los gastos de personal, combustible y agua proporcionan tiempos cortos de amortización. Y todo eso, sin haber considerado aún el aumento de la seguridad de funcionamiento por resultados de medición analíticamente correctos y la reducción de los daños en los sistemas causados por unos parámetros inadecuados del agua.

El cálculo de amortización detallado lo puede solicitar sin cargo a cialcalder@vycindustrial.com.

Resumen

Los procesos indicados en la primera parte del presente informe sobre el tratamiento de agua por medio de descalcificación, desmineralización, desgasificación o dosificación, exponen de manera muy clara lo complicado y difícil que puede ser asegurar la calidad del agua de la caldera con los métodos convencionales utilizados hasta ahora.

El análisis de agua automático con el aparato de análisis de LOOS ofrece las siguientes ventajas:

- Dosificación de aditivos químicos adaptada a las necesidades, efectuada en función del valor pH y del O₂ en el agua de alimentación, sin costosas dosificaciones por exceso, incrementadas debido a pérdidas causadas por la purga de sales y la purga de lodos
- Control automático de la dureza residual de las instalaciones de descalcificación a base de intercambiadores de iones.
- Control de la válvula de vahos en función del contenido de oxígeno en el depósito de agua de alimentación para evitar pérdidas energéticas innecesarias.
- Aumento de la seguridad de funcionamiento gracias a resultados de medición analíticamente correctos
- Ahorro de tiempo gracias a la medición automática.
- Reducción de los daños ocasionados por parámetros de agua insuficientes.
- Todos los datos del análisis de agua continuo y totalmente automático, se transmiten vía bus a un registro con pantalla o a una impresora, además se visualizan, se imprimen o se memorizan eso suprime la necesidad de registrar los datos manualmente en un libro de caldera.

Para más información no duden en contactar con nuestro Dpto. Técnico-Comercial.

