Monitoreo del cloro en el agua turbia de la torre de refrigeración con el titulador AT1000 y el analizador CL17 de Hach

Introducción

El control microbiológico del agua de la torre de refrigeración se realiza normalmente a través de la adición de microbicidas oxidantes, especialmente el cloro. La dosificación eficaz de cloro requiere de un monitoreo residual preciso. Los residuos de cloro también se deben monitorear durante la descarga, para garantizar el cumplimiento de las normas locales. Con el filtrado adecuado de la muestra, es posible utilizar el analizador de cloro Hach® CL17 para el monitoreo colorimétrico de la mayoría de las matrices de la torre de refrigeración. Sin embargo, las matrices que contengan altos niveles de color, total de sólidos en suspensión (TSS, por su sigla en inglés), turbidez y cloro se deben monitorear con una técnica analítica alternativa. Se recomienda el tituladorr AT1000 (valoración amperométrica) o el analizador CL10sc (amperometría directa) de Hach para realizar la medición de los residuos de cloro en muestras turbias o coloreadas.



CL17 y AT1000 de Hach

Antecedentes

Los sistemas de las torres de refrigeración proporcionan un excelente entorno para el desarrollo microbiano. Si no se controla, esta bioincrustación afecta el correcto funcionamiento de la torre de refrigeración. La aplicación de microbicidas, tales como el cloro, inhibe el desarrollo microbiano. El analizador de cloro CL17 de Hach brinda un monitoreo continuo de los residuos de cloro para: asegurar que la dosificación de cloro es suficiente para proporcionar protección antimicrobiana y que el cloro se eliminó efectivamente de las aguas de descarga.

El CL17 utiliza el método químico N,N-dietil-p-fenilendiamina (DPD) para medir el cloro libre y total. Con el pH taponeado por los reactivos del CL17, el cloro oxida el DPD para producir un tinte de color magenta. Consulte la figura 1. La intensidad del color magenta es directamente proporcional a la concentración de cloro en la muestra. El color se mide de forma fotométrica a 520 nm. Cuando se utiliza en matrices turbias, el filtro estándar del CL17 (de malla 40) se debe limpiar periódicamente. Además, se recomienda el filtrado de la muestra en línea adicional, siempre que se mantenga el flujo suficiente.

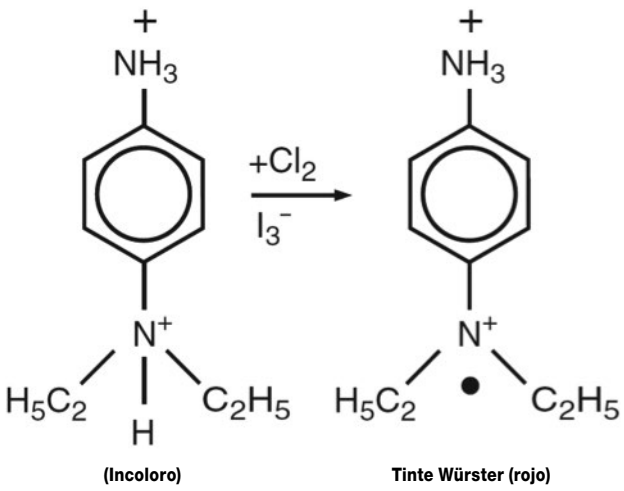

Figura 1. Oxidación del N,N-dietil-p-fenilendiamina

Además de contaminación microbiana, con frecuencia el agua de la torre de refrigeración contiene altos niveles de sólidos en suspensión. Se pueden acumular incrustaciones por precipitado, sales, productos corrosivos, macroorganismos y partículas atmosféricas en el agua de refrigeración, que puede generar altos niveles de TSS, turbidez y color posiblemente. Estas condiciones pueden interferir con las mediciones fotométricas. Los sólidos y el color pueden oscurecer, absorber y dispersar el paso de la luz a través de la celda de medición del fotómetro. El detector puede interpretar esta obstrucción como el analito de interés, en este caso el cloro.

Las muestras que contengan altos niveles de sólidos en suspensión se deben filtrar antes de realizar la medición fotométrica. Un filtro y un tamiz de malla 40 instalados en la entrada del CL17 eliminarán los sólidos más grandes y minimizarán el efecto de las matrices turbias. Todos los filtros se deben reemplazar y limpiar periódicamente para garantizar el flujo adecuado de la muestra hacia el analizador. El filtro en línea no eliminará las pequeñas partículas, que aún pueden afectar enormemente la precisión de la medición fotométrica.

La turbidez o el color no afectan al titulador AT1000. El cloro se mide a través de una valoración amperométrica. La valoración amperométrica evita varios aspectos analíticos relacionados con la amperometría directa continua: control de pH, temperatura, flujo de muestra. La valoración amperométrica no es una medición continua; sin embargo, se debe realizar regularmente.

$$PhAsO\ (PAO) + Cl_2 + 2H_2O \rightarrow PhAsO(OH)_2 + 2Cl^- + 2H^+$$

Figura 2. Reacción del óxido de fenilarsina

El cloro se valora con óxido de fenilarsina (PAO). Consulte la figura 2. Como el cloro oxida el PAO en la muestra, el cambio de corriente resultante se mide hasta que se consuma todo el cloro y que se alcanza el punto límite. Puesto que no participan en la reacción de oxidación-reducción, los componentes de la matriz, tales como la turbidez y el color, no influyen en la medición del cloro. Cuando se usa en forma intermitente, el tubo del AT1000 siempre se debe purgar y la celda de medición se debe tratar para la demanda de cloro antes del análisis. La función de la purga del tubo se describe en el manual del usuario.

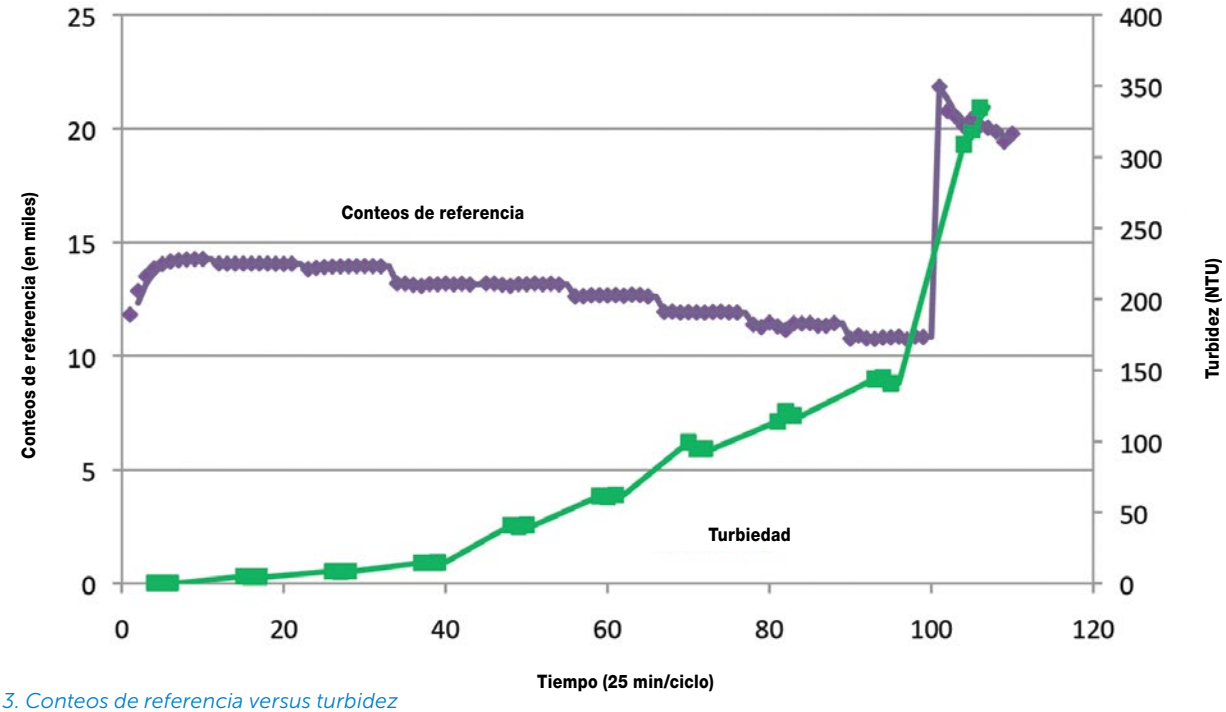

Figura 3. Conteos de referencia versus turbidez

Datos y resultados

Los efectos de la turbidez en el CL17 y AT1000 se estudiaron con la finalidad de determinar el mejor plan para el monitoreo del cloro de las matrices turbias de la torre de refrigeración. El agua desionizada que contengan diferentes concentraciones de caolinita se introducen en un CL17. Se realizaron diez mediciones consecutivas en cada concentración de caolinita con el CL17. Se tomaron muestras rápidas triplicadas en cada concentración de caolinita para realizar la medición con un AT1000 y un turbidímetro TL23 de Hach. Todos los datos de turbidez son específicos para la caolinita utilizada en este estudio.

Los reactivos del CL17 se reemplazaron con agua teñida, que produjo un resultado visual de cloro equivalente a ~0,45 mg/L de Cl_2. El tinte se utilizó para que la prueba no se viera afectada por la demanda de cloro de la caolinita. De esta manera, los resultados del CL17 reflejan solamente el efecto de la turbidez. El cloro libre se agregó a la celda de reacción de AT1000 inmediatamente antes del análisis, lo que minimizó el potencial de consumo de cloro de la demanda de cloro de la caolinita. Se seleccionó el volumen máximo para que coincidiera con la concentración de tinte para fines comparativos.

El CL17 se fija para ciertas cantidades de color o turbidez mediante el ajuste a cero en la muestra antes de la incorporación de los reactivos DPD. Estas mediciones cero se registran como "conteos de referencia" y son análogos a la transmisión de luz. Cuando la matriz de la muestra no tiene color ni turbidez, los conteos de referencia son de aproximadamente 14 000. Como la turbidez de la muestra aumenta, los conteos de referencia (transmisión) disminuyen.

La figura 3 grafica los conteos de referencia frente al aumento de la turbidez. Los conteos de referencia disminuyen con el aumento de la turbidez hasta que la turbidez se incrementa a aproximadamente 300 NTU. En este punto los conteos de referencia aumentaron a aproximadamente 20 000. El CL17 se diseñó para aumentar la intensidad de la luz LED para representar su degradación con el paso del tiempo según el rendimiento de la luz. El aumento en los conteos de referencia a aproximadamente 300 NTU indica que el CL17 interpretó la alta turbidez como una degradación de la luz y el aumento de la intensidad del LED como respuesta.

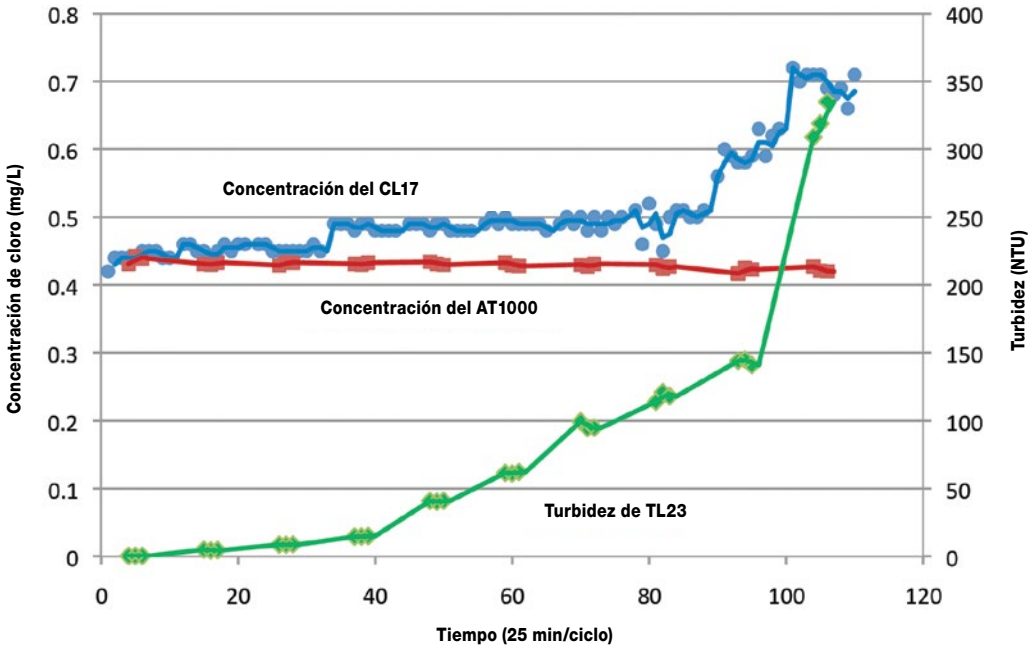

Figura 4. Concentración de cloro versus turbidez

Los datos de tinte del CL17 se grafican frente a los datos del cloro del AT1000 de los niveles de aumento de la turbidez en la figura 4. Varias conclusiones son evidentes en este gráfico. En primer lugar, los valores del CL17 son estables para la turbidez en aumento, con una turbidez de hasta unos 100 NTU. En este punto, los valores del CL17 son un poco imprecisos. Segundo, los valores del CL17 incrementan con la turbidez en aumento. Este efecto es menor en un nivel de turbidez inferior (< 5 % alta), más acentuado a medida que la turbidez alcanza aproximadamente los 15 NTU (un 10 % alta) y extremadamente superior a unos 100 NTU (>35 % alta). Finalmente, los valores de cloro del AT1000 son consistentes independientemente de la turbidez. Hay una leve disminución con la turbidez en aumento que se asocia con la demanda de cloro de las altas concentraciones de caolinita.

Conclusión

Es evidente que la medición fotométrica del cloro del CL17 puede verse afectada negativamente por los altos niveles de turbidez. Mientras que los bajos niveles de turbidez pueden desestabilizar moderadamente las mediciones del CL17, los altos niveles de turbidez que pueden estar presentes en determinadas operaciones de la torre de refrigeración provocarán una considerable desestabilización en las tendencias de monitoreo de cloro del CL17.

En circunstancias donde se sabe que existe alta turbidez, es recomendable que el cloro se mida con una técnica no fotométrica. La valoración amperométrica del cloro del AT1000 es una técnica adecuada que se recomienda para el monitoreo del cloro en estas aplicaciones. Se puede utilizar una combinación de análisis fotométricos y amperométricos, donde se realiza el monitoreo fotométrico en línea con el analizador CL17 y las verificaciones periódicas de muestras rápidas con el titulador AT1000. Esta combinación de técnicas proporcionará tanto monitoreo continuo como verificación de la precisión.

DOC040.92.10112.Jan17

HACH COMPANY World Headquarters: Loveland, Colorado USA

United States:	800-227-4224 tel	970-669-2932 fax	orders@hach.com
Outside United States:	970-669-3050 tel	970-461-3939 fax	int@hach.com

hach.com

©Hach Company, 2017. All rights reserved.
In the interest of improving and updating its equipment, Hach Company reserves the right to alter specifications to equipment at any time.

Be Right™