

La monitorización continua de hierro y manganeso optimiza el rendimiento de los filtros

Problema

El rendimiento de los filtros de arena en el tratamiento del agua potable puede evaluarse por medio de la monitorización de la evolución del hierro y el manganeso. Sin embargo, el muestreo para el análisis en laboratorio provoca retrasos inaceptables que impiden la gestión eficiente de los filtros.

Solución

Los analizadores de la serie EZ de Hach® pueden medir hasta ocho corrientes de muestra que proporcionan datos en continuo sobre el hierro o el manganeso. En Dinamarca, un grupo de investigadores está aprovechando esta capacidad para rediseñar por completo el tratamiento de aguas.

Ventajas

La monitorización continua proporciona un aviso más rápido y preciso cada vez que es necesario un retrolavado del filtro. Como consecuencia, se abre la posibilidad de optimizar los procesos, lo que mejora la producción, acorta el tiempo de inactividad, protege la calidad del agua y reduce los costes. Se evitan posibles riesgos para la calidad estética del agua y los investigadores están mejor preparados para evaluar nuevas tecnologías y filtros.

Las ventajas de la tecnología colorimétrica que emplean los fotómetros de Hach para laboratorio y campo ya están disponibles también en los analizadores en continuo. De este modo, los usuarios podrán medir una amplia variedad de parámetros de forma ininterrumpida. Dos de los parámetros que ahora pueden monitorizarse de forma continua son el manganeso y el hierro; en el siguiente texto explicamos por qué es importante monitorizar estos dos parámetros.

Antecedentes

El hierro y el manganeso a menudo coexisten en fuentes de agua como las aguas subterráneas, pero las concentraciones de manganeso suelen ser mucho más bajas.

El manganeso está presente de forma natural en el suelo y en la mayoría de las aguas superficiales y subterráneas; se trata de un elemento esencial para muchos organismos vivos, debido a su papel en el funcionamiento de las enzimas. En lo que respecta a los humanos, suelen obtener casi todo el aporte de manganeso a través de los alimentos. El organismo regula la absorción de manganeso a lo largo del tracto gastrointestinal para ayudar a mantener la homeostasis del manganeso y, por lo general, el manganeso que se obtiene por vía oral se considera uno de los elementos menos tóxicos. No obstante, a la luz de recientes investigaciones, el valor de referencia sobre la concentración de manganeso en agua potable es objeto de debate en la actualidad.



25

Mn**54,938**

Manganeso

26

Fe**55,847**

Hierro

El hierro es un metal abundante en la corteza terrestre, donde se encuentra principalmente en sus diferentes óxidos. Los iones de hierro Fe^{2+} y Fe^{3+} se combinan fácilmente con compuestos que contienen oxígeno y azufre para formar óxidos, hidróxidos, carbonatos y sulfuros. Además, el hierro desempeña funciones vitales en la sangre y las enzimas que lo convierten en un oligoelemento esencial.

La concentración de hierro en los ríos suele ser baja, del orden de 0,7 mg/L. En aguas subterráneas anaeróbicas donde el hierro se encuentra en forma de Fe^{2+} son habituales las concentraciones de 0,5 a 10 mg/L, si bien pueden alcanzarse concentraciones de hasta 50 mg/L. Normalmente, los niveles de hierro en el agua potable son inferiores a 0,3 mg/L, pero pueden ser más altos en aquellos países que emplean sales de hierro como coagulante en plantas de tratamiento de aguas y tuberías de hierro fundido, acero y hierro galvanizado en la red de distribución.

5 razones para la monitorización

Reclamaciones

La decoloración, el mal sabor y la suciedad del agua del grifo son las causas más comunes de las quejas de los ciudadanos sobre el agua potable. La tramitación de estas reclamaciones y la aplicación de medidas de investigación y descontaminación pueden resultar muy costosas. Los turbidímetros pueden contribuir a dar la alarma de modo que se adopten medidas para desviar el agua turbia de la red de distribución; pero las causas de la turbidez pueden ser muy variadas, mientras que los niveles elevados de hierro y manganeso derivan de problemas específicos. Por ello, la monitorización puede ayudar a identificar las causas y adoptar las medidas correctivas más adecuadas.

Salud

El hierro y el manganeso suponen un riesgo pequeño para la salud, pero hay riesgos asociados con las bacterias que provocan un aumento de las concentraciones de hierro a partir de la corrosión. Para los seres humanos, la dosis letal de hierro se sitúa entre 200 y 250 mg por kilogramo de masa corporal, lo que provoca hemorragia gastrointestinal generalizada. Sin embargo, la intoxicación por hierro es poco frecuente, y la ingesta a través del agua potable suele ser demasiado baja como para entrañar un riesgo para la salud. No obstante, los óxidos de hierro son conocidos por su eficacia como atrapadores de metales y semimetales, y pueden provocar un aumento de los niveles de arsénico.

Normativa

Un gran número de organizaciones (entre las que se encuentran las compañías de suministro de agua potable y el sector de bebidas) están sujetas a una normativa específica para garantizar que los niveles de hierro y manganeso no superen las concentraciones máximas especificadas.

La Directiva 98/83/CE de la UE del 3 de noviembre de 1998 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano establece: A los efectos de los requisitos mínimos de la presente Directiva, las aguas destinadas al consumo humano son salubres y limpias cuando: a) no contienen ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana, y b) cumplen los requisitos mínimos especificados en las partes A y B del anexo I. En la parte C

del anexo I, "Parámetros indicadores", la Directiva incluye niveles de referencia de 0,05 mg/L para el manganeso y de 0,2 mg/L para el hierro. No obstante, la mayoría de los parámetros de indicación anteriores se han trasladado, posteriormente, al anexo IV, relativo a la información para los consumidores. El motivo es que los parámetros de indicación no proporcionan información relativa a la salud, sino datos de interés para los consumidores (como el sabor, el color y la dureza).

Las autorizaciones de vertido en las plantas de tratamiento de aguas residuales también suelen incluir límites para el hierro (con frecuencia como hierro total) cuando se utilizan sales de hierro como coagulante en la eliminación de fosfatos.

En Estados Unidos, la EPA ha establecido niveles máximos de contaminantes secundarios (Secondary Maximum Contaminant Levels, SMCL) para los contaminantes que afectan al aspecto del agua potable pero no representan un riesgo para la salud de las personas. Los SMCL no son aplicables a nivel federal, por lo que las instalaciones públicas de tratamiento de aguas no están necesariamente obligadas a monitorizarlos a menos que se les exija a nivel estatal.

El SMCL para el hierro es de 0,3 mg/L, con los posibles problemas estéticos siguientes: color herrumbroso, sedimentos, sabor metálico y un manchado rojizo o anaranjado. El SMCL para el manganeso es de 0,05 mg/L, con los posibles problemas estéticos siguientes: color de negro a marrón, manchado negruzco y sabor metálico amargo.

La EPA estadounidense considera que la presencia de estos contaminantes en el agua a niveles por encima de los de referencia puede hacer que la población deje de usar el agua del sistema público de suministro, aunque en realidad siga siendo agua potable y segura. Por ello, se establecieron una serie de normas secundarias para orientar a los sistemas públicos de suministro de agua sobre la reducción de estos productos químicos a niveles que estén por debajo de lo que la gente pueda percibir.

También cabe tener en cuenta que los problemas estéticos enumerados anteriormente pueden provocar que el ganado y otros animales se abstengan de beber.

Depósitos de cal y corrosión

Las tuberías de hierro fundido y los equipos utilizados en plantas industriales que emplean vapor o agua de refrigeración son susceptibles a diversos mecanismos de corrosión. La corrosión química y mecánica puede arrancar y disolver el hierro de superficies de acero; este hierro libre puede depositarse en superficies de otros puntos del sistema de distribución del agua en los que origina nuevos focos de corrosión.

Reducción del coste de reactivos

Para las plantas de tratamiento de aguas que emplean sales de hierro como coagulante, estos reactivos pueden suponer un coste considerable. Por ello, aunque es importante introducir un coagulante en la medida suficiente para elimi-

nar los sólidos correctamente, también es necesario no excederse con la dosis, ya que esto podría sobrecargar los filtros y dejar sales de hierro residuales en el agua, lo que supondría un gasto inútil de dinero.

Cómo funciona la monitorización continua

Los analizadores de la serie EZ emplean tecnología colorimétrica para medir en continuo parámetros clave de calidad del agua de forma exacta y fiable. Las funciones inteligentes y automatizadas contribuyen a mejorar el rendimiento analítico, y a reducir al mínimo el tiempo de inactividad y la intervención del operador. El proceso de limpieza es automático, y el usuario puede establecer tanto la frecuencia de calibración como la de validación. La serie EZ1000 permite medir hasta un máximo de 8 corrientes simultáneamente. Esto reduce el coste por punto de muestreo, pero debe especificarse a la hora de realizar el pedido.

El analizador de hierro EZ1000 utiliza el reactivo TPTZ para formar un color azul morado oscuro en una reacción que mide el hierro disuelto Fe(II), Fe(III) y el hierro disuelto total Fe(II+III), con un tiempo de ciclo de 15 minutos y un rango de medición de 0-1 mg/L.

El analizador de manganeso EZ1000 mide el manganeso disuelto Mn(II), por medio del método formaldoxima a 450 nm, con un rango de medición de 0-1 mg/L Mn y un tiempo de ciclo de 10 minutos. No obstante, los clientes que también deseen medir el manganeso total tendrían que elegir el analizador de manganeso EZ2000, que dispone de una unidad de digestión de muestras interna que proporciona un paso adicional antes del análisis para la medición de especies metálicas insolubles o complejos metálicos.

Las ventajas de la monitorización continua

Por lo general, el análisis en el laboratorio de los parámetros del proceso ayuda a detectar tendencias y a identificar posibles problemas. Sin embargo, entre el muestreo y la entrega de un resultado transcurre un periodo de tiempo, y el muestreo ocasional conlleva el riesgo de no detectar un pico en la concentración. Por consiguiente, la monitorización continua advierte en tiempo sobre cualquier aumento de los niveles y ayuda a identificar las causas.

El analizador de la serie EZ1000 puede proporcionar una salida de señal estándar de 4-20 mA con procesamiento de alarmas, de manera que cualquier aumento de las concentraciones medidas se detecta de forma casi inmediata. Esto significa que se pueden emitir alarmas y adoptar medidas adecuadas de manera oportuna.

Caso práctico: VIA University College

En un proyecto de investigación y desarrollo financiado por la Agencia de Protección Medioambiental Danesa y gestionado por VIA University College, los investigadores están rediseñando por completo el tratamiento de aguas a través de un replanteamiento radical del proceso de producción de agua potable. Los socios de proyecto son Aarhus Water, VandcenterSyd, Vand & Teknik, Amphi-Bac, Dansk Kvartalsindustri y NIRAS. El objetivo del proyecto es crear infraestructuras hidráulicas compactas con las siguientes ventajas:

- mayor capacidad de tratamiento
- producción más eficiente
- tiempos de puesta en marcha menores
- ahorro de energía
- mejor calidad del agua

En Dinamarca, la red de suministro de agua potable se abastece de las aguas subterráneas, y la posición del gobierno es que el agua potable debe derivarse de aguas subterráneas puras que solo necesiten un tratamiento simple con aireación, un posible ajuste del pH y, seguidamente, la filtración antes de su distribución final. La filtración mediante arena se ha utilizado en Dinamarca durante más de 100 años. Los resultados del proyecto de desarrollo del filtro se comunicarán en el IWA World Water Congress que se celebrará en Dinamarca en 2020.

Los filtros de arena se utilizan a menudo en procesos de tratamiento de aguas en todo el mundo, para ayudar a eliminar patógenos y sólidos en suspensión y mejorar el color y el sabor, sin reactivos químicos adicionales. Para mantener el rendimiento óptimo de estos filtros, se realiza un retrolavado periódico para eliminar las partículas acumuladas y mejorar el caudal. No obstante, el proceso



El trabajo científico se llevó a cabo en Lundeværket, perteneciente a Vandcenter Syd, en Dinamarca, que es una planta de tratamiento de aguas típica del país nórdico.

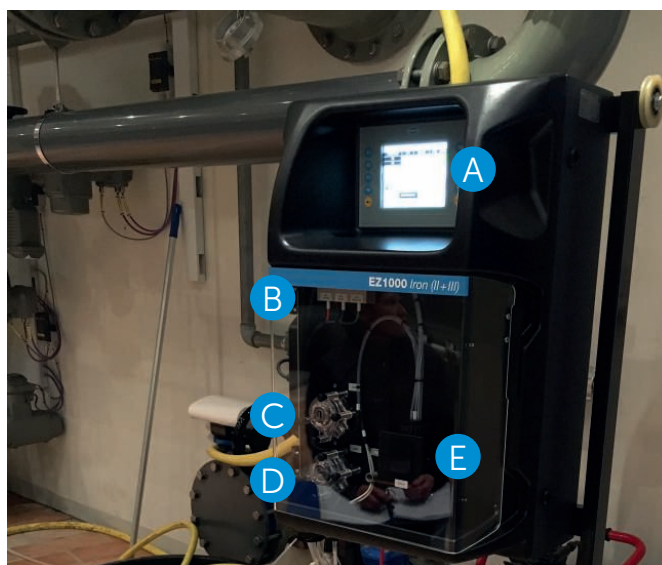
de retrolavado interrumpe el proceso de tratamiento. Por ello, es necesaria la monitorización para optimizar el rendimiento de la filtración. La turbidez y el caudal pueden monitorizarse de forma continua para proporcionar un indicador del rendimiento del filtro, pero el análisis químico permite un conocimiento más profundo de las condiciones del proceso.

En 2018, se implantó una nueva normativa sobre agua potable en Dinamarca para ceñirse a la normativa de la UE en lo relativo a los parámetros, la frecuencia de muestreo y los puntos de muestreo. Antes era necesario monitorizar tanto la salida de la depuradora (límite inferior) como el grifo del cliente. Tras armonizar la normativa con la UE, la monitorización se debe efectuar en el grifo del consumidor; los límites establecidos son de 0,2 mg/L para el hierro y 0,05 mg/L para el manganeso.

La práctica tradicional consistía en tomar muestras discretas ocasionales para el análisis en el laboratorio de un amplio rango de parámetros, incluidos hierro y manganeso. Cuando eliminar los contaminantes mediante el retrolavado no funciona, hay que sustituir el filtro, lo que requiere mucho tiempo y conlleva costosas interrupciones. Por consiguiente, tanto el rendimiento del filtro como la necesidad del retrolavado pueden evaluarse mediante la monitorización del avance del hierro y el manganeso en el filtro y en las distintas capas internas del filtro.

En el proyecto se están llevando a cabo mediciones en continuo tanto antes como después del filtro, empleando un EZ1024 de Hach para el hierro disuelto total (Fe[II] y Fe[III]) y un EZ1025 de Hach para el manganeso. Estos instrumentos se instalaron en noviembre de 2018 y toman muestras cuatro veces por hora. En un principio, ambos instrumentos se configuraron para tomar dos muestras desde la entrada del filtro y dos desde la salida cada hora, de forma ininterrumpida. Los resultados iniciales revelaron una buena correlación con los resultados de laboratorio comparables.

Loren Ramsay, Project manager Senior Associate Professor, afirma, desde el VIA University College: "La monitorización es un componente esencial de la investigación en el tratamiento del agua potable. Para que la monitorización sea correcta, debe estar compuesta de mediciones frecuentes en varias ubicaciones dentro del proceso de tratamiento. El uso de analizadores automáticos en continuo de hierro y manganeso con funciones multicanal se adapta perfectamente a nuestras necesidades. Estamos seguros de que los resultados de nuestro proyecto serán muy útiles para todo el sector del tratamiento del agua potable".



*Analizador de hierro (II+III) EZ1024 in situ
Componentes: A PC industrial de panel, B microbombas de alta precisión, C bomba de muestra, D bomba de drenaje, E fotómetro*

Resumen

Conforme avanzan las tecnologías de sensor, la monitorización continua y los sistemas de control en tiempo real están ayudando a optimizar una amplia gama de procesos de tratamiento dentro del sector del agua. Esto está ayudando a mejorar el rendimiento a la vez que reduce los costes. Tras el desarrollo de los analizadores en continuo de la serie EZ de Hach, ahora es posible optimizar el rendimiento de los filtros de arena en el tratamiento del agua potable, a fin de evitar el avance del hierro o el manganeso y de gestionar la sincronización de las operaciones de retrolavado de forma más eficaz. Además, tal y como ya ocurre en Dinamarca, la monitorización continua de manganeso y hierro permite el desarrollo de nuevos sistemas de filtración mejorados.