

Il monitoraggio continuo del ferro e del manganese ottimizza il funzionamento dei filtri

Problema

Le prestazioni dei filtri a sabbia nel processo di trattamento dell'acqua potabile possono essere valutate attraverso il monitoraggio del breakthrough di ferro e manganese. Tuttavia, il campionamento per le analisi di laboratorio comporta dei ritardi inaccettabili che impediscono una gestione efficiente dei filtri.

Soluzione

Gli analizzatori della serie EZ di Hach® sono in grado di misurare fino a otto canali su campioni diversi fornendo dati continui sulle concentrazioni di ferro o manganese. In Danimarca, i ricercatori stanno sfruttando questa capacità per ridefinire radicalmente il concetto di trattamento delle acque.

Vantaggi

Il monitoraggio continuo fornisce indicazioni più rapide e tempestive per eseguire il lavaggio in controflusso. La conseguente ottimizzazione del processo migliora i flussi, i tempi di inattività sono ridotti al minimo e protegge la qualità dell'acqua con risparmi sui costi. Si evitano anche possibili rischi per la qualità visibile dell'acqua e i ricercatori possono più facilmente valutare l'efficacia di nuovi filtri e nuove tecnologie.

I vantaggi offerti dalla tecnologia colorimetrica utilizzata nei fotometri da laboratorio e da campo di Hach sono ora disponibili anche negli analizzatori da processo. In questo modo agli utenti è possibile misurare un'ampia gamma di parametri 24 ore su 24, 7 giorni su 7. Il manganese e il ferro sono due dei parametri che ora è possibile tenere costantemente sotto controllo e in questo documento ci proponiamo di spiegare perché il loro monitoraggio è tanto importante.

Contesto

Il ferro e il manganese spesso coesistono nell'acqua di sorgente, come quella sotterranea, ma le concentrazioni di manganese sono solitamente molto inferiori.

Il manganese, presente naturalmente nel terreno e nella maggior parte delle acque di superficie e sotterranee, è un elemento essenziale per molti organismi viventi in quanto contribuisce al corretto funzionamento degli enzimi. Gli alimenti costituiscono la principale fonte di manganese per gli esseri umani. L'assorbimento di manganese nel tratto gastrointestinale è regolato dal corpo che ne mantiene l'omeostasi: pertanto, la tossicità di questo elemento assunto per via orale è generalmente considerata molto scarsa. Tuttavia, alla luce delle recenti ricerche, il valore guida per il manganese contenuto nell'acqua potabile è oggetto di un dibattito continuo.



25

Mn

54.938

Manganese

26

Fe

55.847

Ferro

Il ferro è un metallo molto abbondante nella crosta terrestre, dove è principalmente presente sotto forma di ossidi. Gli ioni di ferro Fe^{2+} e Fe^{3+} si combinano facilmente con composti contenenti ossigeno e zolfo formando ossidi, idrossidi, carbonati e solfuri. Il ferro è un oligoelemento essenziale che svolge una funzione fondamentale per la sintesi dell'emoglobina e degli enzimi.

La concentrazione di ferro nei fiumi è solitamente bassa, nell'ordine di 0,7 mg/L. Nelle acque sotterranee anaerobiche, dove il ferro è presente sotto forma di Fe^{2+} , le concentrazioni sono generalmente di 0,5 - 10 mg/L, ma possono raggiungere fino a 50 mg/L. In genere, i livelli di ferro nell'acqua potabile non superano gli 0,3 mg/L, ma la loro concentrazione può essere più elevata nei paesi in cui i sali di ferro sono utilizzati come coagulanti negli impianti di trattamento delle acque e laddove le tubature delle reti di distribuzione sono realizzate in ghisa, acciaio e ferro zincato.

5 motivi per cui è importante il monitoraggio

Lamentele

L'alterazione del colore, il gusto sgradevole e le macchie causate dall'acqua corrente sono tra le cause più frequenti delle lamentele dei cittadini. La gestione di queste lamentele e l'attuazione delle necessarie indagini e azioni correttive possono rivelarsi estremamente costose. Il monitoraggio dei livelli di torbidità può generare allarmi che permettono di intervenire per deviare l'acqua torbida dalla rete di distribuzione. Poiché la torbidità può essere causata da numerosi fattori, il monitoraggio consente di identificare le cause e adottare le misure di contenimento appropriate.

Salute

Il ferro e il manganese non comportano pericoli per la salute, ma vi sono rischi associati ai batteri che determinano un aumento delle concentrazioni di ferro dovute alla corrosione. Per gli esseri umani, la dose letale di ferro è di 200-250 mg per kg di peso corporeo, un valore che provoca gravi emorragie gastrointestinali. Il ferro, tuttavia, ha raramente effetti tossici e l'assunzione di questo elemento attraverso l'acqua potabile è solitamente troppo modesta per destare preoccupazioni per la salute umana. Poiché gli ossidi di ferro svolgono un'efficace azione sequestrante di metalli e semi-metalli, possono comunque determinare un incremento dei livelli di arsenico.

Conformità alle normative

Per molte organizzazioni, tra cui fornitori di acqua potabile e operatori dell'industria delle bevande, sussiste l'obbligo normativo di garantire che i livelli di ferro e manganese non superino le concentrazioni massime specificate.

La Direttiva europea sull'acqua potabile 98/83/CE del 3 novembre 1998 che stabilisce gli standard qualitativi dell'acqua destinata al consumo umano recita quanto segue: "Ai fini dell'osservanza dei requisiti minimi previsti dalla presente direttiva, le acque destinate al consumo umano sono salubri e pulite se: (a) non contengono microrganismi e parassiti, né altre sostanze, in quantità o concentrazioni tali da rappresentare un potenziale pericolo per la salute umana e (b) soddisfano i requisiti minimi di cui alle Parti A e B dell'Allegato I. Nella Parte C dell'Allegato 1, "Parametri indicatori", la Direttiva stabilisce uno standard di 0,05 mg/L per il manganese e di 0,2 mg/L per il ferro. Gran parte dei predetti parametri indicatori, tuttavia, sono stati successivamente

spostati nell'Allegato IV relativo alle informazioni da fornire ai consumatori. La motivazione alla base di questa scelta è che i parametri indicatori non forniscono informazioni connesse alla salute ma, piuttosto, informazioni che interessano i consumatori e che riguardano, ad esempio, il gusto, il colore e la durezza.

Le autorizzazioni allo scarico degli impianti di trattamento delle acque reflue prevedono anche dei limiti massimi per il ferro (spesso come ferro totale) nel caso in cui vengano utilizzati sali di ferro come coagulanti nel processo di rimozione del fosfato.

Negli Stati Uniti, l'Agenzia per la protezione dell'ambiente (EPA, Environmental Protection Agency) ha stabilito i livelli massimi dei contaminanti secondari (SMCL, Secondary Maximum Contaminant Level) per le sostanze che influiscono sull'aspetto estetico dell'acqua potabile ma non costituiscono un rischio per la salute umana. Poiché gli standard SMCL non sono applicabili a livello federale, le strutture pubbliche di trattamento delle acque non sono tenute a monitorarli, a meno che ciò non venga imposto a livello statale.

Il limite SMCL per il ferro è di 0,3 mg/L e, tra i potenziali problemi visibili, si segnalano il colore ruggine, i sedimenti, il gusto metallico e la formazione di macchie rossastre o arancioni. Il limite SMCL per il manganese è di 0,05 mg/L e, tra i potenziali problemi estetici, si segnalano il colore marrone tendente al nero, la formazione di macchie nere e un gusto amaro metallico.

L'EPA statunitense ritiene che la presenza di questi contaminanti in concentrazioni superiori agli standard può indurre le persone a non bere l'acqua della rete idrica pubblica anche se sicura e potabile. Gli standard secondari hanno pertanto lo scopo di fornire alle reti idriche pubbliche alcune indicazioni per la riduzione delle concentrazioni di tali elementi chimici sotto un livello ritenuto accettabile dalla maggior parte degli utenti.

È anche importante notare che i succitati problemi di natura estetica possono indurre il bestiame e altri animali ad astenersi dal bere.

Incrostazione e corrosione

Le tubature e le strutture in ghisa degli impianti industriali che utilizzano vapore o acqua di raffreddamento sono soggette a diversi meccanismi di corrosione. La corrosione meccanica e chimica può staccare e sciogliere il ferro sulle superfici di acciaio, il quale è libero di depositarsi in altri punti del sistema di gestione dell'acqua causando ulteriore corrosione.

Riduzione dei costi delle sostanze chimiche

Per gli impianti di trattamento dell'acqua che utilizzano i sali di ferro come coagulanti, il costo delle sostanze chimiche può incidere sensibilmente sul bilancio. Sebbene sia importante impiegare una quantità di coagulanti sufficiente per rimuovere efficacemente le particelle solide, è altrettanto necessario non eccedere nel dosaggio per evitare il sovraccarico dei filtri e l'eventuale presenza di sali di ferro residui nell'acqua, che potrebbero comportare uno spreco di denaro.

Funzionamento del monitoraggio continuo

Gli analizzatori della serie EZ utilizzano tecnologie colorimetriche online per fornire una misura precisa e affidabile dei parametri chiave della qualità dell'acqua. Le funzionalità intelligenti automatizzate contribuiscono a migliorare le prestazioni analitiche, minimizzare i tempi di inattività ed eliminare quasi completamente l'intervento dell'operatore. La pulizia è automatica, mentre le frequenze di calibrazione e convalida possono essere impostate dall'utente. I prodotti della serie EZ1000 sono in grado di misurare fino a un massimo di otto flussi consecutivamente. Tale caratteristica, che deve essere specificata al momento dell'ordinazione, riduce il costo per punto di campionamento.

L'analizzatore di ferro EZ1000 utilizza il reagente TPTZ, che conferisce un'intensa colorazione blu-viola al campione e consente di misurare il ferro disciolto Fe(II), Fe(III) e il ferro disciolto totale Fe(II+III), con un tempo di ciclo di 15 minuti e un range di misura di 0-1 mg/L.

L'analizzatore di manganese EZ1000 misura il manganese disciolto Mn(II) mediante il metodo con formaldeossina a 450 nm, con un range di misura di 0-1 mg/L Mn e un tempo di ciclo di 10 minuti. I clienti che desiderano misurare anche il manganese totale, possono optare per l'analizzatore di manganese EZ2000, il quale è dotato di un'unità interna di digestione del campione che prevede un'ulteriore fase prima dell'analisi, finalizzata alla misurazione delle specie metalliche complessate o non solubili.

Vantaggi del monitoraggio continuo

In generale, l'analisi di laboratorio dei parametri di processo permette di rilevare le tendenze e identificare potenziali problemi. Tuttavia, intercorre sempre un intervallo di tempo tra la raccolta di un campione e l'esito dell'analisi e il prelievo sporadico di campioni può comportare il rischio che non venga rilevato un eventuale picco di concentrazione. Il monitoraggio continuo fornisce segnalazioni più tempestive di possibili aumenti dei livelli e consente, pertanto, di identificarne le cause.

L'analizzatore della serie EZ1000 è dotato di un'uscita segnali standard da 4-20 mA con elaborazione degli allarmi che permette di rilevare quasi immediatamente eventuali incrementi nelle concentrazioni misurate. In questo modo è possibile altresì adottare tempestivamente le misure appropriate.

Case study: VIA University College

Nell'ambito di un progetto di ricerca e sviluppo finanziato dall'Agenzia danese per la protezione dell'ambiente e gestito dal VIA University College, i ricercatori stanno riprogettando completamente il sistema di trattamento delle acque partendo da un concetto radicalmente nuovo del processo di produzione dell'acqua potabile. Tra i partner del progetto figurano Aarhus Water, VandcenterSyd, Vand & Teknik, Amphi-Bac, Dansk Kvarterindustri e NIRAS. L'obiettivo del progetto è quello di sviluppare impianti idrici compatti caratterizzati da:

- maggiore capacità di trattamento
- maggiore efficienza produttiva
- tempi di messa in servizio più rapidi
- risparmi sui costi energetici
- migliore qualità dell'acqua

In Danimarca, l'acqua potabile proviene essenzialmente dalle acque freatiche. La posizione del governo è quella secondo cui l'acqua potabile deve essere estratta da acque sotterranee pure, che necessitano soltanto di un trattamento minimo di aerazione, regolazione del pH, ove necessaria, e filtrazione prima della distribuzione. Il sistema di filtrazione a sabbia viene utilizzato in Danimarca da oltre 100 anni e i risultati del progetto in corso saranno presentati all'IWA Water Congress che si terrà in Danimarca nel 2020.

I filtri a sabbia, diffusamente impiegati negli impianti di trattamento delle acque di tutto il mondo, consentono di rimuovere solidi sospesi e patogeni, migliorando il sapore e il colore senza necessità di aggiungere sostanze chimiche. Il funzionamento ottimale dei filtri è assicurato grazie al regolare lavaggio in controflusso, che permette di rimuovere



L'attività scientifica è stata condotta a Lundevej, un tipico impianto idrico danese che fa parte dell'azienda Vandcenter Syd.

Ferro e manganese nell'acqua potabile

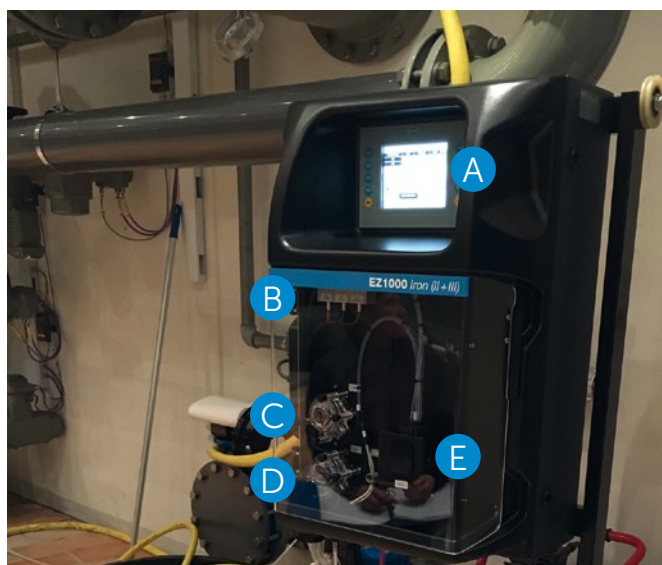
l'accumulo delle particelle e migliorare la portata. Tuttavia, poiché il lavaggio in controflusso interrompe il trattamento dell'acqua, è necessario monitorare il processo per ottimizzare i risultati della filtrazione. La torbidità e la portata possono essere monitorate costantemente per ottenere un'indicazione del funzionamento dei filtri, ma l'analisi chimica fornisce informazioni più dettagliate sull'effettiva qualità del processo.

Nel 2018, in Danimarca è stata introdotta una nuova normativa sull'acqua potabile per allinearsi alle prescrizioni UE in materia di parametri, frequenza e punti di campionamento. In precedenza, era necessario controllare i valori sia nei punti di erogazione degli impianti idrici (limite inferiore) sia all'uscita dal rubinetto nelle case dei consumatori. A seguito dell'allineamento alla normativa UE, il monitoraggio deve essere effettuato all'uscita dal rubinetto e i limiti fissati sono 0,2 mg/L per il ferro e 0,05 mg/L per il manganese.

La prassi tradizionale consisteva nel prelievo sporadico di campioni istantanei per l'analisi di laboratorio di una serie di parametri, tra cui il ferro e il manganese. La mancata rimozione dei contaminanti mediante lavaggio in controflusso comportava la necessità di sostituire il filtro, con conseguenti perdite di tempo e costose interruzioni dell'attività operativa. Il funzionamento del filtro e la necessità di utilizzare procedure di lavaggio in controflusso possono essere quindi valutati monitorando il breakthrough del ferro e del manganese nel filtro e nei suoi vari strati.

Il progetto prevede misure continue sia prima che dopo il filtro mediante un analizzatore EZ1024 per il ferro disciolto totale (Fe(II) e Fe(III)) e un analizzatore EZ1025 per il manganese. Questi strumenti sono stati installati nel novembre 2018 per raccogliere campioni quattro volte ogni ora. Ogni strumento era stato inizialmente impostato per prelevare due campioni all'ingresso del filtro e due all'uscita ogni ora, 24 ore al giorno, 7 giorni su 7. Gli esiti iniziali hanno mostrato una buona correlazione con i risultati di laboratorio comparabili.

Il project manager e Senior Associate Professor del VIA University College, Loren Ramsay, afferma: "Il monitoraggio rappresenta una componente essenziale della ricerca sul trattamento dell'acqua potabile. Per garantire un corretto monitoraggio, è necessario che vengano eseguite misurazioni frequenti in diversi punti del processo di trattamento. L'utilizzo di analizzatori automatici online di ferro e manganese, dotati di funzionalità multicanale, risponde perfettamente alle nostre esigenze. Siamo fiduciosi che i risultati del nostro progetto possano essere di grande utilità per tutta l'industria del trattamento dell'acqua potabile."



Analizzatore di ferro (II+III) EZ1024 in loco
Componenti: **A** pannello PC industriale, **B** micropompe ad alta precisione, **C** pompa campione, **D** pompa di scarico, **E** fotometro

Riepilogo

Via via che le tecnologie dei sensori si evolvono, il monitoraggio continuo e i sistemi di controllo in tempo reale contribuiscono a ottimizzare un'ampia gamma di processi nel settore delle acque. Ciò consente di migliorare le prestazioni e ridurre i costi. Grazie allo sviluppo degli analizzatori in continuo della serie EZ di Hach, ora è possibile ottimizzare le prestazioni dei filtri a sabbia nei processi di trattamento dell'acqua potabile, impedire il breakthrough di ferro e manganese e gestire in maniera più efficiente la tempistica delle operazioni di lavaggio in controflusso. Inoltre, come nel caso della Danimarca, il monitoraggio continuo del manganese e del ferro permette lo sviluppo di nuovi sistemi di filtrazione più avanzati.