

La surveillance continue du fer et du manganèse optimise les performances des filtres

Problème

Les performances des filtres à sable dans le traitement de l'eau potable peuvent être évaluées en surveillant les hausses anormales de fer et de manganèse. Cependant, l'échantillonnage réalisé pour procéder à une analyse de laboratoire entraîne des retards inacceptables qui empêchent une gestion efficace des filtres.

Solution

Les analyseurs de la série EZ de Hach® sont capables de mesurer jusqu'à huit voies d'échantillons, et fournissent des données continues sur le fer ou le manganèse. Des chercheurs du Danemark exploitent cette fonctionnalité pour repenser radicalement le traitement des eaux.

Avantages

La surveillance continue permet d'avertir rapidement et de manière opportune de la nécessité d'un lavage à contre-courant du filtre. Cela permet d'optimiser les procédés, en améliorant le débit, en réduisant au maximum les temps d'arrêt, en protégeant la qualité de l'eau et en optimisant les coûts. Les risques potentiels quant à la qualité visuelle de l'eau sont évités et les chercheurs sont plus en mesure d'évaluer les performances technologiques des filtres.

Les avantages de la technologie colorimétrique employée par les photomètres de laboratoire et de terrain de Hach se retrouvent désormais également dans les analyseurs en ligne, offrant ainsi aux utilisateurs la possibilité de mesurer une grande variété de paramètres 24 h/24 et 7 j/7. Deux des paramètres qui peuvent maintenant être surveillés en continu sont le manganèse et le fer. Le texte suivant explique pourquoi la surveillance de ces paramètres est importante.

Contexte

Le fer et le manganèse existent souvent ensemble dans l'eau de source, comme les eaux souterraines, mais le manganèse se trouve généralement dans des concentrations beaucoup plus faibles.

Naturellement présent dans le sol et dans la plupart des sources d'eaux de surface et souterraines, le manganèse est un élément essentiel pour de nombreux organismes vivants en raison de son rôle dans la fonction des enzymes. Pour les humains, la plus grande source de manganèse se trouve généralement dans la nourriture. Toutefois, son absorption dans le tube digestif est régulée par le corps pour aider à maintenir l'homéostasie du manganèse. Le manganèse pris par voie orale est généralement considéré comme l'un des éléments les moins toxiques. Néanmoins, suite à des recherches récentes, la teneur en manganèse dans l'eau potable fait l'objet d'un débat persistant.



25

Mn

54,938

Manganèse

26

Fe

55,847

Fer

Le fer est un métal abondant dans la croûte terrestre, qui existe principalement sous forme d'oxydes. Les ions de fer Fe^{2+} et Fe^{3+} se combinent facilement aux composés contenant de l'oxygène et du soufre pour former des oxydes, des hydroxydes, des carbonates et des sulfures. Le fer est également un élément trace essentiel qui joue un rôle primordial dans le sang et les enzymes.

La concentration en fer dans les rivières est généralement faible, à savoir moins de 0,7 mg/L. Dans les eaux souterraines anaérobies où le fer est présent sous forme de concentrations Fe^{2+} , celles-ci sont généralement comprises entre 0,5 et 10 mg/L, mais il est possible d'observer des concentrations allant jusqu'à 50 mg/L. En France, la limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine est de 0,2 mg-Fe/l. Cette limite peut être difficile à respecter lorsque des sels de fer sont utilisés comme réactifs dans les stations de traitement des eaux et où le réseau de distribution se compose de tuyaux en fonte, en acier et en fer galvanisé.

5 raisons de surveiller

Plaintes

Le mauvais goût et la coloration de l'eau du robinet sont les motifs de plaintes les plus fréquents des consommateurs. La gestion de ces plaintes, ainsi que la mise en œuvre d'enquêtes et de mesures correctives, peuvent s'avérer très onéreuses. Les indicateurs de turbidité peuvent aider à déclencher des alarmes afin de pouvoir détourner l'eau trouble du réseau de distribution. Cependant cette turbidité peut être causée par un large éventail de problèmes, tandis que les niveaux élevés de fer et de manganèse résultent de problèmes spécifiques. La surveillance peut donc aider à identifier les causes et à engager les mesures d'atténuation appropriées.

Santé

Les risques du fer et du manganèse sur la santé sont faibles, cependant il existe des risques associés à l'augmentation des concentrations de fer dues à la corrosion. Chez l'homme, la dose mortelle de fer se situe entre 200 et 250 mg/kg du poids corporel, auquel cas elle provoque une hémorragie gastro-intestinale importante. Toutefois, la toxicité du fer est rare et la teneur en fer de l'eau potable est généralement trop faible pour causer des problèmes de santé. Les oxydes de fer sont néanmoins connus pour réduire de manière efficace les métaux et les semi-métaux, et peuvent être responsables d'une augmentation des niveaux d'arsenic.

Réglementations

La réglementation impose à de nombreuses entreprises (y compris les fournisseurs d'eau potable et l'industrie des boissons) de s'assurer que les niveaux de fer et de manganèse ne dépassent pas les concentrations maximales spécifiées.

La directive européenne 98/83/CE du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine stipule : « Pour satisfaire aux exigences minimales de la présente directive, les eaux destinées à la consommation humaine sont salubres et propres si elles : a) ne contiennent pas un nombre ou une concentration de micro-organismes, de parasites ou de toutes autres substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes, et (b) sont conformes aux exigences minimales spécifiées à l'annexe I, parties A et B. » Dans l'annexe I de la Directive, la partie C « Paramètres indicateurs » indique une norme de 0,05 mg/L pour le manganèse et de 0,2 mg/L pour le fer. Toutefois, la

plupart des anciens paramètres indicateurs ont depuis été déplacés dans l'annexe IV, qui porte sur les informations destinées aux consommateurs. Cela s'explique par le fait que les paramètres indicateurs ne fournissent pas d'informations relatives à l'état de santé, mais plutôt des informations présentant un intérêt pour les consommateurs (telles que le goût, la couleur et la dureté).

Les normes de rejet dans les stations de traitement des eaux usées comportent parfois des limites pour le fer (souvent en tant que fer total) lorsqu'elles utilisent des sels de fer comme réactifs pour l'élimination du phosphate.

Aux Etats-Unis, la United States Environmental Protection Agency (US EPA) a établi des niveaux de contaminants maximum secondaires (SMCL) pour les contaminants qui affectent l'apparence de l'eau potable mais ne présentent pas de risque pour la santé humaine. Les SMCL ne sont pas exécutoires au niveau fédéral. Par conséquent, les installations publiques de traitement des eaux n'ont pas nécessairement l'obligation de les contrôler, sauf si cela est imposé par l'Etat.

Le SMCL pour le fer est de 0,3 mg/L, les problèmes esthétiques potentiels indiqués étant une couleur rouille, des sédiments, un goût métallique et une coloration rougeâtre ou orange. Le SMCL pour le manganèse est de 0,05 mg/L, les problèmes esthétiques potentiels indiqués étant une couleur noire à marron, une coloration noire et un goût métallique amer.

L'US EPA estime que si ces contaminants sont présents dans l'eau à des niveaux supérieurs aux normes, ils peuvent entraîner l'arrêt de la consommation d'eau provenant du système public de distribution, même si l'eau est réellement potable. Des normes secondaires sont donc définies pour donner des conseils aux services publics des eaux concernant la réduction de ces produits chimiques jusqu'à des niveaux inférieurs jugés par la plupart des usagers comme imperceptibles.

Il est également important de noter qu'en raison des problèmes esthétiques répertoriés ci-dessus, le bétail et les autres animaux sont susceptibles de s'abstenir de boire.

Entartrage et corrosion

Les tuyaux et équipements en fonte utilisés dans les installations industrielles manipulant de la vapeur ou de l'eau de refroidissement sont sensibles à plusieurs mécanismes de corrosion. La corrosion mécanique et chimique peut enlever et dissoudre le fer des surfaces en acier, et ce fer détaché peut se déposer sur les surfaces à d'autres endroits du système de traitement des eaux, induisant une corrosion supplémentaire.

Réduction des coûts liés aux produits chimiques

Pour les stations de traitement des eaux qui utilisent des sels de fer comme réactifs, ces produits chimiques peuvent représenter un coût significatif. Par conséquent, bien qu'il soit important de déployer suffisamment de réactifs pour éliminer efficacement les solides, il est également nécessaire de ne pas surdoser, car cela pourrait surcharger les filtres et laisser des résidus de sels de fer dans l'eau, représentant ainsi un gaspillage d'argent.

Fonctionnement de la surveillance continue

Les analyseurs de la série EZ utilisent des technologies colorimétriques en ligne pour mesurer avec précision et fiabilité les principaux paramètres de qualité de l'eau. Des fonctions intelligentes et automatisées contribuent à améliorer les performances analytiques, à réduire les temps d'arrêt et à minimiser les interventions de l'opérateur. Le nettoyage est automatique et la fréquence d'étalonnage et de validation peut être définie par l'utilisateur. La série EZ1000 permet de mesurer jusqu'à 8 voies en simultané. Cela réduit le coût par point d'échantillonnage, mais doit être spécifié au moment de la commande.

L'analyseur de fer EZ1000 utilise le réactif TPTZ pour créer une réaction d'une couleur bleu foncé-violet qui permet de mesurer le fer dissous Fe(II), Fe(III) et le fer dissous total Fe(II+III), avec une durée de cycle de 15 minutes et une plage de mesure de 0 - 1 mg/L.

L'analyseur de manganèse EZ1000 mesure le manganèse dissous Mn(II), à l'aide de la méthode au formaldoxime à 450 nm, avec une plage de mesure de 0 - 1 mg/L Mn et une durée de cycle de 10 minutes. Toutefois, les clients qui souhaitent également mesurer le manganèse total sont susceptibles de choisir l'analyseur de manganèse EZ2000, doté d'une unité interne de digestion d'échantillon. Il permet donc de réaliser une étape supplémentaire avant l'analyse afin de mesurer les espèces métalliques non solubles ou complexes.

Les avantages de la surveillance continue

En général, l'analyse de laboratoire des paramètres du procédé permet de détecter les tendances et d'identifier les problèmes potentiels. Il existe toutefois un délai entre l'échantillonnage et l'obtention d'un résultat, ainsi que des risques occasionnels que l'échantillonnage passe à côté d'un pic de concentration. La surveillance continue fournit donc un avertissement plus rapide en cas de niveaux élevés et permet d'identifier les causes.

L'analyseur de série EZ1000 peut fournir une sortie de signal 4 - 20 mA standard avec traitement d'alarme, permettant ainsi de détecter presque immédiatement toute augmentation des concentrations mesurées. Cela signifie que des alarmes peuvent être déclenchées et que des mesures appropriées et opportunes peuvent être mises en œuvre.

Etude de cas : VIA University College

Dans le cadre d'un projet de recherche et développement financé par l'agence danoise de protection de l'environnement et géré par VIA University College, les chercheurs redéfinissent actuellement le traitement de l'eau en repensant radicalement le procédé de production d'eau potable. Parmi les partenaires du projet, on trouve Aarhus Water, VandcenterSyd, Vand & Teknik, Amphi-Bac, Dansk Kvartindustri et NIRAS. L'objectif de ce projet est de créer des stations hydrauliques compactes dotées :

- d'une plus grande capacité de traitement
- d'une production plus efficace
- de délais de démarrage plus courts
- d'économies d'énergie
- d'une amélioration de la qualité de l'eau

Au Danemark, l'approvisionnement en eau potable s'effectue à partir des eaux souterraines. La position du gouvernement est que l'eau potable devrait être dérivée d'eaux souterraines pures qui nécessitent uniquement un traitement simple avec de l'aération, un éventuel ajustement du pH, puis une filtration avant distribution. La filtration au sable est utilisée depuis plus de 100 ans, et les résultats du projet de développement des filtres seront communiqués lors du Congrès de l'eau de l'IWA (au Danemark) en 2020.

Les filtres à sable sont couramment utilisés dans des stations de traitement des eaux du monde entier, permettant d'éliminer les solides en suspension et les agents pathogènes, tout



Les travaux scientifiques ont été réalisés à Lundeværket, qui fait partie de Vandcenter Syd (Danemark), une station de traitement des eaux danoise classique.

Du fer et du manganèse dans l'eau potable

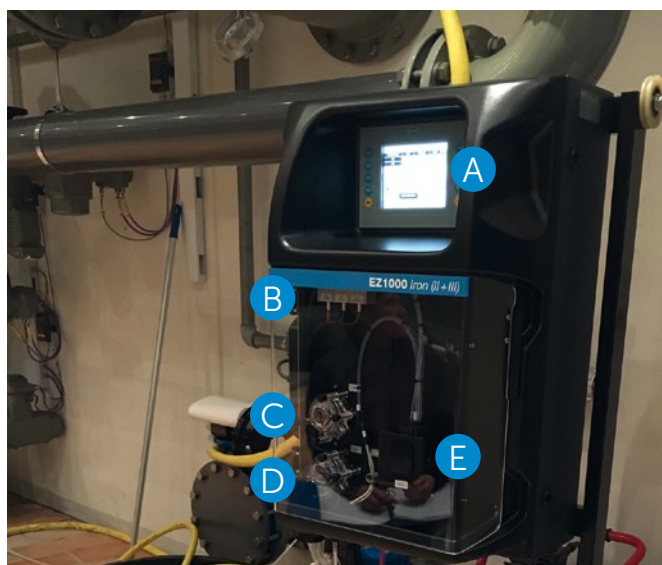
en améliorant le goût et la couleur, sans ajout de produits chimiques. Les performances optimales de ces filtres sont maintenues grâce à un lavage à contre-courant régulier afin d'éliminer les particules accumulées et d'améliorer les débits. Cependant, le procédé de lavage à contre-courant interrompt le processus de traitement. La surveillance est donc nécessaire pour optimiser les performances de filtration. La turbidité et le débit peuvent être surveillés en continu afin d'obtenir une indication sur les performances du filtre, mais une analyse chimique permet d'avoir une meilleure visibilité sur les conditions de fonctionnement.

En 2018, une nouvelle réglementation sur l'eau potable a été mise en place au Danemark afin de s'aligner sur la réglementation européenne pour les paramètres, la fréquence d'échantillonnage et les sites d'échantillonnage. Auparavant, il était nécessaire d'effectuer une surveillance à la fois au niveau de la sortie de la station de traitement des eaux (limite inférieure) et au robinet du consommateur. Depuis l'alignement sur la réglementation de l'UE, une surveillance est requise au niveau du robinet du consommateur selon les limites suivantes : fer 0,2 mg/L, manganèse 0,05 mg/L.

Cette surveillance consiste habituellement à prélever occasionnellement des échantillons ponctuels pour procéder à l'analyse de laboratoire d'une série de paramètres, notamment le fer et le manganèse. Les performances du filtre et la nécessité d'un lavage à contre-courant peuvent être évaluées en surveillant toute hausse anormale de fer et de manganèse dans le filtre, ainsi que dans les différentes couches du filtre.

Ce projet procède à des mesures en ligne continues avant et après la filtration à l'aide d'un Hach EZ1024 pour déterminer le fer dissous total (Fe(II) et Fe(III)) et d'un Hach EZ1025 pour mesurer le manganèse. Ces instruments ont été installés en novembre 2018, prélevant des échantillons quatre fois par heure. Au départ, chaque instrument a été configuré pour prélever deux échantillons au niveau de l'entrée du filtre et deux au niveau de sa sortie toutes les heures, 24 h/24 et 7 j/7. Les résultats initiaux montrent une bonne corrélation avec des résultats de laboratoire.

D'après Loren Ramsay, chef du projet et professeur agrégé associé de VIA University College : « La surveillance est un élément essentiel de la recherche concernant le traitement de l'eau potable. Pour que cette surveillance soit correcte, elle doit comporter des mesures fréquentes à plusieurs endroits du processus de traitement. L'utilisation d'analyseurs automatiques de fer et de manganèse en ligne aux fonctions multicanaux répond parfaitement à nos besoins. »



Analyseur de fer (II+III) EZ1024 sur site
Composants : **A** panneau PC industriel, **B** micropompes de haute précision, **C** pompe d'échantillonnage, **D** pompe de vidange, **E** photomètre

Résumé

Au fil des progrès technologiques réalisés en matière de capteurs, les systèmes de surveillance continue et de contrôle en temps réel permettent d'optimiser un large éventail de processus de traitement dans le secteur de l'eau. Cela permet d'améliorer les performances tout en réduisant les coûts. Suite au développement des analyseurs continus de la série EZ de Hach, il est désormais possible d'optimiser les performances des filtres à sable dans le traitement de l'eau potable, d'empêcher des hausses anormales de fer et de manganèse et de gérer plus efficacement la planification du lavage à contre-courant. De plus, comme c'est le cas au Danemark, la surveillance continue du manganèse et du fer permet l'élaboration de nouveaux systèmes de filtration améliorés.