

Pomiar online żelaza i manganu pozwala zoptymalizować wydajność filtrów

Problem

Skuteczność filtrów piaskowych w uzdatnianiu wody pitnej można ocenić poprzez monitorowanie przebiegu żelaza i manganu. Jednakże pobieranie próbek do analizy laboratoryjnej powoduje niedopuszczalne opóźnienia, które uniemożliwiają efektywne zarządzanie filtrami.

Rozwiązanie

Seria EZ umożliwia jednoczesny pomiar online żelaza i manganu do ośmiu strumieni próbek. Badacze z Danii wykorzystują to rozwiązanie, aby radykalnie zmodyfikować proces uzdatniania wody.

Zalety

Pomiar online zapewnia szybkie i wczesne wykrywanie oraz ostrzeganie o konieczności wykonania płukania zwrotnego filtra. Dzięki temu możliwa jest optymalizacja procesów, usprawnianie przepływu, minimalizowanie przestojów, zapewnienie odpowiedniej jakości wody i obniżanie kosztów. Pozwala to uniknąć ryzyka związanego z obniżeniem walorów estetycznych wody, a badacze są w stanie lepiej ocenić nowe filtry / technologie.

Zalety technologii kolorymetrycznej zastosowanej w fotometrach laboratoryjnych i terenowych firmy Hach są teraz dostępne również w analizatorach online, co daje użytkownikom możliwość wykonywania pomiarów szerokiego spektrum parametrów przez całą dobę, siedem dni w tygodniu. Dzięki temu możliwe stało się ciągłe monitorowanie poziomu manganu i żelaza w wodzie pitnej. Poniższy artykuł wyjaśni, dlaczego monitorowanie tych dwóch parametrów jest tak istotne.

Podstawowe informacje

Zarówno żelazo, jak i mangan, występują bardzo często w wodzie źródłowej, takiej jak wody gruntowe, jednakże mangan zwykle w znacznie mniejszym stężeniu.

Mangan, występujący naturalnie w glebie i większości wód powierzchniowych, jest niezbędny do życia wielu organizmów ze względu na swoją rolę w funkcjonowaniu enzymów. Dla ludzi największym źródłem manganu jest zazwyczaj jedzenie. Wprawdzie wchłanianie manganu w przewodzie pokarmowym jest regulowane przez organizm w celu utrzymania homeostazy manganowej, a mangan przyjmowany doustnie jest na ogół uważany za jeden z mniej toksycznych pierwiastków. Niemniej jednak w świetle ostatnich badań odpowiednia zawartość manganu w wodzie pitnej jest przedmiotem toczącej się debaty.



25

Mn

54,938

Mangan

26

Fe

55,847

Żelazo

Żelazo to metal obficie występujący w skorupie ziemskiej, głównie w postaci tlenków. Jony żelaza Fe^{2+} i Fe^{3+} z łatwością łączą się ze związkami zawierającymi tlen i siarkę, tworząc tlenki, wodorotlenki, węglany i siarczki. Żelazo jest również ważnym mikroelementem, pełniącym kluczowe funkcje we krwi oraz enzymach.

Stężenie żelaza w rzekach jest zazwyczaj niskie i wynosi 0,7 mg/L. W beztlenowej wodzie gruntowej, gdzie żelazo występuje w postaci Fe^{2+} , stężenia tego związku wynoszą zazwyczaj 0,5 - 10 mg/L, ale możliwe są poziomy do 50 mg/L. Stężenie żelaza w wodzie pitnej utrzymuje się zwykle poniżej 0,3 mg/L, ale może być wyższe w krajach, w których używa się soli żelaza jako środków koagulujących w zakładach uzdatniania wody oraz w których w sieci dystrybucyjnej używane są rury wykonane z żeliwa, stali i żelaza ocynkowanego.

5 powodów, dla których warto monitorować poziomy tych metali

Skargi

Zabarwienie i zły smak wody z kranu to najczęstsze przyczyny skarg użytkowników dotyczących wody pitnej. Obsługa tych skarg oraz wdrażanie dochodzeń i środków zaradczych mogą być bardzo kosztowne. Systemy monitorujące mętność mogą pomóc we wczesnym wykryciu zmętnienia wody i wycofaniu jej z sieci dystrybucyjnej. Jednakże zmętnienie może być spowodowane wieloma czynnikami, m.in. podwyższonymi poziomami żelaza i manganu, które wywoływane są przez zupełnie inne przyczyny. Z tego względu monitorowanie tych poziomów jest tak istotne i może pomóc w efektywniejszym wczesnym wykrywaniu i zapobieganiu zmętnieniu.

Zdrowie

Ryzyko dla zdrowia związane z występowaniem żelaza i manganu jest niewielkie, jednakże bakterie powodujące wzrost stężenia żelaza w wyniku korozji są już niebezpieczne. Dla człowieka śmiertelna dawka żelaza wynosi około 200 - 250 mg/kg masy ciała, co powoduje rozległy krwotok przewodu pokarmowego. Toksyczność żelaza to rzadkie zjawisko, a jego stężenie podczas spożywania wody pitnej jest zazwyczaj zbyt niskie, aby odbić się na zdrowiu. Chociaż tlenki żelaza są skutecznymi zmiataczami metali i półmetali, to mogą być również odpowiedzialne za zwiększenie stężenia arsenu.

Przepisy

Dla wielu organizacji (w tym dostawców wody pitnej i przemysłu napojów) ustalono wymóg prawny określający nieprzekraczalną granicę maksymalnego stężenia żelaza i manganu.

Dyrektywa Rady UE 98/83/WE z dnia 3 listopada 1998 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi głosi: „W celu spełnienia minimalnych wymagań niniejszej dyrektywy woda przeznaczona do spożycia przez ludzi jest czysta i zdatna do użycia, jeśli: (a) jest wolna od wszelkich mikroorganizmów i pasożytów oraz wszelkich substancji, które w ilościach lub stężeniach stanowią potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzkiego; oraz (b) spełnia minimalne wymagania przedstawione w załączniku I, części A i B”. W załączniku I, część C „Parametry wskaźników” znajduje się zapis o normie stężenia manganu wynoszącej

0,05 mg/L oraz żelaza na poziomie 0,2 mg/L. Większość parametrów wskaźników została przeniesiona do załącznika IV, który odnosi się do informacji przekazywanych konsumentom. Wynika to z faktu, że parametry wskaźników nie dostarczają informacji związanych ze zdrowiem, lecz informacji, którymi zainteresowani są klienci (takich jak smak, kolor czy twardość wody).

Wymogi zgodności z prawem dla wody odprowadzanej z oczyszczalni ścieków często obejmują także ograniczenia dotyczące żelaza (często w postaci żelaza ogólnego), którego sole są stosowane jako środki koagulujące do usuwania fosforanów.

Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (EPA) określa maksymalny poziom zanieczyszczeń drugiego stopnia (SMCL) dla zanieczyszczeń wpływających na estetykę wody pitnej, ale niestanowiących zagrożenia dla zdrowia ludzkiego. Poziomy SMCL nie muszą być egzekwowane federalnie, dlatego publiczne zakłady uzdatniania wody nie mają obowiązku ich monitorowania, chyba że jest to wymagane przez prawo stanowe.

Poziom SMCL dla żelaza z uwzględnieniem potencjalnych problemów z estetyką takich jak rdzawa barwa, zbieranie się osadu, metaliczny posmak i czerwonawe lub pomarańczowe plamienie wynosi 0,3 mg/L. Poziom SMCL dla manganu z uwzględnieniem potencjalnych problemów z estetyką takich jak czarna lub brunatna barwa, czarne plamienie i gorzki, metaliczny posmak wynosi 0,05 mg/L.

EPA uważa, że jeśli zanieczyszczenia tego typu znajdują się w wodzie i przekraczają normę, to mogą spowodować, że konsumenci przestaną korzystać z wody wodociągowej, nawet jeśli w rzeczywistości jest ona zdatna do picia. Maksymalny poziom zanieczyszczeń drugiego stopnia został ustalony w celu ułatwienia oczyszczania wody z tych związków chemicznych do poziomów niezauważalnych przez większość ludzi.

Warto odnotować, że wymienione powyżej problemy z estetyką mogą sprawić, że również zwierzęta hodowlane i domowe przestaną pić podaną im wodę.

Tworzenie się kamienia i korozja

Rury żeliwne i urządzenia używane w przemysłowych instalacjach pary lub wody chłodzącej są podatne na wiele mechanizmów korozyjnych. Korozja mechaniczna i chemiczna mogą prowadzić do usuwania i rozpuszczania żelaza z powierzchni stalowych, skutkując jego osadzaniem się na powierzchniach w innych punktach instalacji uzdatniania wody, gdzie powoduje ono dalszą korozję.

Redukcja kosztów środków chemicznych

Stosowanie soli żelaza jako środków koagulujących w zakładach uzdatniania wody może być kosztowne. Dlatego istotne jest, aby zastosowana ilość koagulantu była wystarczająca do skutecznego usunięcia cząstek stałych, a równocześnie nie była nadmierna, aby nie spowodować przeciążenia filtrów i zapobiec osadzaniu się resztek soli żelaza w wodzie. Taki nadmiar byłby stratą pieniędzy.

Pomiar online – jak to działa

Analizatory z serii EZ wykorzystują technologię analizy kolorymetrycznej w trybie online, aby precyzyjnie i niezawodnie zmierzyć kluczowe parametry jakości wody. Inteligentne, zautomatyzowane funkcje przyczyniają się do zwiększenia wydajności analitycznej, zmniejszenia przestoju i wyeliminowania udziału operatora. Czyszczenie odbywa się automatycznie, a użytkownik może ustawić częstotliwość zarówno kalibracji, jak i weryfikacji. Seria EZ1000 umożliwia jednoczesny pomiar do ośmiu strumieni próbek. Pozwala to obniżyć koszty na punkt poboru próbek, należy jednak pamiętać, aby określić to podczas składania zamówienia.

Analizator żelaza EZ1000 wykorzystuje odczynnik TPTZ do wytworzenia głębokiej niebiesko-purpurowej barwy, oznaczającej zajście reakcji chemicznej, dzięki której można zmierzyć zawartość rozpuszczonego żelaza Fe(II), Fe(III) i ogólnego rozpuszczonego żelaza Fe(II+III) w cyklu pomiarowym wynoszącym 15 min oraz w zakresie pomiarowym 0 - 1 mg/L.

Analizator manganu EZ1000 mierzy rozpuszczony mangan Mn(II) metodą formaldoksymową przy długości 450 nm w zakresie pomiarowym 0 - 1 mg/L Mn i w cyklu pomiarowym wynoszącym 10 min. Klienci, którzy chcą mierzyć ogólny mangan, powinni wybrać analizator manganu EZ2000 z wbudowanym modułem do roztwarzania próbek, który wykonuje dodatkowy krok w całym procesie przed rozpoczęciem analizy i pozwala na pomiar nierozpuszczalnych lub skompleksowanych metali.

Zalety pomiarów online

Ogólnie rzecz ujmując, analiza laboratoryjna parametrów procesu pomaga wykrywać tendencje i identyfikować potencjalne problemy. Pomiedzy próbkowaniem a uzyskaniem wyniku zawsze występuje pewna przerwa, przy czym podczas sporadycznego próbkowania można nie wykryć skoków w stężeniu danej substancji. Pomiar online zapewnia odpowiednio wczesne ostrzeżenie o zwiększonym stężeniu badanego parametru i pomaga zidentyfikować jego przyczyny.

Analizator serii EZ1000 posiada sygnał wyjściowy 4 - 20 mA z funkcją alarmów, dzięki czemu wszelkie wzrosty mierzonych stężeń są wykrywane niemalże natychmiast. Oznacza to, że w odpowiednim momencie zostanie uruchomiony alarm, aby pracownicy mogli w porę zareagować.

Studium przypadku: uczelnia wyższa VIA University College

Projekt badawczo-rozwojowy sfinansowany przez duńską Agencję Ochrony Środowiska i zarządzany przez uczelnię wyższą VIA University College ma na celu całkowitą reorganizację procesu uzdatniania wody poprzez radykalne zmodyfikowanie procesu produkcji wody pitnej. Wśród partnerów projektu znajdują się m.in. Aarhus Water, Vandcenter Syd, Vand & Teknik, Amphi-Bac, Dansk Kvartindustri oraz NIRAS. Celem projektu jest stworzenie kompaktowych wodociągów charakteryzujących się:

- większą wydajnością uzdatniania
- wydajniejszą produkcją
- krótszymi czasami rozruchu
- oszczędnością energii
- lepszą jakością wody

W Danii proces wytwarzania wody pitnej jest oparty na wodach gruntowych. Rząd Danii uważa, że woda pitna powinna być pozyskiwana z czystej wody gruntowej, która wymaga jedynie prostego uzdatnienia poprzez napowietrzanie, regulację pH, a następnie filtrację przed dystrybucją. Filtracja piaskowa jest wykorzystywana w Danii od ponad 100 lat, a wyniki trwałego projektu rozwoju filtrów zostaną przedstawione podczas międzynarodowej konferencji dot. zarządzania zasobami wodnymi IWA Water Congress (w Danii) w 2020 r.

Filtry piaskowe są powszechnie stosowane w procesach uzdatniania wody na całym świecie, co pomaga usuwać zawiesiny i patogeny, a także poprawia smak i kolor wody bez konieczności stosowania dodatkowych środków



Badania naukowe przeprowadzono w zakładzie Lundeværket, który jest częścią Vandcenter Syd – typowego duńskiego przedsiębiorstwa wodociągowego.

Żelazo i mangan w wodzie pitnej

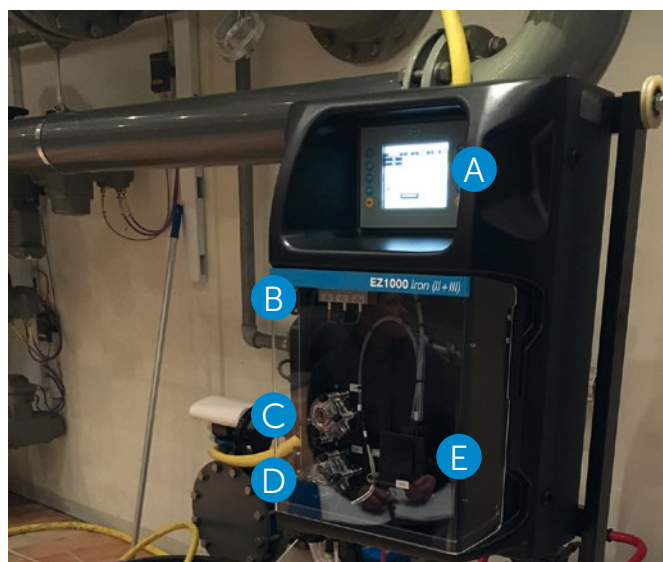
chemicznych. W celu zapewnienia optymalnego działania tych filtrów należy regularnie wykonywać płukanie zwrotne w celu usunięcia nagromadzonych cząstek i zwiększenia prędkości przepływu. Jednakże płukanie zwrotne powoduje przerwanie procesu uzdatniania. W związku z powyższym monitorowanie jest konieczne dla uzyskania optymalnego działania filtrów. Mętność i prędkość przepływu mogą być stale monitorowane, dzięki czemu można określić wydajność filtra, ale analiza chemiczna zapewnia lepszy wgląd w warunki procesu.

W 2018 roku w Danii wprowadzono nowe przepisy dotyczące wody pitnej w celu dostosowania do przepisów UE dotyczących parametrów, częstotliwości próbkowania i miejsc pobierania próbek. Wcześniej konieczne było monitorowanie wody zarówno na wylocie wody w zakładzie wodociągowym (dolny limit), jak i w kranie klienta. Zgodnie z ustaleniami UE wymagane jest monitorowanie w kranie z następującymi limitami: żelazo 0,2 mg/L, mangan: 0,05 mg/L.

Tradycyjnie próbki do analizy laboratoryjnej wielu różnych parametrów, w tym poziomu stężenia żelaza i manganu, były pobierane sporadycznie. Nieusunięcie zanieczyszczeń poprzez płukanie zwrotne zmusza do wymiany filtra, co z kolei jest czasochłonne i wiąże się z kosztownymi przestojami. Tym samym wydajność filtra i konieczność płukania zwrotnego mogą zostać ocenione poprzez pomiar przebiecia żelaza i manganu w filtrze i na różnych jego warstwach.

W ramach projektu prowadzone są ciągłe pomiary online przed i za filtrem ogólnego rozpuszczonego żelaza (Fe(II) i Fe(III)) za pomocą analizatora EZ1024 firmy Hach oraz manganu za pomocą analizatora EZ1025 firmy Hach. Przyrządy zostały zamontowane w listopadzie 2018 roku i pobierały próbki cztery razy na godzinę. Początkowo, każdy przyrząd skonfigurowano tak, aby pobierał przez całą dobę dwie próbki z wlotu filtra i dwie z wylotu na godzinę. Wyniki początkowe wskazywały na dobre dopasowanie do porównywalnych wyników laboratoryjnych.

Kierownik projektu i starszy profesor Loren Ramsay z uczelni VIA University College mówi: „Pomiar online jest kluczowym elementem badań nad uzdatnianiem wody pitnej. Aby proces ten przebiegał prawidłowo, muszą się na niego składać częste pomiary w wielu lokalizacjach, wykonywane w trakcie procesu uzdatniania. Wykorzystanie wielokanałowych autoanalizatorów online żelaza i manganu doskonale odpowiada naszym potrzebom. Jesteśmy przekonani, że wyniki uzyskane podczas naszego projektu okażą się bardzo przydatne w branży uzdatniania wody pitnej”.



Analizator EZ1024 żelaza (II+III) do pomiarów na miejscu
Elementy składowe: **A** przemysłowy komputer panelowy, **B** mikropompy o wysokiej precyzji, **C** pompa do poboru próbek, **D** pompa odpływowa, **E** fotometr

Podsumowanie

Wraz z rozwojem technologii czujników systemy ciągłego monitorowania i kontroli w czasie rzeczywistym pomagają w optymalizacji szerokiego zakresu procesów uzdatniania wody. Pomaga to w poprawie wydajności przy jednoczesnym obniżeniu kosztów. Opracowanie analizatorów online serii EZ firmy Hach umożliwiło optymalizację wydajności filtrów piaskowych w procesie uzdatniania wody pitnej zapobiegających przebieciu żelaza i manganu, a także usprawniających zarządzanie czasem płukania zwrotnego. Ponadto, podobnie jak w Danii, ciągłe monitorowanie manganu i żelaza umożliwia rozwój nowych, ulepszonych systemów filtracji.