

Waldemar Sawiniak, Marcin Kłos

Zastosowanie filtrów DynaSand do odżelaziania i odmanganiania wód podziemnych – doświadczenia eksploatacyjne

Usuwanie związków żelaza i manganu z wód podziemnych ponownie zaczęło być ważnym zagadnieniem dla wielu przedsiębiorstw wodociągowych. Zmniejszenie dopuszczalnej zawartości związków żelaza w wodzie przeznaczonej do spożycia z $0,5 \text{ gFe/m}^3$ do $0,2 \text{ gFe/m}^3$ oraz manganu z $0,1 \text{ gMn/m}^3$ do $0,05 \text{ gMn/m}^3$, określone w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 19 listopada 2002 r. [1], wymusiło konieczność modernizacji wielu zakładów wodociągowych ujmujących wody podziemne, a nawet podejmowane są decyzje o budowie nowych ciągów technologicznych oczyszczania wody. Poprawę efektów usuwania związków żelaza i manganu z wody w wielu obiektach realizuje się często przez zastosowanie innych źródeł filtracyjnych niż piasek kwarcowy. Najczęściej proponowane złoża filtracyjne to piroluzyt oraz zeolity występujące pod różnymi nazwami handlowymi. Do zaopatrzenia pojedynczych obiektów w wodę proponowane są filtry zawierające kationity pracujące w cyklu sodowym, wymieniające nieutlenione kationy Fe(II) i Mn(II). Usuwanie tych metali zachodzi wówczas łącznie ze zmiękczeniem wody.

Zazwyczaj procesy usuwania związków żelaza i manganu z wód podziemnych prowadzone są – w zależności od wielkości stacji – w filtrach pospiesznych wypełnionych złożami piaskowymi lub piaskowo-antracytowymi [2]. Oprócz tych tradycyjnych rozwiązań od dłuższego czasu do usuwania związków żelaza i manganu stosowane są filtry samopłuczające DynaSand. Ich udział w układach oczyszczania wody jest istotny, o czym świadczy liczba wdrożeń tego systemu filtracji zarówno w zakładach wodociągowych, jak i w oczyszczalniach ścieków.

W niniejszym artykule dokonano oceny przydatności filtrów samopłuczających do usuwania związków żelaza i manganu z wód podziemnych, w oparciu o doświadczenia eksploatacyjne dwóch zakładów wodociągowych, w których zastosowano system filtrów DynaSand.

Stacja oczyszczania wody w Czeladzi

Ujmowana woda pochodzi z szybu „Paweł” kopalni „Saturn”. Jest to woda zasilająca tzw. chodnik wodny, pochodząca z warstw wodonośnych, w których przeważa wapień muszlowy. W związku z tym woda wykazuje wysoką twardość w zakresie $470+520 \text{ gCaCO}_3/\text{m}^3$ i wysoką zasadowość $6,5+7,3 \text{ val/m}^3$. Okresowo woda ma zwiększoną mętność w zakresie 5+10 NTU. Zawartość związków żelaza wynosi przeciętnie $0,14+0,6 \text{ gFe/m}^3$, a manganu kształtuje się w zakresie $0,08+0,15 \text{ gMn/m}^3$. Pomimo iż woda podziemna gromadzi się w otwartym zbiorniku

podziemnym (chodnik wodny), zawartość dwutlenku węgla jest stosunkowo wysoka i wynosi $50+65 \text{ gCO}_2/\text{m}^3$, a pH zmienia się w niewielkim zakresie 6,8+7,0.

Inwestor (Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowo-Usługowe CEHAMOG z Gliwic), w porozumieniu z ówczesną firmą Danieli Corus, zdecydował się na zastosowanie w stacji oczyszczania filtrów DynaSand. Zaprojektowany układ obejmował:

- dawkowanie NaOH,
- napowietrzanie,
- filtrację pospieszną (DynaSand),
- dezynfekcję,
- pompownię II stopnia.

Taki układ był preferowany przez firmę Danieli Corus, która zapewniała gwarancję skutecznego oczyszczania wody. Zastosowano typowe rozwiązania techniczne poszczególnych etapów oczyszczania, tj. proporcjonalne dawkowanie reagentów do natężenia przepływu wody, napowietrzanie drobnopecherzykowe dyszami ceramicznymi, połączone z dmuchawami bezolejowymi oraz standardowe filtry DynaSand. W projekcie przyjęto dawki ługu sodowego (NaOH), niezbędne do korekty pH wody do 8,0, oraz ilość powietrza równą 10% objętości uzdatnianej wody. Dawka podchlorynu sodu do dezynfekcji wynosiła $0,4+0,5 \text{ gCl}_2/\text{m}^3$, co pozwala na utrzymanie w wodzie uzdatnionej zawartości chloru pozostałego około $0,2 \text{ gCl}_2/\text{m}^3$.

Istotnym dla technologii usuwania związków manganu było zastrzeżenie firmy proponującej filtry DynaSand, że bez stosowania silnych utleniaczy piasek filtracyjny uaktywni się do usuwania manganu w czasie trzech miesięcy od rozpoczęcia eksploatacji filtrów.

Stację w Czeladzi, o wydajności $300 \text{ m}^3/\text{h}$, oddano do eksploatacji we wrześniu 2001 r. Rozruch technologiczny nie stwarzał problemów z usuwaniem związków żelaza i klarowaniem wody. Po 1,5-miesięcznej eksploatacji złoża filtracyjne uaktywniło się do usuwania manganu. Rozruch stacji przeprowadzono bez podnoszenia pH wody wodorotlenkiem sodu. Kontrolne analizy wykonywane przez Wojewódzką Stację Sanitarno Epidemiologiczną w Katowicach wykazują w wodzie uzdatnionej zawartość żelaza poniżej $0,02 \text{ gFe/m}^3$ i manganu również poniżej $0,02 \text{ gMn/m}^3$ [3].

Stacja oczyszczania wody w Ciechanowie

Woda podziemna jest ujmowana przez typowe studnie głębinowe. W zależności od rozbioru, do wspólnego rurociągu zaopatrującego stację oczyszczania włączane są różne studnie.

Zawartość związków żelaza w ujmowanej wodzie wynosi $1,68 \pm 1,86 \text{ gFe/m}^3$, a manganu $0,20 \pm 0,22 \text{ gMn/m}^3$ [4], natomiast pH wody zmieszanej jest wysokie jak na wodę podziemną i wynosi $7,2 \pm 7,3$. Woda z eksploatowanych studni zawiera łatwo wyczuwalny siarkowodor (umowny zapach w przedziale 2÷4).

Istniejąca wcześniej stacja, oparta na prostym napowietrzaniu, zbiorniku kontaktowym i otwartych jednostopniowych filtrach pospiesznych, nie zapewniała skutecznego usuwania związków manganu i miasto zdecydowało się na budowę nowej stacji oczyszczania wody. W celu poprawy jakości wody zdecydowano się na budowę stacji wg następującego układu:

- dawkowanie NaOH,
- napowietrzanie,
- filtracja pospieszna (DynaSand),
- profilaktyczna dezynfekcja.

Poszczególne urządzenia były takie same jak w stacji wodociągowej w Czeladzi. Do dawkowania zastosowano pompki z proporcjonalną do przepływu regulacją przepływu. Napowietrzanie zaprojektowano w postaci zbiornika (wieży), w której umieszczono dyfuzory ceramiczne zasilane powietrzem z dmuchaw. Wydajność dmuchaw wynosi średnio 10% natężenia przepływu wody. Przy właściwej eksploatacji urządzeń przed filtracją, wg firmy przedstawiającej takie rozwiązania, powinno się uzyskać skuteczne usunięcie związków żelaza. Ponownie utrzymywano, że po trzech miesiącach złoża piaskowe uaktywnią się do usuwania związków manganu.

Wstępna eksploatacja stacji wykazała, że zastosowany układ, tj. dawkowanie ługu sodowego, napowietrzanie i filtracja pozwala wyłącznie na usunięcie związków żelaza, natomiast mangan nie był usuwany w wystarczającym stopniu. Oczekiwanie na naturalne wpracowanie złoża filtracyjnego nie dało rezultatów. Po sześciu miesiącach eksploatacji stacji wg wtycznych firmy dostarczającej technologię i urządzenia okazało się, że warunki gwarancji technologicznej nie mogą być zapewnione. Dalsze działania projektanta stacji polegały na próbie poprawy usuwania związków manganu. Testy technologiczne wykonane w stacji wykazały, że niezbędna jest zmiana układu technologicznego. Okazało się, że dawkowanie ługu sodowego przed napowietrzaniem spowodowało wytrącanie zawiesin o czarnym zabarwieniu, odkładających się w rurociągach i na ziarnach piasku. Nie był to jednak dwutlenek manganu, lecz prawdopodobnie siarczek żelaza. Dlatego nie było możliwe utlenienie związków manganu tlenem rozpuszczonym w wodzie, ponieważ nie było katalizatora tej

reakcji. W takiej sytuacji zdecydowano się na zastosowanie utleniacza w postaci nadmanganianu potasu. Przyjęto układ oczyszczania wody złożony z napowietrzania, dawkowania nadmanganianu potasu i filtracji na filtrach DynaSand. Próby wykazały, że przy dawce $2 \text{ gKMnO}_4/\text{m}^3$ uzyskano zmniejszenie zawartości związków manganu do $0,03 \text{ gMn/m}^3$ i poniżej. Stacja od trzech lat działa skutecznie. Zawartość związków żelaza nie przekracza $0,04 \text{ gFe/m}^3$, a manganu utrzymuje się poniżej $0,03 \text{ gMn/m}^3$ [4].

Podsumowanie

Przeprowadzony rozruch i dotychczasowa eksploatacja dwóch stacji wodociągowych bazujących na filtrach DynaSand wykazały, że prawidłowy proces oczyszczania wody podziemnej zależy w głównym stopniu od podatności wody na odżelazianie i odmanganianie, a nie jedynie od rozwiązań technicznych procesu filtracji. Reklamowane przez wielu dostawców urządzeń i złoż filtracyjnych uniwersalne technologie, które można stosować dla każdej wody podziemnej, nie zawsze sprawdzają się w praktyce. Proces technologiczny powinien zostać dobrany i sprowadzony w toku badań technologicznych dla konkretnej wody. Dzięki temu można uzyskać wymagane efekty usuwania związków żelaza i manganu, przy zastosowaniu jedynie niezbędnych procesów.

Proponowane i stosowane metody napowietrzania drobno-pęcherzykowego za pomocą dysz ceramicznych stwarzają duże problemy eksploatacyjne. Dysze ulegają kolmatacji i wymagają częstego czyszczenia. Złoża filtrów DynaSand nie zawsze uaktywniają się do usuwania manganu w obecności związków żelaza. Zastosowanie nadmanganianu potasu pozwala na poprawę procesu odmanganiania, a odpowiednie sterowanie jego dawką przyspiesza proces wpracowania złoż filtracyjnych.

LITERATURA

1. Rozrządzenie Ministra Zdrowia z 19 listopada 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz. U. nr 203, poz. 1718.
2. W. BICZ, M. KONIECZNA, A. ZILBERT: Oczyszczanie wody na filtrach DynaSand. *Ochrona Środowiska*, 1999, nr 4, ss. 33–36.
3. Wyniki analiz wody. Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Katowicach (praca nie publikowana).
4. Wyniki analiz wody. Laboratorium Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Ciechanowie (praca nie publikowana).

Sawiniak, W., Kłós, M. Use of DynaSand Self-Cleaning Filters for Iron and Manganese Removal. *Ochrona Środowiska* 2005, Vol. 27, No. 3, pp. 55–56.

Abstract: To meet the demands on drinking water quality decreed by the Minister of Health in 2002, the managers of many waterworks have been faced with the difficult problem of how to upgrade the efficiency of iron and manganese removal. Thus, attempts have been made to attain such enhancement by the application of new continuous self-cleaning sand filters like DynaSand. Filters of that type are often regarded as versatile devices applicable to the treatment of surface water and groundwater, and primarily useful in the process of manganese removal.

In engineering, there is convincing evidence to support this opinion. With low iron and manganese concentrations in the water to be treated, self-cleaning filters offer sufficiently high removal efficiencies. However, if the concentration of iron exceeds 3 gFe/m^3 while that of manganese falls below 0.3 gMn/m^3 and, in addition, H_2S is presented in the water, the extent of removal will be poor and the system will need to be modernized. In the study reported on in this paper, two Upper-Silesian water treatment plants using continuous self-cleaning sand filters of DynaSand type for iron and manganese removal were analyzed.

Keywords: Groundwater, iron removal, manganese removal, DynaSand filter.