

Politechnika Śląska
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
Dyscyplina naukowa: Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka

ROZPRAWA DOKTORSKA

WYKORZYSTANIE OZONU W DEZYNFEKCJI I PODNOSZENIU BEZPIECZEŃSTWA EKSPLOATACJI SIECI WODOCIĄGOWEJ

mgr inż. Józef Natonek

Promotor:
Prof. dr hab. inż. Izabela Zimoch

Gliwice
2022

9. STRESZCZENIE W JĘZYKU POLSKIM

Utrzymanie wody stabilnej biologicznie i chemicznie na wyjściu ze stacji uzdatniania wody, przed wtłoczeniem jej do rozległej sieci wodociągowej, zapewnia właściwy dobór i eksploatację procesów technologicznych oczyszczania wody, dobranych adekwatnie do jakości ujmowanej ze środowiska wody. Zastosowane technologie gwarantują zatem uzyskanie parametrów jakości wody zasilającej podsystem dystrybucji, spełniających wymogi obowiązujących przepisów, co jest jednym z podstawowych czynników zapewnienia bezpieczeństwa i ciągłości dostaw wody do konsumenta. Jednak z uwagi na fakt, iż systemy zaopatrzenia w wodę są systemami technicznymi funkcjonującymi w dynamicznie zmieniającym się środowisku, wysokiej jakości woda wtłaczana do sieci wodociągowej zmienia swój skład zanim wypłynie z kranu u konsumenta. Powszechne zjawisko wtórnego zanieczyszczenia wody w sieci wodociągowej szczególnie widoczne jest w rozległych sieciach wodociągowych. Przewymiarowane średnice rurociągów, stare sieci podatne na korozję, wykonane ze stali lub żeliwa oraz występujące losowo awarie, powodują często przekroczenia parametrów jakości wody zarówno bakteriologicznych, jak i fizykochemicznych. Ponadto zalegający na ściankach biofilm jest jednym z czynników pogorszenia jakości wody przeznaczonej do spożycia. Sytuacje wtórnego zanieczyszczenia wody w podsystemie dystrybucji powodują przerwy w jej dostawie do klienta, w związku z koniecznością podjęcia działań naprawczych. Niejednokrotnie sytuacje takie przyczyniają się też do pogorszenia wizerunku firm odpowiedzialnych za dostawy wody. W tych okolicznościach w celu minimalizacji ryzyka dostaw złej jakości wody do konsumenta, przedsiębiorstwa wodociągowe podejmują działania optymalizujące proces zaopatrzenia w wodę w skali systemowej, interpretowanej jako gospodarka wodna i wodociągowa, a także w skali obiektów i urządzeń wodociągowych. Pomimo podjęcia wszelkich racjonalnych i ekonomicznie uzasadnionych środków zapobiegawczych, praktycznie nie istnieje możliwość całkowitego zabezpieczenia eksploatacji systemu zaopatrzenia w wodę dającego pełną ochronę przed potencjalną możliwością zmiany składu wody dostarczanej konsumentom.

W związku z powyższym, niezbędnym dzisiaj wyzwaniem dla firm wodociągowych, jest przeciwdziałanie sytuacjom generującym wtórne zanieczyszczenie wody, jak również wdrażanie procedur awaryjnych, pozwalających na maksymalne skracanie czasu przerwy w dostawie wody, co ma bezpośredni wpływ na zwiększenie bezpieczeństwa zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia. Założeniem przeprowadzonych prac badawczych, w ramach przedmiotowego doktoratu, było wykazanie możliwości wykorzystania mobilnego urządzenia SPID wytwarzającego odgazowaną wodę wysokoozonowaną wtłaczaną do rurociągu w sytuacjach mikrobiologicznego wtórnego skażenia wody, w celu przywrócenia dostaw wody do konsumenta w czasie zaledwie kilku godzin.

Badania zostały przeprowadzone w 3 etapach obejmujących badania laboratoryjne, ułamkowo-techniczne i na sieci rzeczywistej:

W pierwszym etapie badania realizowane były w układzie modelowym, których celem było określenie czasu rozkładu ozonu w wodzie destylowanej, stanowiącej punkt odniesienia interpretacji uzyskanych wyników w całym cyklu badawczym, jak i w wodzie wodociągowej rzeczywistej i zaszczepionej wyselekcjonowanymi kulturami bakterii. W badaniach tych badano wpływ odczynu wody jak i jej zasolenia na skuteczność dezynfekcji wody ozonem.

W drugim etapie badań w skali ułamkowo-technicznej badania prowadzono na dwóch układach modelowych. Pierwszy układ stanowił stary, skorodowany przewód żeliwny, pozyskany z sieci wodociągowej podczas prac remontowych, który był pokryty złogami zarówno mineralnym, jak i organicznymi. Drugi układ badawczy to nowy przewód wykonany z PE. Celem badań było określenie skuteczności usuwania wybranych patogenów, w zależności od pH i stężenia chlorków, w warunkach odzwierciedlających funkcjonowanie nowej oraz istniejącej sieci wodociągowej.

W trzecim etapie badań prowadzonym na rzeczywistej sieci wodociągowej, w pierwszej serii określono skuteczność usuwania zanieczyszczeń mikrobiologicznych w nowo oddawanej sieci wodociągowej do użytkowania. W drugiej serii badano skuteczność ozonu jako środka dezynfekcyjnego w odnotowanych, rzeczywistych sytuacjach skażenia mikrobiologicznego wody w trakcie jej transportu do konsumenta. Badania prowadzono na przewodach wykonanych z różnych materiałów tj. żeliwo, PE. Celem tych badań było oprócz określenia skuteczności usuwania zanieczyszczeń mikrobiologicznych z wody, także określenie optymalnej długości czasu potrzebnego do przywrócenia dostaw wody dla konsumenta po incydencie skażenia mikrobiologicznego.

Na podstawie wykonanych badań w trzech etapach udowodniono dużą skuteczność działania odgazowanej wody wysokoozonowanej wyprodukowanej w mobilnym urządzeniu SPID do dezaktywacji bakterii występujących w wodzie wodociągowej. Krótki czas usuwania zanieczyszczeń np. bakterii Coli z poziomu 200,5 NPL/100 ml do 0 NPL/100 ml w czasie kilku minut, skraca czas przerw w dostawie wody do konsumenta w porównaniu do użycia np. podchlorynu sodu. Badania te potwierdziły, iż skrócenie czasu przerwy w dostawie wody do konsumenta zwiększa bezpieczeństwo dostaw wody.

Integralnym elementem prac badawczych było opracowanie procedury ozonowania sieci wodociągowej z wykorzystaniem mobilnego urządzenia SPID. Przeprowadzone badania pokazują, że zastosowanie urządzenia SPID do wytwarzania wody wysokoozonowanej pozwala na zwiększenie bezpieczeństwa dostaw wody dla końcowego klienta, poprzez krótkie przerwy w dostawie wody.

W sytuacji przekroczeń jej parametrów zapewnia utrzymanie stabilności biologicznej i chemicznej wody oraz bezpieczeństwo dla pracowników, w porównaniu ze stosowaniem podchlorynu sodu.