

Oliwia Paszkiewicz

Intensyfikacja fotokatalitycznego procesu dezynfekcji wody z zastosowaniem wirującego pola magnetycznego

Promotor: prof. dr hab. inż. Agata Markowska-Szczupak

Promotor pomocniczy: dr hab. inż. Marian Kordas, prof. ZUT

Streszczenie

Niniejsza rozprawa doktorska dotyczy intensyfikacji fotokatalitycznego procesu dezynfekcji wody z zastosowaniem fotokatalizatorów na bazie ditlenku tytanu dostępnych komercyjnie lub modyfikowanych metalami (miedzią, platyną, srebrem i złotem) aktywowanych światłem LED/Vis i wirującym polem magnetycznym (RMF). Głównym celem niniejszej pracy było zbadanie w jaki sposób zastosowanie wirującego pola magnetycznego (RMF) może wpłynąć na proces fotokatalitycznej dezynfekcji wody. W badaniach wykorzystano modelowe szczepy bakterii Gram-ujemnych *Escherichia coli* K12 (ATCC 25922) oraz Gram-dodatnich *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 49461).

W części literaturowej skupiono się na przedstawieniu obecnego stanu wiedzy na temat wykorzystania procesu fotokatalizy i pól magnetycznych do dezynfekcji wody, mechanizmów fotokatalitycznej dezynfekcji wody, wpływem pól magnetycznych na mikroorganizmy oraz rozwiązaniami konstrukcyjnymi reaktorów stosowanych do procesów dezynfekcji.

W części doświadczalnej zawarto charakterystykę stosowanych fotokatalizatorów komercyjnych i modyfikowanych metalami, a także szczegółowy opis konstrukcji zaprojektowanego fotokatalitycznego reaktora hybrydowego, wyposażonego w generator RMF. Skuteczność prowadzonego procesu dezynfekcji wody określono metodą posiewów powierzchniowych. Wykorzystując analizę statystyczną ANOVA oraz metodę powierzchni odpowiedzi RSM określono wpływ parametrów procesu i optymalne warunki prowadzenia fotokatalitycznej dezynfekcji wody wspomaganą wirującym polem magnetycznym w zależności od zastosowanego fotokatalizatora. Ponadto w rozprawie zaproponowano mechanizm fotokatalitycznej dezynfekcji wody wspomaganą wirującym polem magnetycznym (RMF). W tym celu dla wybranego fotokatalizatora przeprowadzono dodatkowe badania w tym: ilości generowanych rodników hydroksylowych $\bullet\text{OH}$, aktywności katalazy oraz ustalenie stopnia uszkodzenia struktur komórkowych bakterii metodą cytometrii przepływową i spektroskopii z użyciem błękitu metylenowego.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że skuteczność procesu fotokatalitycznej dezynfekcji wody prowadzonej w reaktorze hybrydowym wyposażonym w generator wirującego pola magnetycznego zależy od rodzaju fotokatalizatora oraz parametrów procesu (stężenie fotokatalizatora, częstotliwość pola i czas prowadzenia procesu). Dostępne fotokatalizatory komercyjne, aktywowane światłem LED/Vis i wirującym polem magnetycznym charakteryzują się małą skutecznością dezynfekcyjną wobec Gram-ujemnych bakterii *Escherichia coli* i Gram-dodatnich bakterii *Staphylococcus epidermidis*. Najwyższą skuteczność dezynfekcji wody, zawierającej bakterie *Escherichia coli* i *Staphylococcus epidermidis* uzyskano stosując fotokatalizator otrzymany w wyniku modyfikacji 5% miedzią (5.0CuHomoP25), który aktywowano światłem LED/Vis oraz RMF o częstotliwości 50 Hz.

Zaproponowany mechanizm śmierci bakterii polega na utracie integralności ścian komórkowych przez reaktywne formy tlenu (głównie $\bullet\text{OH}$) generowane w procesie fotokatalitycznym i wpływ cytozolu. Wirujące pole magnetyczne zwiększa szybkość ruchu jonów i przyspiesza zakłócenie homeostazy wewnątrz komórek.

Zbudowany hybrydowy reaktor fotokatalityczny, wyposażony w generator wirującego pola magnetycznego i źródła światła LED/Vis, stanowi innowacyjne rozwiązanie w dziedzinie oczyszczania wody z mikroorganizmów.

Słowa kluczowe: Fotokataliza, dezynfekcja wody, wirujące pole magnetyczne, fotokatalizatory plazmonowe

Oliwia Paszkiewicz