

Badania nad syntezą, charakterystyką właściwości fizykochemicznych oraz fotokatalitycznych nanokompozytów TiO_2 opartych na ferrytach spinelowych i heksagonalnych do utleniania zanieczyszczeń organicznych w fazie wodnej

Politechnika Gdańska

Obecnie w Unii Europejskiej stosowanych jest około 3000 różnych substancji aktywnych przy produkcji leków przeciwbólowych, antybiotyków, środków antykoncepcyjnych, beta-blokerów, regulatorów lipidowych, środków uspokajających oraz leków na potencję. Część z substancji aktywnych leków obecnych w ściekach jest niepodatna na rozkład biologiczny, przechodzi przez cykl biologicznego oczyszczania w postaci niezmienionej i zostają wykryte w jeziorach, rzekach, oczyszczalniach ścieków w stężeniach w zakresie od 5 do 3500 ng/dm³.

Jedną z najbardziej skutecznych metod zaawansowanego utleniania, pozwalającą na trwałe usunięcie toksycznych zanieczyszczeń występujących w wodach powierzchniowych i w ściekach jest proces fotokatalizy heterogenicznej, przebiegający przy udziale promieniowania elektromagnetycznego i w obecności półprzewodników. Na całym świecie prowadzone są intensywne badania nad udoskonaleniem, a przede wszystkim podwyższeniem efektywności procesów fotokatalitycznych zachodzących z udziałem fotokatalizatorów, głównie tlenku tytanu (IV). Poważnym ograniczeniem zastosowania TiO_2 na szeroką skalę, jak przedstawiono na Rysunku 1 jest ograniczony spektralny zakres fotoodpowiedzi (zakres UV), co zmniejsza efektywne wykorzystanie światła widzialnego i generuje znaczne koszty przy energochłonnym procesie naświetlania.



Rysunek 1. Problemy naukowe i technologiczne w zastosowaniu TiO_2 w fotokatalizie heterogenicznej

Kolejnym problemem w wielkoskalowym zastosowaniu TiO_2 do oczyszczania wód i ścieków jest separacja fotokatalizatora po procesie oczyszczania. Oddzielenie czystego TiO_2 z zawiesiny jest procesem kosztownym oraz energochłonnym. Alternatywą dla procesów fotokatalitycznych prowadzonych w zawiesinie fotokatalizatora jest immobilizacja na stałym nośniku, który może stanowić piasek, kulki ceramiczne, zeolity, węgiel aktywny, włókna optyczne. Jednakże w wielu przypadkach powoduje to spadek fotoaktywności katalizatora, związany w znacznym stopniu z redukcją jego powierzchni aktywnej.

W tym odniesieniu celem proponowanych w projekcie badań jest otrzymanie nanokompozytów ferrytów spinelowych o strukturze MFe_2O_4 ($M=Mn, Zn, Fe$); $CoFe_{2-x}M_xO_4$ ($M=Zn^{2+}, Mn^{2+}$), ferrytów heksagonalnych $BaFe_{12}O_{19}$, $BaFe_{12}O_{19}-M_2Fe_4O_8$ ($M= Mn, Fe, Zn$), na których zostanie osadzony TiO_2 dodatkowo zmodyfikowany metalami platyną i/lub miedzią jak również domieszkowany jodem. Otrzymane nanokompozyty magnetyczne będą mogły w łatwy sposób być separowane z układu i poddane ponownemu wykorzystaniu w fotokatalitycznej reakcji degradacji farmaceutyków w fazie wodnej. Nanokompozyty zostaną otrzymane metodą mikroemulsyjną, która pozwoli na uzyskanie oczekiwanych struktur rdzeń-otoczka. Badanie fotoaktywności prowadzone będzie zarówno w świetle UV, jak i Vis ($\lambda > 420$ nm). Wyznaczone właściwości fizykochemiczne fotokatalizatorów magnetycznych, kinetyka reakcji degradacji wybranych farmaceutyków, jak również zbadanie wpływu pH, temperatury, natężenia promieniowania, ilości fotokatalizatora oraz rodzaju i zawartości metali osadzonych na powierzchni nanokompozytu pozwoli na optymalizację procesu degradacji, a tym samym efektywniejsze fotokatalityczne usuwanie farmaceutyków ze ścieków.