

Celem prowadzonych badań jest: opracowanie nowych materiałów typu modyfikowane powierzchniowo/strukturalnie nanorurki (NTs) TiO_2 (stosowane modyfikacje: wybrane niemetalne, metale ziem rzadkich, metale szlachetne, wąskopasmowe półprzewodniki w postaci tlenków metali lub kropek kwantowych siarczków metali oraz ich kombinacje), wykazujących wzmocnione właściwości fotokatalityczne, zwłaszcza pod wpływem promieniowania z zakresu widzialnego, (2) zbadanie mechanizmu ich wzbudzenia pod wpływem promieniowania z zakresu widzialnego (wykorzystując metody eksperymentalne oraz obliczenia teoretyczne i modele komputerowe), jak również mechanizmu reakcji fotokatalitycznych zachodzących w ich obecności, oraz (3) skorelowanie warunków otrzymywania z fotoaktywnością oraz właściwościami strukturalnymi i powierzchniowymi otrzymanych materiałów.

Praktycznym aspektem prowadzonych badań w ramach przygotowywanej rozprawy doktorskiej jest opracowanie i wdrożenie autorskich produktów (nowatorskie warstwy fotokatalityczne oraz urządzenia w oparciu o te warstwy) do oczyszczania powietrza z: (a) lotnych związków organicznych (VOCs), NO_x , SO_2 oraz (b) mikroorganizmów (bakterie i grzyby), które między innymi pozwolą na obniżenie poziomu zanieczyszczeń i dezodoryzację powietrza na terenach składowisk odpadów oraz oczyszczalni ścieków.

W celu otrzymania modyfikowanych powierzchniowo/strukturalnie nanorurek TiO_2 , kilka metod (1,2 lub 3-etapowych) syntezy zostanie opracowanych/zmodyfikowanych/wykorzystanych, m.in.: utlenianie anodowe, utlenianie anodowe stopów tytanu, fotodepozycja, SILAR. Otrzymane fotokatalizatory zostaną scharakteryzowane pod kątem struktury krystalicznej, wielkości krystalitów i naprężeń sieciowych (XRD), defektów powierzchniowych i charakteru chemicznego pierwiastków w warstwie powierzchniowej (XPS), morfologii powierzchni (SEM, TEM, EDX), właściwości fotoelektrochemicznych, właściwości luminescencyjnych, właściwości optycznych (spektroskopia UV-Vis). Właściwości fotokatalityczne otrzymanych fotokatalizatorów zostaną zbadane w modelowych reakcjach: degradacji zanieczyszczeń w fazie wodnej oraz gazowej pod wpływem promieniowania z zakresu UV-Vis oraz Vis oraz produkcji metanu z CO_2 i H_2O .

W ostatnich latach intensywnie poszukuje się przyjaznych dla środowiska metod usuwania zanieczyszczeń bądź metod konwersji substancji organicznych i nieorganicznych. Jedną z dostępnych metod usuwania zanieczyszczeń z fazy wodnej oraz gazowej jest fotokatalityczna degradacja w obecności nanocząstek TiO_2 . Niestety, ze względu na zakres promieniowania niezbędny do wzbudzenia fotokatalizatora, TiO_2 jest zdolny do wykorzystywania tylko niewielkiej części promieniowania słonecznego, w zakresie widma ultrafioletowego. Światło widzialne stanowi ok. 44% promieniowania słonecznego, przy czym promieniowanie ultrafioletowe tylko około 4% promieniowania słonecznego. Tak więc poważnym ograniczeniem zastosowania nanorurek TiO_2 na szeroką skalę jest zakres promieniowania niezbędny do wzbudzenia fotokatalizatora. W tym odniesieniu najważniejszym wyzwaniem jest podniesienie efektywności procesów degradacji zanieczyszczeń oraz rozszerzenie zakresu czułości spektralnej TiO_2 . W związku z tym, większość prac prowadzonych na świecie w ostatnich latach, ukierunkowana jest na modyfikację TiO_2 , celem uzyskania fotokatalizatora aktywowanego światłem widzialnym. **Podsumowując, proponowane rozwiązanie pozwala na opracowanie nowych fotokatalizatorów na bazie przestrzennie zorientowanych nanorurek TiO_2 , charakteryzujących się podwyższoną zdolnością do rozkładu zanieczyszczeń, produkcji wodoru czy metanu zwłaszcza pod wpływem promieniowania z zakresu widzialnego oraz wyjaśnienia odpowiedzialnych za to mechanizmów.**