

# Streszczenie

---

Celem niniejszej pracy było zbadanie własności sorpcyjnych nanostruktur ditlenku tytanu oraz po raz pierwszy opracowanie nowej metody unieszkodliwiania odpadów podekontaminacyjnych, opartej na fotokatalitycznym rozkładzie kompleksów radionuklidów na nanostrukturach ditlenku tytanu i równoczesnej adsorpcji uwolnionych radionuklidów na tych samych nanocząstkach.

Praca rozpoczyna się od części literaturowej, która uwzględnia opis powstawania i uwalniania się radionuklidów w czasie eksploatacji elektrowni jądrowej. W wyniku korozji przedostają się do pierwotnego obiegu koloidalne cząstki metali i ich tlenków. Ulegają one aktywacji w rdzeniu reaktora i osadzają się na elementach konstrukcyjnych. Do tej grupy radionuklidów należą  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  i  $^{124}\text{Sb}$ . Dodatkowo przez nieszczelności obudowy elementów paliwowych przedostają się do wody reaktorowej produkty rozszczepienia, w tym długożyciowe radionuklidy, takie jak  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ , etc. oraz powstające w wyniku wychwytu neutronów przez uran radionuklidy  $^{239}\text{Pu}$  i  $^{241}\text{Am}$ . One także mogą osadzać się na tlenkowych powłokach elementów konstrukcyjnych. Dlatego dekontaminacja tych elementów jest niezbędna aby uniknąć kumulacji zanieczyszczeń w procesie długoletniej eksploatacji elektrowni jądrowej. Ilość powstałych w ten sposób płynów podekontaminacyjnych zawierających radionuklidy promieniotwórcze jest znacząca. W celu zmniejszenia ilości odpadów wykorzystuje się metody polegające na odparowaniu, współstrącaniu oraz sorpcji, a następnie immobilizacji długożyciowych radionuklidów. W przypadku dużych ilości płynów dekontaminacyjnych sorpcja wydaje się być najkorzystniejszą metodą.

Następnie zostało przeze mnie omówione zjawisko sorpcji oraz sorbenty wykorzystywane dotychczas w energetyce jądrowej. Swoją uwagę skupiałam na właściwościach, w szczególności sorpcyjnych i fotokatalitycznych, nanoform ditlenku tytanu oraz możliwości jego zastosowania w procesie ultrafiltracji.

Część eksperymentalną rozpoczęłam od opisu metod syntezy nanostruktur  $\text{TiO}_2$ , stosowanych metodach analitycznych a także metodyki poszczególnych badań laboratoryjnych. Następnie przeszłam do opisu otrzymanych wyników moich badań wraz z przeprowadzeniem ich dyskusji, opierając się na dostępnej literaturze naukowej.

Badania przeprowadziłam z użyciem radionuklidów:  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{85}\text{Sr}$ ,  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ , które najczęściej występują w płynach podekontaminacyjnych. Spośród zsyntezowanych

przeze mnie nanostruktur wybrałam cztery: nanorurki, nanoprzewody, nanowłókna i nanowstążki. Zostały one przeze mnie scharakteryzowane dostępnymi metodami analitycznymi. Otrzymane nanomateriały dzięki dużej powierzchni właściwej i pojemności jonowymiennej wykazały wysokie powinowactwo do badanych radionuklidów.

Kolejnym etapem mojej pracy było zbadanie kinetyki sorpcji w roztworze 0,1M  $\text{NaNO}_3$  oraz właściwości sorpcyjnych nanostruktur w zależności od stężenia kationów sodowych i potasowych w roztworze. Następnie przeprowadziłam badania właściwości sorpcyjnych nanocząstek w zależności od pH roztworu. Wyniki moich badań wskazują na duże powinowactwo zsyntetyzowanych nanomateriałów względem radionuklidów:  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{85}\text{Sr}$ ,  $^{154}\text{Eu}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ , przy czym na sorpcję znaczący wpływ ma zarówno pH, jak i stężenie użytych konkurencyjnych kationów sodu i potasu.

Kolejnym krokiem było zbadanie wpływu obecności w roztworze stosowanych do dekontaminacji chelatorów na sorpcję radionuklidów na badanych nanostrukturach ditlenku tytanu. Jako związki kompleksujące stosuje się zazwyczaj kwas szczawiowy, kwas cytrynowy, i EDTA, niekiedy z dodatkami inhibitorów korozji. W swojej pracy skupiłam się na sprawdzeniu wpływu na sorpcję stężenia związków kompleksujących w roztworze, pH roztworu jak również dodatku  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

Zrealizowane przeze mnie badania statyczne wpływu środowiska na adsorpcję radionuklidów  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{85}\text{Sr}$ ,  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{60}\text{Co}$  i  $^{65}\text{Zn}$  na nanostrukturach tlenku tytanu w kolejnym etapie posłużyły do opracowania warunków przeprowadzenia separacji radionuklidów w układzie ultrafiltracyjnym.

Końcowym etapem mojej pracy było wykorzystanie po raz pierwszy jednocześnie fotokatalicznych i sorpcyjnych własności nanocząstek ditlenku tytanu. Do tego celu zastosowałam zaprojektowany i zbudowany przeze mnie fotoreaktor. Do roztworów dekontaminacyjnych zostały dodane nanocząstki  $\text{TiO}_2$  i w pierwszym etapie związki kompleksujące w roztworach dekontaminacyjnych zostały rozłożone fotokatalicznie przez naświetlanie promieniowaniem UV i następnie uwolnione z kompleksów radionuklidy  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{65}\text{Zn}$  etc. zostały zaadsorbowane na fotokatalizatorze (nanocząstki  $\text{TiO}_2$ ) i wydzielone z roztworu. W procesie kalcynacji nanocząstki  $\text{TiO}_2$  zostały przekształcone w trwałą ceramikę umożliwiającą długotrwałe składowanie odpadów promieniotwórczych.