

## Streszczenie

Głównym celem badań stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej była ocena zastosowania farb fotokatalitycznych do rozkładu zanieczyszczeń organicznych występujących w powietrzu poprzez określenie aktywności komercyjnych farb fotokatalitycznych wobec zanieczyszczenia modelowego – benzo[a]pirenu (BaP).

W badaniach wykorzystano komercyjne wodorozcieńczalne farby fotokatalityczne białe produkowane w firmie Pigment w Pyrzycach. Były to odpowiednio farby fotokatalityczne:

- FA – farba silikatowa fasadowa przeznaczona do malowania elementów budowlanych wewnątrz i na zewnątrz pomieszczeń,
- DR – farba silikatowa fasadowa przeznaczona do malowania elementów budowlanych wewnątrz i na zewnątrz pomieszczeń, do zastosowań w budownictwie komunikacyjnym,
- IN – farba akrylowa przeznaczona do malowania ścian i sufitów wewnątrz pomieszczeń,
- LX – farba lateksowa przeznaczona do malowania pomieszczeń szczególnie narażonych na zabrudzenia.

Farby fotokatalityczne FA i DR wykazały małą aktywność w rozkładach benzo[a]pirenu, niezależnie od zastosowanego źródła promieniowania, warunków temperatury i wilgotności oraz czasu naświetlania. Rozkład ten najprawdopodobniej był efektem fotolizy zanieczyszczenia na powierzchni farby.

Farby fotokatalityczne organiczne LX i IN wykazały aktywność fotokatalityczną w rozkładach benzo[a]pirenu. Rozkład ten przebiegał najlepiej w testach przeprowadzonych w komorze starzeniowej, przy natężeniu promieniowania UV wynoszącym 17,5 W/m<sup>2</sup>, wysokiej temperaturze i małej wilgotności względnej panującej wewnątrz komory. Farby te wykazały dużą aktywność podczas rozkładu BaP przeprowadzonego w zbudowanym reaktorze fotokatalitycznym z zastosowaniem lampy UV lub fluorescencyjnej jako źródła promieniowania. Większa aktywność farb fotokatalitycznych w warunkach małej wilgotności względnej wynikała prawdopodobnie z tego, że TiO<sub>2</sub> o strukturze anatazu obecny w farbach, pod wpływem naświetlania promieniami UV zmienia powierzchnię z hydrofobowej na hydrofilową. Desorpcja cząsteczek wody z powierzchni farby powoduje również zwiększenie ilości dostępnych miejsc aktywnych. W obecności dużej ilości pary wodnej zachodzi gwałtowna adsorpcja cząsteczek wody na powierzchni, która dezaktywuje fotokatalizator, gdyż przyspiesza szybkość rekombinacji fotogenerowanych nośników ładunku.

Analiza składu farb wykazała obecność formy anatazowej i rutyłowej  $\text{TiO}_2$  w stosunku masowym 1:2. Wykazano jednak, że o aktywności fotokatalitycznej materiałów decydowały również pozostałe składniki farb. W przypadku farb mineralnych obecność potasu wynikająca z zastosowania szkła wodnego potasowego blokowała dostęp do aktywnej formy anatazowej  $\text{TiO}_2$ . Negatywny wpływ miała również porowatość struktury farby wynikająca z użycia różnego rodzaju napełniaczy (np.  $\text{CaCO}_3$ ). Zanieczyszczenia zaadsorbowane wewnątrz porowatej struktury miały ograniczony dostęp do promieniowania UV.

Zbadano wpływ grubości farby na efektywność rozkładu benzo[a]pirenu oraz zdolność penetracji promieni UV przez porowatą warstwę farby. Stwierdzono, że głębokość wnikania promieni UV wynosi 9  $\mu\text{m}$  dla farby LX i 20  $\mu\text{m}$  dla bardziej porowatej farby DR.

Farba fotokatalityczna lateksowa LX i akrylowa IN wykazały tendencję do konwersji hydrofilowej powierzchni podczas naświetlania promieniowaniem UV. Zjawisko to ulegało zahamowaniu w warunkach dużej wilgotności względnej panującej wewnątrz reaktora fotokatalitycznego, co najprawdopodobniej było związane ze zwiększoną szybkością rekombinacji fotogenerowanych nośników ładunków w wyniku dużej hydroksylacji powierzchni aktywnej formy  $\text{TiO}_2$ . Powstające na powierzchni fotokatalizatora rodniki hydroksylowe w środowisku wodnym łatwo ulegają desorpcji, powodując utlenianie związków organicznych w wodzie. Natomiast w środowisku gazowym stają się łatwo dostępnym centrum pułapkowania elektronów, co powoduje osłabienie aktywności fotokatalizatora.

Próby określenia produktów rozkładu benzo[a]pirenu z użyciem techniki GC-MS zakończyły się niepowodzeniem ze względu na zbyt dużą ilość składników matrycy farby wypłukiwanych z jej powierzchni.

Testy stabilności farb fotokatalitycznych FA i LX nie wykazały znaczących zmian w ich strukturach pod wpływem naświetlania promieniowaniem UV. W przypadku farby LX zaobserwowano minimalną mineralizację lepiscza organicznego po 70 godzinach naświetlania, jednak nie była ona na tyle znacząca by zasugerować brak stabilności struktury farby. W związku z niewielką aktywnością fotokatalityczną farb mineralnych można założyć, że ich stabilność będzie zbliżona do farb bez dodatku aktywnego fotokatalitycznie  $\text{TiO}_2$ .

Dodatkowe pomiary aktywności fotokatalitycznej farb z użyciem tuszu barwnego potwierdziły obserwacje z poprzednich badań. Farby fotokatalityczne organiczne wykazały zdolność fotogenerowania nośników ładunków pod wpływem naświetlania promieniowaniem z zakresu UV. W przypadku farb mineralnych zaobserwowano niewielką aktywność tych farb, w granicach błęd pomiarowego.

Farby fotokatalityczne posiadają duży potencjał aplikacyjny, zapewniają samooczyszczanie powierzchni elewacji oraz ścian i sufitów wewnątrz budynków, jak również polepszenie jakości powietrza. Należy jednak pamiętać o ryzyku związanym z możliwością powstania szkodliwych produktów pośrednich rozkładu zanieczyszczeń i składników farby oraz ewentualnym negatywnym wpływem procesu fotokatalitycznego na trwałość otrzymanych powłok.