

POVZETEK

Industrijske odpadne vode, ki vsebujejo organska onesnažila, predstavljajo resen okoljski problem. Za čiščenje industrijskih odpadnih vod, onesnaženih z barvili, so zelo učinkoviti napredni oksidacijski procesi (Advanced Oxidation Processes – AOP). Za AOP potrebujemo katalizator in oksidant oziroma v primeru fotokatalize fotokatalizator in vir UV svetlobe. AOP so z ekonomskega stališča velikokrat za industrijo cenovno neugodni zaradi visoke cene katalizatorja. V doktorski disertaciji sem se osredotočila na sintezo in karakterizacijo novih, okolju prijaznih, cenovno ugodnih in visoko učinkovitih katalizatorjev/fotokatalizatorjev za razgradnjo organskih barvil v odpadnih industrijskih vodah s heterogeno katalizo/fotokatalizo, ki so učinkoviti v nevtralnem pH območju. Doktorsko disertacijo sestavljata dva sklopa. V prvem sklopu sem preučevala katalizatorje tipa Fenton, v drugem pa fotokatalizatorje TiO_2 in ZnO . Zaradi lažjega odstranjevanja iz sistema sem katalizatorje v obeh primerih imobilizirala na porozne silikatne nosilce zaradi njihove visoke specifične površine in inertnosti.

V prvem sklopu sem raziskovala na področju AOP katalizatorje tipa Fenton, kjer je običajno katalizator železo, oksidant H_2O_2 in sistem deluje v območju $\text{pH} \approx 3$. Železov katalizator sem nadomestila z manganovim, ker je ta pokazal možnost delovanja pri nevtralnem pH in je cenovno ugoden. Tako sem silikatne nanodelce funkcionalizirala z manganom z uporabo direktne sinteze, kjer sem mangan vgrajevala v silikatno ogrodje v različnih Mn/Si molskih razmerjih. Z manganom funkcionalizirani silikatni nanodelci s poroznostjo med delci so se izkazali kot učinkoviti katalizatorji tipa Fenton v procesu katalitske oksidacije v prisotnosti H_2O_2 kot oksidanta na kationskem modelnem barvilu metilen modro. Dosegla sem 80% razgradnjo barvila v 30 minutah pri nevtralnem pH in sobni temperaturi. S pomočjo rentgenske absorpcijske spektroskopije (X-ray Absorption Spectroscopy – XAS) smo dokazali, da je katalitsko aktiven mangan, ki je vgrajen v silikatno ogrodje, medtem ko v prisotnosti Mn_2O_3 nanodelcev prihaja do simultane razgradnje H_2O_2 .

V drugem sklopu doktorske disertacije sem raziskovala na področju AOP fotokatalize, kjer običajno uporabljajo kot cenovno ugodne fotokatalizatorje nanodelce polprevodnikov TiO_2 in ZnO . Raziskovala sem njihovo delovanje v nevtralnem pH-ju pri enakih pogojih. Z imobilizacijo le-teh na porozne silikatne nosilce sem izboljšala možnost njihovega recikliranja. Poleg tega sem raziskovala delež njihovega odstranjevanja iz odpadnih vod na osnovi adsorpcije ali/in razgradnje. Mezoporozna silikatna nosilca z urejenim (SBA15) in neurejenim (KIL2) sistemom por sem funkcionalizirala s TiO_2 in ZnO nanodelci z uporabo post-sintetskega postopka impregnacije. Fotokatalitsko učinkovitost pripravljenih kompozitov sem testirala v nevtralnem pH območju, sobni temperaturi in razgradnji anionskega modelnega barvila Reactive blue 19 (RB19) v kombinaciji z UV svetlobo. Površina obeh kompozitov je pri nevtralnem pH-ju negativno nabita, vendar sem kljub temu določila znatno adsorpcijo anionskega barvila na površino ZnO-SiO_2 . Dokazala sem, da je vzrok visoke adsorpcije močno pozitiven naboj površine ZnO nanodelcev, ki se na površini silikatnih nosilcev nahajajo v obliki mešanih oksidov, medtem ko je naboj površine TiO_2 nanodelcev negativen in na površini silikatnih nosilcev tvorijo le fizično mešanico oksidov. Pri $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ kompozitih sem dosegla hitrejšo razgradnjo barvila v primeru impregnacije TiO_2 nanodelcev na urejeni silikatni nosilec SBA15, medtem ko sem pri ZnO-SiO_2 kompozitih dosegla hitrejšo razgradnjo pri impregnaciji ZnO nanodelcev na neurejen silikatni nosilec KIL2. Glede na razmerje adsorpcija/razgradnja, ki ga želimo imeti, lahko izberemo primeren kompozit kot fotokatalizator za fotokatalitsko čiščenje odpadnih vod nižjih koncentracij.

KLJUČNE BESEDE: razgradnja barvil v odpadnih vodah, napredni oksidacijski procesi (AOP), katalitska oksidacija tipa Fenton, z manganom funkcionalizirani silikatni nanodelci, fotokatalitska oksidacija, TiO_2 in ZnO nanodelci na poroznih silikatnih nosilcih.