

DUŠAN Ž. MIJIN
DRAGANA Z. ZLATIC
GORDANA S. UŠĆUMLIĆ
PETAR M. JOVANČIĆ

Tehnološko-metalurški fakultet,
Univerzitet u Beogradu, Beograd

STRUČNI RAD

UDK 667.28+66.061+546.824-
-31:544.526.5+542.92

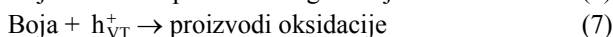
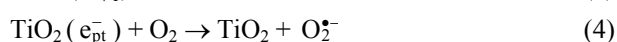
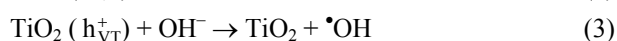
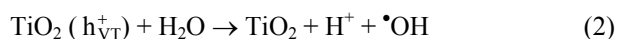
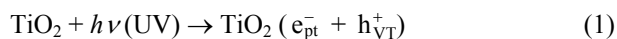
DOI: 10.2298/HEMIND0805275M

UTICAJ RASTVARAČA NA FOTODEGRADACIJU SINTETSKE BOJE REACTIVE ORANGE 16 POMOĆU SIMULIRANE SUNČEVE SVETLOSTI

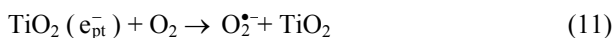
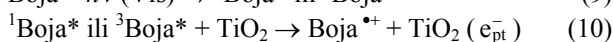
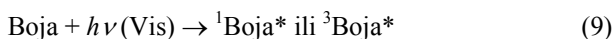
U radu je ispitivan uticaj organskih rastvarača na fotodegradaciju sintetske boje (C.I. Reactive Orange 16) u vodi u prisustvu TiO₂ kao katalizatora upotrebom simulirane sunčeve svetlosti. Kao rastvarači korišćeni su metil-alkohol, etil-alkohol, izopropil-alkohol i aceton. Reakcije su izvođene kako u čistim rastvaračima tako i pri različitim odnosima rastvarač/voda. Fotodegradacija boje je praćena UV/Vis spektrofotometrijom.

Kao rezultat široke upotrebe sintetskih boja, u otpadnim vodama savremene industrije (tekstilna industrija, industrija kože, proizvodnja papira, proizvodnja hrane, proizvodnja boja za kosu, proizvodnja samih sintetskih boja) mogu se naći značajne količine ovih organskih jedinjenja, koja mogu biti izvor značajnog zagađenja. Dodatnu opasnost predstavljaju jedinjenja nastala transformacijom ili razgradnjom boja, reakcijama u otpadnim vodama. Da bi se uklonile sintetske boje iz voda i otpadnih voda razvijen je veći broj metoda koje uključuju fizičko-hemijske metode, kao što su adsorpcija na organskim i neorganskim materijalima, koagulacija i hemijsko taloženje [1,2]. U novije vreme se veoma često razmatra upotreba heterogene fotokatalize koja dovodi do fotodegradacije sintetskih boja i njihove potpune mineralizacije [3–5].

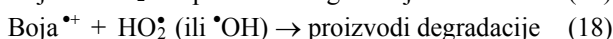
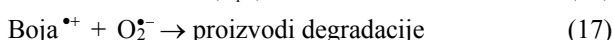
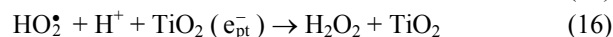
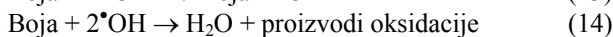
TiO₂ i katalizatori na bazi TiO₂ su najčešće korišćeni u fotodegradaciji boja. Smatra se da se pri fotodegradaciji u prisustvu sunčeve svetlosti ili veštačke sunčeve svetlosti pored fotosenzitivne oksidacije, fotodegradacija odvija i po mehanizmu fotokatalitičke oksidacije, koja je karakteristična za reakcije fotodegradacije pri UV zračenju [2]. Kod fotokatalitičke oksidacije je utvrđeno da se provodni elektroni, e⁻, i valentne šupljine, h⁺, stvaraju kada se vodena TiO₂ suspenzija zrači energijom većom od energetskog razmaka traka (E_g = 3,2 eV). Stvoreni elektroni mogu redukovati boju ili reagovati sa akceptorima elektrona, kao što je kiseonik adsorbovan na površini katalizatora ili rastvoren u vodi, redukujući ga do superoksidnog radikalskog anjona O₂⁻. Fotogenerisane šupljine mogu oksidisati organske molekule i nagraditi R⁺, ili reagovati sa OH⁻ ili H₂O prevođeći ih u •OH radikale. Ovaj mehanizam se može prikazati sledećim reakcijama:



Pri vidljivom zračenju, fotodegradacija u prisustvu TiO₂ se odvija po mehanizmu koji se naziva fotosenzitivna oksidacija [2]. U ovom mehanizmu, pobuđivanje adsorbovane boje vidljivom svetlošću odigrava se do odgovarajućeg singlet ili triplet stanja, što je praćeno prelazom elektrona sa pobuđenog molekula boje na provodnu traku TiO₂ čestice, gde boja prelazi u katjonski radikal (Boja^{•+}) koji podleže razgradnji:



Nastali katjonski radikal reaguje sa hidroksilnim jonima, pri čemu se odigrava oksidacija (13) i (14), ili reaguje sa O₂⁻, HO₂[•] ili HO[•] što vodi do stvaranja CO₂:



Kao rezultat ovih reakcija može doći do oksidacije većine azo boja do krajnjih proizvoda razgradnje kao što su CO₂ i H₂O.

Organski rastvarači se mogu naći u otpadnim vodama, a posebno u industrijskim otpadnim vodama i zbog toga bi bilo interesantno istražiti uticaj organskih rastvarača na reakcije fotodegradacije boja u prisustvu TiO₂ kao katalizatora pod uticajem sunčeve svetlosti ili bar simulirane sunčeve svetlosti. Kao sintetsku boju smo izabrali boju C.I. Reactive Orange 16 (RO16), slika 1, koja se koristi u tekstilnoj industriji i može se naći u otpadnim vodama tekstilne industrije. U prethodnom radu [6], ispitivali smo fotodegradaciju RO16 u prisustvu TiO₂ kao katalizatora i pomoću simulirane sun-

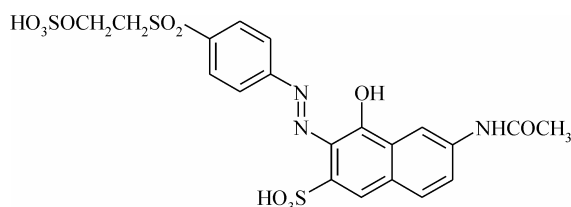
Autor za prepisku: D. Mijin, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, Karnegijeva 4, p. pr. 3503, 11120 Beograd.

E-pošta: kavur@tmf.bg.ac.yu

Rad primljen: 18. mart 2008.

Rad prihvaćen: 8. april 2008.

čeve svetlosti u vodi. Ispitan je uticaj početne koncentracije TiO_2 , boje, natrijum-hlorida i natrijum-karbonata na reakciju. Takođe je ispitan uticaj pH kao i prisustvo H_2O_2 na reakciju fotodegradacije. Utvrđeno je da optimalna količina TiO_2 iznosi 2 g/l kao i da sa porastom koncentracije boje brzina fotodegradacije opada. Fotodegradacija je bila brža u kiseloj sredini, dok je prisustvo natrijum-hlorida usporavalo reakciju. Takođe je utvrđeno da manje količine natrijum-karbonata smanjuju brzinu reakcije dok je veće ubrzavaju. Dodatak manje količine vodonik-peroksida ubrzava reakciju fotodegradacije, dok dodatak veće količine usporava reakciju. Dobijeni rezultati su u skladu sa prethodno objavljenim rezultatima [7,8]. U ovim radovima je utvrđeno da je prvi stupanj u reakciji fotodegradacije raskidanje azo veze kao i naftalenskog prstena u molekulu boje [7], a GC/MS analize su pokazale da se u toku fotodegradacije stvaraju tri proizvoda i to: 6-acetilamino-3-aminonaftalen-2-sulfonska kiselina, *N*-(3,4-bishidroksimetilfenil)-acetamid i ftalna kiselina [8].



Slika 1. Sintetska azo boja (C.I. Reactive Orange 16).
Figure 1. Synthetic azo dye (C.I. Reactive Orange 16).

U ovom radu su, kao organski rastvarači, upotrebljeni metil-alkohol, etil-alkohol, izopropil-alkohol i aceton. Rađeno je kako sa čistim rastvaračima tako i sa smešama rastvarač/voda. Reakcija fotodegradacije je praćena UV spektrofotometrijski.

Tabela 1. Neka svojstva sintetske boje RO16 [9,10]
Table 1. Some properties of synthetic dye RO16 [9,10]

Molekulska formula	Molarna masa	Temperatura topljenja	CAS broj	C.I. broj	Postojanost na svetlost	Tekstilni materijal	Temperatura bojenja
$\text{C}_{20}\text{H}_{17}\text{N}_3\text{Na}_2\text{O}_{11}\text{S}_3$	617.54	>300 °C	12225-83-1	17757	4-5(1/6 S.D.) 5-6(1/1 S.D.)	Celuloza	50 °C (60)

EKSPERIMENTALNI DEO

Kao katalizator korišćen je komercijalni TiO_2 dobijen od firme Degussa (Aeroxide TiO_2 P25). Prema specifikaciji proizvođača P25 ima veličinu čestica od 30 nm, kristalne strukture 80% anatas i 20% rutil. Korišćeni su komercijalni rastvarači, nabavljeni od Fluke, i korišćeni su bez daljeg prečišćavanja. Rezultati u vodi [6] su dobijeni u dejonizovanoj vodi (Milipore Waters Milli Q). Sintetska boja je dobijena od firme Bezema i ima ko-

mercijalni naziv Bezaktiv Orange V-3R. Ova boja se može naći na tržištu i pod nazivom Remazol Brilliant Orange 3R. Njena svojstva su prikazana u Tabeli 1.

Ozračivanje je vršeno u otvorenom termostatom reaktoru (100 ml, $25 \pm 0,1$ °C) pomoću lampe Osram Ultra-Vitalux® 300 W (smeša svetlosti; UV-A:UV-B = 13,6:3) postavljene 40 cm od površine rastvora boje.

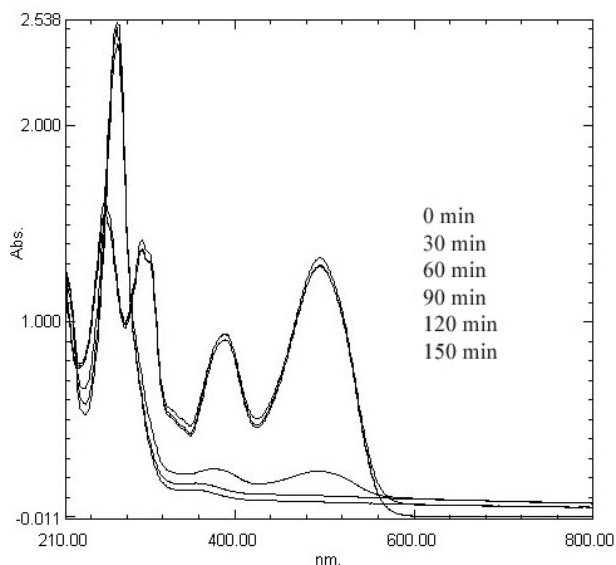
Tipičan eksperiment je uključivao pravljenje rastvora ispitivane boje u rastvaraču ili smeši rastvarača, odmeravanje 50 ml rastvora (koncentracija boje = 50 mg/l) i dodavanje odgovarajuće količine katalizatora (koncentracija TiO_2 = 2 g/l). Rastvor je mešan magnetnom mešalicom (500 obrt/min). Rastvor je prvo mešan u mraku 60 min, a zatim je uključivana lampa. Fotodegradacija boje je praćena UV/Vis spektrofotometrijski posle uklanjanja katalizatora centrifugiranjem (UV Shimadzu 1700).

REZULTATI I DISKUSIJA

UV-Vis spektri

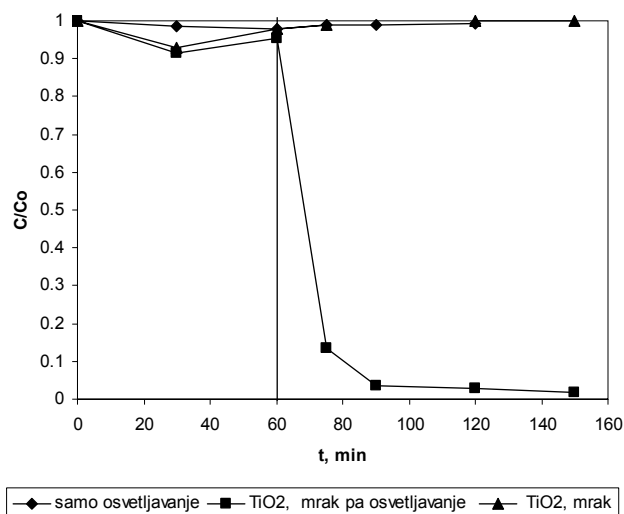
Fotodegradacija sintetske boje RO16 praćena je spektrofotometrijski, a dobijeni spektri fotodegradacije boje u metil-alkoholu prikazani su na slici 2. Sintetska boja RO16 ima maksimum apsorpcije u vidljivom delu spektra na 494 nm i tri apsorpciona maksimuma u UV oblasti (388, 295 i 254 nm) u metil-alkoholu. Sličan spektar se dobija i u etil-alkoholu (496, 389, 296 i 254 nm). U smešama sa vodom apsorpcioni maksimumi se ne pomeraju značajnije. Apsorpcioni maksimumi u UV oblasti potiču od $\pi \rightarrow \pi^*$ prelaza u benzenskom i naftalenskom prstenu, a apsorpcioni maksimum u vidljivom delu spektra potiče od $n \rightarrow \pi^*$ prelaza elektrona u azo grupi. Pomereni maksimumi apsorpcije u organskim rastvaračima u odnosu na apsorpcione maksimume u vodi (493, 387, 296, 253 nm) su posledica uticaja organskih rastvarača.

Smanjenje apsorpcionog maksimuma u vidljivom delu spektra ukazuje na fotodegradaciju boje. Pri tome se uočava porast apsorpcije na 254 nm kao rezultat nastajanja jednog od tri proizvoda degradacije, i pomeranje maksimuma apsorpcije od 254 ka 267 nm u metil-alkoholu, i 254 ka 270 nm u etil-alkoholu. Slično ponašanje se uočava i u smešama rastvarač/voda. Ovakvo ponašanje sistema nije uočeno u dejonizovanoj vodi [6].



Slika 2. UV/Vis prikaz fotodegradacije ispitivane boje u metil-alkoholu (koncentracija boje = 50 mg/l, koncentracija TiO_2 = 2 g/l).

Figure 2. UV/Vis spectra of photodegradation of the studied dye in methanol (dye concentration = 50 mg/l, TiO_2 concentration = 2 g/l).



Slika 3. Uticaj različitih uslova na fotodegradaciju boje RO16 u metil-alkoholu (koncentracija boje = 50 mg/l, koncentracija TiO_2 = 2 g/l).

Figure 3. Influence of different condition on photodegradation of RO16 in methanol (dye concentration = 50 mg/l, TiO_2 concentration = 2 g/l).

Uticaj različitih uslova na fotodegradaciju

U prvom delu istraživanja ispitivan je uticaj različitih uslova na fotodegradaciju boje RO16 u metil- i etil-alkoholu (slike 3 i 4). Kako se radi o sintetskoj tekstilnoj boji koja treba da je postojana na dejstvo svetlosti, nije

iznenađujuća stabilnost ispitivane boje pri osvetljavanju u odsustvu katalizatora. Kada se doda katalizator i vrši samo mešanje u odsustvu svetlosti onda se u slučaju metil-alkohola uočava mala adsorpcija boje na česticama TiO_2 , dok je ona značajna kada se koristi etil-alkohol. Zbog toga je kao i u prethodnom radu, osvetljavanje počinjalo tek posle 60 min mešanja u mraku da bi se uspostavila ravnoteža između adsorpcije i desorpcije boje. U oba rastvarača se uočava nagli pad koncentracije boje kao rezultat njene fotodegradacije [6].

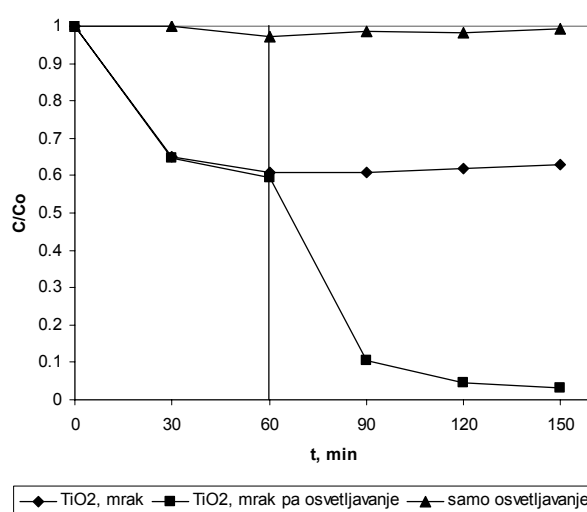
Uticaj čistih rastvarača

Zbog nemogućnosti praćenja reakcije u čistom izopropil-alkoholu i acetonu, reakcija fotodegradacije je praćena samo u metil- i etil-alkoholu, i upoređena je sa reakcijom u vodi. Kao što se vidi na slici 5 reakcija je znatno brža u alkoholima nego u vodi. Kinetika reakcije fotodegradacija boja se može opisati izrazima za kinetiku reakcije pseudo prvog reda [7,11,12]:

$$\ln(c_{\text{eq}}/c) = kt \quad (19)$$

$$c = c_{\text{eq}}e^{-kt} \quad (20)$$

gde je c_{eq} koncentracija boje u nultom trenutku osvetljavanja, c koncentracija boje u vreme osvetljavanja t , a k konstanta reakcije pseudo prvog reda.



Slika 4. Uticaj različitih uslova na fotodegradaciju boje RO16 u etil-alkoholu (koncentracija boje = 50 mg/l, koncentracija TiO_2 = 2 g/l).

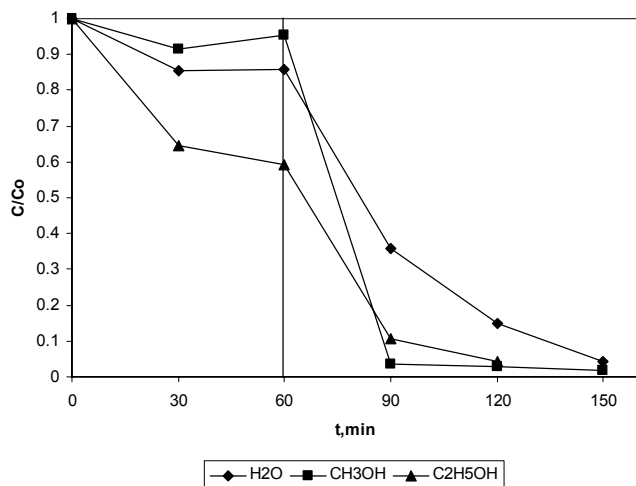
Figure 4. Influence of different condition on photodegradation of RO16 in ethanol (dye concentration = 50 mg/l, TiO_2 concentration = 2 g/l).

Izračunate vrednosti konstanti za reakciju pseudo prvog reda u metil- i etil-alkoholu pokazuju da je reakcija brža u metil-alkoholu, a da su reakcije u alkoholima brže nego u vodi (slika 6). Ova činjenica se može objasniti stvaranjem vodoničnih veza između molekula boje i

amfiprotičnih rastvarača čime se smanjuje energija aktivacije potrebna za degradaciju molekula [13], a u isto vreme povećava stabilizacija proizvoda nastalih degradacijom. Alkoholi kao dobri i proton-donori i proton-akceptori su efikasniji od vode tokom ovog procesa, pošto je voda iako veoma polaran rastvarač slab akceptor protona.

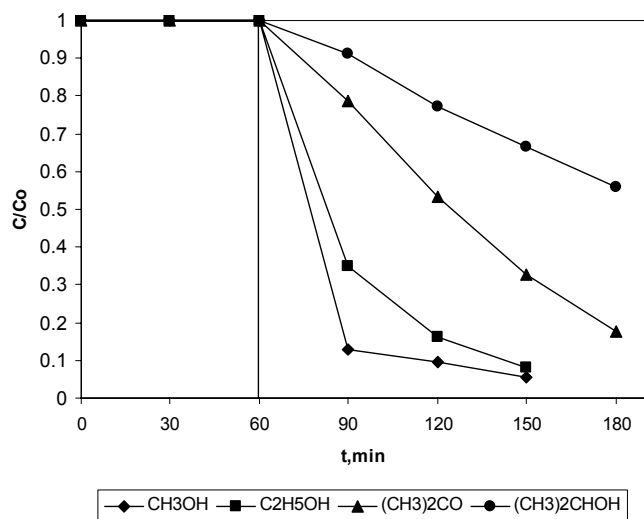
Uticaj smeše rastvarača

U nastavku rada, izvršeno je ispitivanje uticaja smeše organski rastvarač:voda (1:1) na reakciju fotode-



Slika 5. Uticaj čistih rastvarača na fotodegradaciju boje RO16 (koncentracija boje = 50 mg/l, koncentracija TiO₂ = 2 g/l).

Figure 5. Solvent effect on photodegradation of RO16 (dye concentration = 50 mg/l, TiO₂ concentration = 2 g/l).



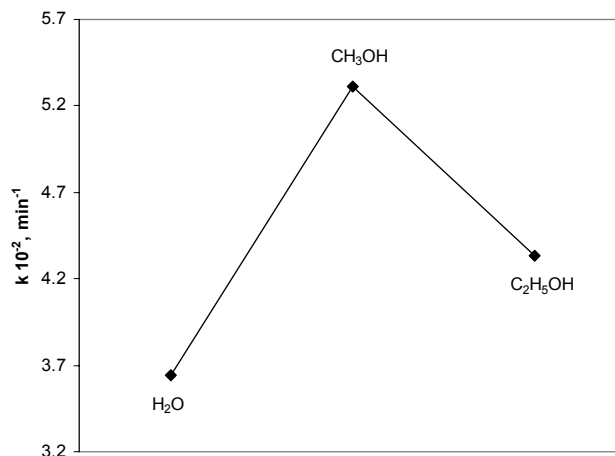
Slika 7. Uticaj smeše organski rastvarač/voda (1:1) na fotodegradaciju boje RO16 (koncentracija boje = 50 mg/l, koncentracija TiO₂ = 2 g/l).

Figure 7. Effect of solvents mixtures (solvent/water = 1:1) on photodegradation of RO16 (dye concentration = 50 mg/l, TiO₂ concentration = 2 g/l).

gradacije boje RO16. Pri tome su pored metil- i etil-alkohola upotrebljeni i aceton i izopropil-alkohol. Dobijeni rezultati su prikazani na slici 7. Reakcija ponovo prati kinetiku reakcije pseudo prvog reda, a poređenje dobijenih vrednosti za reakcione konstante je data na slici 8. Uočava se da je reakcija najbrža u metil-alkoholu, dok se u izopropil-alkoholu reakcija odvija najsporije.

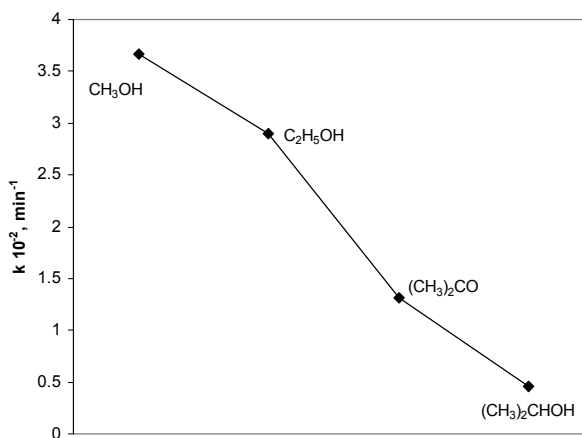
Efikasnost fotodegradacije, X , je definisana izrazom:

$$X = (c_{eq} - c) / c_{eq} \quad (21)$$



Slika 6. Uticaj rastvarača na brzinu fotodegradaciju boje RO16 (koncentracija boje = 50 mg/l, koncentracija TiO₂ = 2 g/l).

Figure 6. Influence of solvent on photodegradation reaction rate of RO16 (dye concentration = 50 mg/l, TiO₂ concentration = 2 g/l).

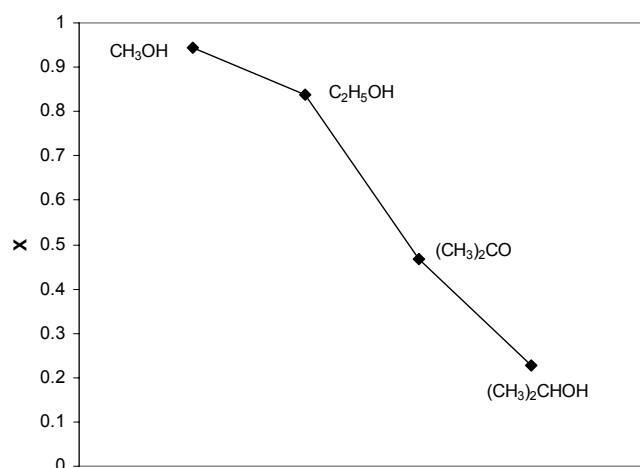


Slika 8. Uticaj smeše rastvarač/voda (1:1) na brzinu fotodegradaciju boje RO16 (koncentracija boje = 50 mg/l, koncentracija TiO₂ = 2 g/l).

Figure 8. Influence of solvent water mixture (1:1) on photodegradation reaction rate of RO16 (dye concentration = 50 mg/l, TiO₂ concentration = 2 g/l).

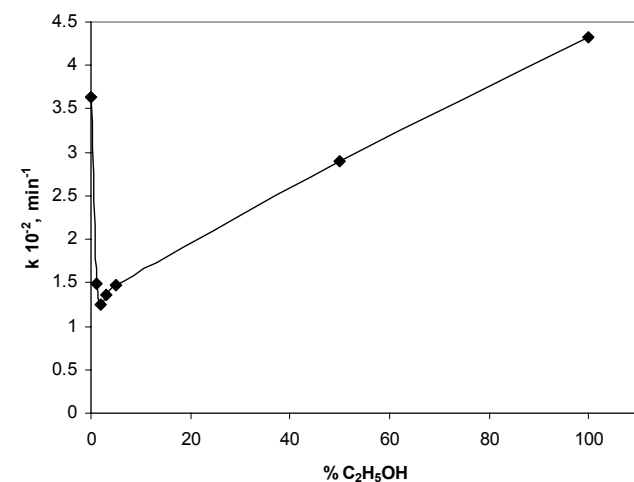
Na slici 9 je, radi ilustracije uticaja smeše organski rastvarač/voda (1:1) na reakciju fotodegradacije boje RO16, prikazana zavisnost efikasnosti fotodegradacije od vrste organskog rastvarača. Uočava se isti trend kao i kada je u pitanju vrednost konstante brzine reakcije.

Takođe je ispitan i uticaj smeše etil-alkohol:voda i aceton:voda pri čemu su korišćene različite koncentracije organskih rastvarača. Kada je u pitanju etil-alkohol rađeno je sa koncentracijama etil-alkohola 0, 1, 2, 3, 5, 50 i 100% v/v, pri čemu treba napomenuti da 100% rastvarača ne predstavlja apsolutno suv rastvarač. Dobi-



Slika 9. Uticaj smeše rastvarač/voda (1:1) na efikasnost fotodegradacije RO16 nakon 2.5 h ozračivanja (koncentracija boje = 50 mg/l, koncentracija TiO_2 = 2 g/l).

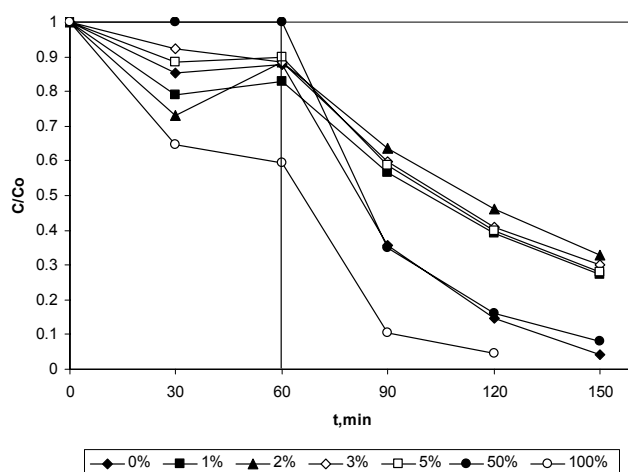
Figure 9. Influence of solvents mixtures (solvent:water = 1:1) on photodegradation efficiency of RO16 after 2.5 h of irradiation (dye concentration = 50 mg/l, TiO_2 concentration = 2 g/l).



Slika 11. Uticaj koncentracije etil-alkohola na brzinu fotodegradacije boje RO16 (koncentracija boje = 50 mg/l, koncentracija TiO_2 = 2 g/l).

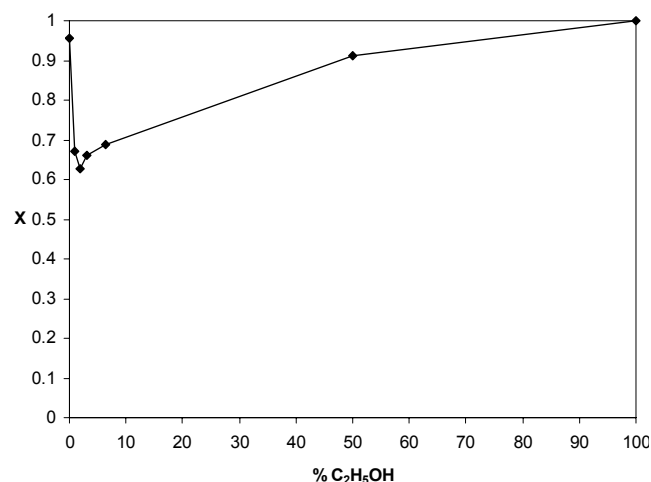
Figure 11. Influence of ethanol concentration on photodegradation reaction rate of RO16 (dye concentration = 50 mg/l, TiO_2 concentration = 2 g/l).

jeni rezultati su prikazani na slici 10. Kao što se može uočiti sa slike 10, a to potvrđuju i slike 11 i 12 na kojima je prikazana zavisnost kontante reakcije, odnosno efikasnosti fotodegradacije od koncentracije etil-alkohola, minimum efikasnosti fotodegradacije, odnosno vrednosti konstante brzine reakcije, je pri vrednosti koncentracije etil-alkohola od 2%. Smanjenje brzine reakcije se objašnjava smanjenom solvatacijom pobuđenih elektrona u prisustvu organskih rastvarača [14] ili reakcijom rastvarača, kao što je etil-alkohol, sa hidroksi radikalima [4,15]. Pri daljem povećanju koncentracije



Slika 10. Uticaj različitih koncentracija etil-alkohola na fotodegradaciju boje RO16 (koncentracija boje = 50 mg/l, koncentracija TiO_2 = 2 g/l).

Figure 10. Influence of different concentration of ethanol on photodegradation of RO16 (dye concentration = 50 mg/l, TiO_2 concentration = 2 g/l).

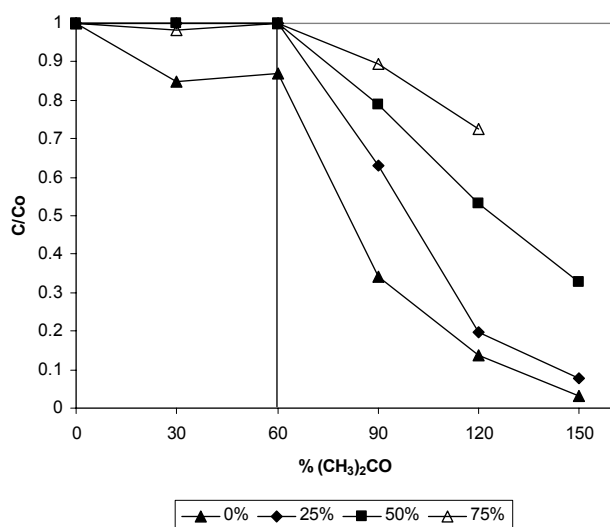


Slika 12. Uticaj koncentracije etil-alkohola na efikasnost fotodegradacije boje RO16 nakon 1.5 h ozračivanja (koncentracija boje = 50 mg/l, koncentracija TiO_2 = 2 g/l).

Figure 12. Influence of ethanol concentration on photodegradation efficiency of RO16 after 1.5 h of irradiation (dye concentration = 50 mg/l, TiO_2 concentration = 2 g/l).

etil-alkohola, brzina reakcije, pa i efikasnost fotodegradacije, raste. Porast brzine reakcije sa povećanjem koncentracije etil-alkohola ukazuje na činjenicu da hidroksi radikali nisu jedini odgovorni za fotodegradaciju boje nego da verovatno i valentne šupljine (h^+) reaguju sa molekulima adsorbovane boje na površini titan(IV)-oksida [4,15].

Za razliku od uticaja etil-alkohola, uticaj acetona (slika 13) takav je da sa porastom koncentracije dolazi do inhibicije reakcije fotodegradacije što je u potpunosti u skladu sa uticajem organskih rastvarača [14].



Slika 13. Uticaj koncentracije acetona na fotodegradaciju boje RO16 (koncentracija boje = 50 mg/l, koncentracija TiO₂ = 2 g/l).
Figure 13. Influence of different acetone concentration on photodegradation of RO16 (dye concentration = 50 mg/l, TiO₂ concentration = 2 g/l).

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata utvrđeno je da se reakcija fotodegradacije sintetske boje RO16 pomoću simulirane sunčeve svetlosti u prisustvu titan(IV)-oksida odvija brže u metil- i etil-alkoholu nego u vodi. U smeši sa vodom pri nižim koncentracijama, upotrebljeni organski rastvarači usporavaju reakciju fotodegradacije is-

pitivane boje. Prisustvo acetona, za razliku od upotrebljenih alkohola pri svim koncentracijama usporava reakciju fotodegradacije. Reakcija fotodegradacije prati kinetiku pseudo prvog reda kako u čistim rastvaračima tako i u smeši organski rastvarač:voda.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Ministarstvu za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije na finansijskoj pomoći u toku izrade ovoga rada (projekat TD71017B). Zahvaljujemo se i firmi Degussa od koje smo dobili komercijalni titan(IV)-oksid na poklon.

LITERATURA

- [1] E. Forgacs, T. Cserhati, G. Oros, *Environ. Int.* **30** (2004) 953-971.
- [2] I.K. Konstantinou, T.A. Albanis, *Appl. Catal., B: Environ.* **49** (2004) 1-14.
- [3] N. Daneshvar, D. Salari, A.R. Khataee, J. Photochem. Photobiol. Chem. **162** (2004) 317-322.
- [4] N. Daneshvar, D. Salari, A.R. Khataee, J. Photochem. Photobiol. Chem. **157** (2003) 111-116.
- [5] M. Karkmaz, E. Puzenat, C. Guillarad, J.M. Herrmann, *Appl. Catal., B: Environ.* **51** (2004) 183-194.
- [6] D. Mijin, M. Radulović, D. Zlatić, P. Jovančić, *CI&CEQ* **13** (2007) 179-185.
- [7] I. Poulios, I. Aetopoulou, *Environ. Tech.* **20** (1999) 479-487.
- [8] S. Bilgi, C. Demir, *Dyes Pigments* **66** (2005) 69-76.
- [9] <http://www.sigmaldrich.com/catalog/search/ProductDetail/SIAL/306509>
- [10] www.abtkimya.com/remazollevafixprocion.pdf
- [11] N. Gueattai, H. Ait Amar, *Desalination* **182** (2005) 439-448.
- [12] N. Daneshvar, M. Rabbani, N. Modeirshahla, M. A. Behnajady, J. Photochem. Photobiol. Chem. **168** (2004) 39-45.
- [13] M. Valero, J. Photochem. Photobiol. Chem. **163** (2004) 159-164.
- [14] G.A. Epling, C. Lin, *Chemosphere* **46** (2002) 937-944.
- [15] Y. Chen, S. Yang, K. Wang, L. Lou, J. Photochem. Photobiol. Chem. **172** (2005) 47-54.

SUMMARY**SOLVENT EFFECTS ON PHOTODEGRADATION OF CI REACTIVE ORANGE 16 BY SIMULATED SOLAR LIGHT**

Dušan Ž. Mijin, Dragana Z. Zlatić, Gordana S. Ušćumlić, Petar M. Jovančić

Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, Belgrade

Professional paper

Organic solvents may appear in wastewaters and other industrial waste streams containing dyes, therefore, their photodegradation catalyzed by TiO_2 should be investigated. Solvent effect on photodegradation of CI Reactive Orange 16 has been studied using simulated solar light and P-25 TiO_2 . Methyl, ethyl and isopropyl alcohol as well as acetone were used as solvents. Photodegradation reaction was faster in methyl than in ethyl alcohol while in water was the slowest. RO16 photodegradation efficiency and reaction rate decreased in the presence of small concentration of ethanol. Higher photodegradation efficiency was observed for higher ethanol concentration. For acetone, photodegradation decreased as concentration of acetone increased. It seems that protic solvents at higher concentrations promote reaction, while at low concentrations slow down reaction. Aprotic solvents slow down reaction.

Key words: Synthetic Dye • Titanium Dioxide • Photodegradation • Photocatalysis

Ključne reči: Sintetska boja • Titan(IV)-oksid • Fotodegradacija • Fotokataliza