



**PETI NAUČNO-STRUČNI
SKUP POLITEHNIKA**

ZBORNİK RADOVA



**BEOGRADSKA
POLITEHNIKA**



Beograd, 13. decembar 2019. godine



PETI NAUČNO-STRUČNI SKUP
POLITEHNIKA

ZBORNİK RADOVA

Izdavač

Beogradska politehnika

Brankova 17, Beograd

www.politehnika.edu.rs

Za izdavača

prof. dr Vojkan Lučanin

Urednici sekcija:

dr Jelena Drobac

dr Ivana Matić Bujagić

dr Svetozar Sofijanić

dr Aleksandra Nastasić

dr Nenad Đorđević

Tehnička priprema i dizajn korica

Tim Beogradske politehnike

Dizajn logoa Skupa

Dušan Borović



BIOSORBENTI ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA IZ TEKSTILNE INDUSTRIJE

Marina Knežević¹, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu
Tanja Nikolić², Visoka tehnološko umetnička strukovna škola Leskovac
Ana Kramar³, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu
Matea Korica⁴, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu

Apstrakt: Jedna od najaktuelnijih tema u svetu je ekologija i zagađenje životne sredine. Ispuštanje toksičnih materija iz raznih industrijskih pogona u neposrednu okolinu dovodi do zagađenja vode, vazduha i zemljišta. U pogonima gde se proizvodni proces vrši uz mokru obradu veliki problem predstavljaju otpadne vode. Jedan od primera je proces bojenja u tekstilnoj industriji (gde postoji problem uklanjanja ostataka boja kao organskog zagađivača iz vode). Postoje različiti fizičko-hemijski i biološki postupci za prečišćavanje otpadnih voda. U tekstilnoj industriji se, pored otpadnih voda, generišu još dve vrste otpada a to su gasovi i čvrsti otpad. Najčešće korišćen postupak za prečišćavanje je adsorpcija.

Ključne reči: Ekologija, tekstilna industrija, otpadne vode, adsorpcija.

TEXTILE INDUSTRY WASTE WATERTREATMENT

Abstract: The current topic in the world is ecology, that is, preventing or at least reducing environmental pollution. The release of toxic substances from various industrial plants into the immediate environment causes pollution of water, air and soil. In plants where the production process is carried out with wet treatment, wastewater is a major problem. One example is the dyeing process in the textile industry (where there is a problem of removing dye residues as an organic pollutant from water). There are various physicochemical and biological processes for wastewater treatment. In the textile industry, in addition to wastewater, two more types of waste are generated, namely gases and solid waste. The most commonly used treatment method is adsorption.

Keywords: Ecology, textile industry, wastewater, adsorption.

1. UVOD

U današnje vreme, voda je globalni svetski problem, tema mnogobrojnih naučnih istraživanja, stručnih ekspertiza i političkih rasprava. Iz svega toga proizlazi samo jedan zaključak – voda je postala najznačajniji strateški resurs XXI veka. Voda je zapravo poslednji obnovljivi prirodni resurs na našoj planeti. Voda koja je jednom iskorišćena u nekom proizvodnom procesu postaje otpadna voda koja us svom sastavu sadrži određene količine primesa. Sve karakteristike otpadne vode su potpuno izmenjene u odnosu na vodu koja je primarno bila uneta u proces. Zagađenje vode je

1 katarinac2008@gmail.com

2 tanjanikol@gmail.com

3 akramar@tmf.bg.ac.rs

4 mkorica@tmf.bg.ac.rs

ogroman ekološki problem jer su emitovanjem zagađenja u životnu sredinu ugrožena mora, jezera i podzemne vode a samim tim nastaje problem pitke vode čime je ugroženo zdravlje sadašnje i buduće populacije [1,2].

Tekstilna industrija spada među industrije sa najvećom potrošnjom vode u proizvodnom procesu, pa je samim tim i generator velikih količina otpadnih voda. U poslednje vreme su sve strožiji zahtevi za njihovo prečišćavanje i kontrolu. Otpadne vode iz tekstilne industrije nastaju u procesu pripreme sirovine, bojenja vlakana ili gotove tkanine, u procesima dorade gotovih tkanina, pa samim tim imaju promenljiv i heterogen sastav. Svakako je karakteristika svih otpadnih voda tekstilne industrije visoka obojenost i visok sadržaj organskih jedinjenja. Boje koje se koriste u procesu kao i pomoćna sredstva, predstavljaju organska jedinjenja koja izazivaju veliko zagađenje i obojenost otpadnih voda iz ove industrije. Zbog nepotpunog vezivanja boje za vlakna, proces bojenja nije dovoljno efikasan, pa industrijske otpadne vode nastale u tekstilnoj industriji sadrže velike količine sintetskih boja koje predstavljaju značajno i potencijalno opasno zagađenje. Uslovi za ispuštanje ovih voda u životnu sredinu su strogi i zato se velika pažnja posvećuje postupcima njihove prerade. Tretmani prečišćavanja otpadnih voda tekstilne industrije obuhvataju tretmane izdvajanja boje i mehaničkih nečistoća iz otpadnih voda nastalih tokom proizvodnih procesa. Uobičajeno se prečišćavanje vrši primenom fizičko-hemijskih metoda od kojih je najčešća primena hemijskog taloženja, koagulacije i adsorpcije na raznim neorganskim i organskim materijalima [3].

2. INDUSTRIJSKE OTPADNE VODE- OTPADNE VODE IZ TEKSTILNE INDUSTRIJE

Najčešće se otpadne vode dele na: domaće otpadne vode, industrijske otpadne vode, atmosferske vode, infiltracione vode, otpadne vode iz poljoprivrede, deponijske otpadne vode.[2].

Najveće količine otpadnih voda potiču iz sledećih grana industrije: hemijske, metalohemijske, metaloprerađivačke, prehrambene, tekstilne, papirne i od energetskih i termoenergetskih objekata.

U tekstilnoj industriji se, pored otpadnih voda, generišu još i gasovi i čvrsti otpad. Tri osnovne mere prevencije podrazumevaju kontrolu sirovina, održavanje i ispravno vođenje proizvodnje i konzervaciju vode. Otpadne vode tekstilne industrije sadrže vodu za čišćenje, procesnu vodu i vodu za hlađenje i sadrže smešu različitih hemikalija. Najveća količina otpadnih voda se proizvodi tokom pripreme, bojenja i dorade [4].

Brojne metode obezbojavanja se mogu primeniti za obradu otpadnih voda tekstilne industrije. One mogu biti biološke, fizičke ili hemijske ali se kao najefektivniji pokazao postupak adsorpcije jer se njegovom primenom mogu ukloniti mnoge vrste boja. Adsorpcija je najčešće korišćen fizičko-hemijski postupak pri kome se meša otpadna voda sa poroznim materijalom u obliku praha ili granula kao što su glina ili aktivni ugalj, ili otpadna voda prolazi kroz filtracioni sloj granulastog materijala. Ovim postupkom dolazi do adsorpcije zagađivača na površini adsorbenta. Na adsorpciju zagađivača utiče interakcija između zagađivača/adsorbenta, aktivna površina adsorbenta, veličina čestica, temperatura, pH i vreme kontakta. Najčešće se kao adsorbenti koriste aktivni ugalj, treset, konoplja, vuna, kora banane, kora pomorandže, pšenična slama, itd. Mehanizmi odgovorni za sorpciju mogu biti pojedinačni ili kombinacija sledećih procesa: jonska izmena, građenje kompleksa, fizička adsorpcija ili hemisorpcija, elektrostatička interakcija, mikrotaloženje, građenje helata itd, što umnogome zavisi od prirode samog biosorbenta, ali i osobina polutanta koji se uklanja [4,5].

3. BIOSORBENTI ZA PRERADU OTPADNIH VODA

Biomasa koja je do nedavno smatrana otpadom, postaje atraktivna i dobija primenu u postupku uklanjanja teških metala iz otpadnih voda tekstilne industrije. Na taj način se smanjuje potreba za formiranjem novih deponije, čime se doprinosi unapređenju i zaštiti životne sredine.

Biomasa, kao jeftin ali efikasan adsorbent, predstavlja dobro rešenje za uklanjanje metala, posebno teških metala iz vodenih rastvora. Različite vrste biosorbenata koje su smatrane za otpad dobijaju novu primenu i produžava im se životni ciklus [6].

Aktivni ugalj ima sposobnost adsorpcije ogromnog broja organskih i neorganskih jedinjenja iz vode. Pored toga, korišćenjem aktivnog uglja mogu se ukloniti neprijatni mirisi i ukusi, smanjiti mutnoća i tvrdoća vode, vezati mikroorganizme i produkte njihove aktivnosti, kao i ostatke nastale nakon njihovog razlaganja drugim tehnikama. Adsorpciona sposobnost aktivnog uglja se ogleda u njegovoj visoko razvijenoj poroznosti i hemijskoj reaktivnosti njihove površine.

Aktivni ugalj se može dobiti iz prirodnih sirovina bogatih ugljenikom organskog porekla. Najčešće koriste drvo, treset, kameni ugalj, kokosova ljuska. Međutim, veliki broj istraživanja se izvodi u cilju dobijanja aktivnog uglja iz biomase [7].

Sagorevanjem klipa kukuruza dobija se pepeo koji predstavlja jeftin materijal za prečišćavanje otpadne vode tekstilne industrije. U poređenju sa konvencionalnim adsorbentima, kapacitet pepela nastalog sagorevanjem klipa kukuruza je dovoljan. Adsorpcija na površini čestica pepela istraživana je korišćenjem dva modela: Langmuir-ov i Freundlich-ov. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da adsorpcija boje na pepelu kao adsorbentu ima potencijala za masovni postupak obrade otpada tekstilnih fabrika.

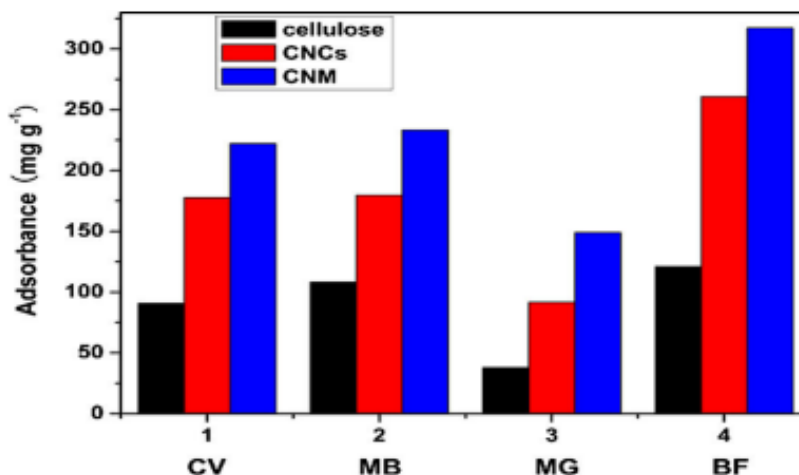
U laboratorijskim uslovima pepeo klipa kukuruza je pokazao odličnu sposobnost adsorpcije disperzne boje Tecocet Blau HWF boje iz vodenog rastvora. Sposobnost adsorpcije zavisi od pH vrednosti rastvora - niži pH ide u korist adsorpciji. Kotlovski pepeo se takođe može upotrebiti u ovu svrhu. Pepeo iz gradske toplane dobijen je sagorevanjem mrkog uglja. Posle sakupljanja i sušenja vrši se prosejavanje do veličine čestica od 0,5 mm. Sirovi pepeo se ispira velikim količinama destilovane vode, suši na vazduhu, prosava i tako pripremljen koristi. Najčešće se koristi za adsorpciju reaktivnih boja [8,9].

Već decenijama je poznato da vuna veoma efikasno vezuje jone metala, ali se tek poslednjih godina učinilo nešto više u pogledu praktičnog iskorišćenja ovih sredstava. Sorpciona svojstva materijala zavise od niza faktora među kojima se ističu poroznost, specifična površina, i sadržaj odgovarajućih funkcionalnih grupa na površini sorbenta. Zahvaljujući specifičnoj strukturi i složenom hemijskom sastavu vuna pokazuje višestruko funkcionalna sorpciona svojstva, pa se može uspešno koristiti kao sorbent za jone metala, molekule boja ili nafte i naftnih derivata [10].

Biokompoziti na bazi celuloznih vlakana naslojeni mangan-dioksidom (MnO_2) su takođe dobri adsorbenti za prečišćavanje otpadnih voda. Pored uklanjanja boja iz vodenih rastvora, moguće je i uklanjanje metala. Jedan od primera je biokompozit koji je u osnovi mikrokristalna celuloza naslojena MnO_2 koji se koristi za uklanjanje olova iz vodenog sistema. Efikasnost adsorpcije u ovom slučaju zavisi od pH vrednosti, koncentracije Pb, temperature rastvora i kontaktnog vremena [11,12].

U proizvodnim procesima u tekstilnoj industriji postoji i mnogo proizvodnog otpada koji se može daljim modifikovanjem učiniti upotrebljivim za različite namene. Jedan od takvih primera su kratka i zamršena vlakna konoplje koja se dobijaju kao otpad a predstavljaju jeftin lignocelulozni biosorbent za efikasno uklanjanje teških metala iz vodenih rastvora [13].

Takođe, i derivati celuloze se mogu koristiti kao adsorbenti za preradu otpadnih voda. Nanokristalna celuloza se pokazala kao dobar adsorbent za di- i tri-fenilmetinske boje, odnosno za kristal ljubičasto, metilen plavo, malahitno zeleno i bazni fuksin. Celuloza se koristi za uklanjanje katjonskih boja iz otpadnih voda, kao i kristalno ljubičaste, metilen plave, malahitno zelene i baznog fuksina. Na slici 1. su prikazani rezultati količine adsorbirane boje celuloze i njenih modifikovanih oblika za prethodno pomenute boje [14].



Slika 1. Rezultati količine adsorbovane boje celuloze i njenih modifikovanih oblika za uklanjanje kristalno ljubičastog (CV), metilen plavog (MB), malahitno zelenog (MG) i baznog fuksina (BF) [14]

4. ZAKLJUČAK

S obzirom da su prirodni sorbenti često otpad i nemaju ekonomsku vrednost (lako su dostupni i imaju nisku cenu), a i poprilično su efikasni u otklanjanju jona metala i boja iz vodenih rastvora, može se zaključiti da sorpcija biosorbentima postaje potencijalna alternativa postojećim konvencionalnim tehnologijama za prečišćavanje industrijskih otpadnih voda. Bez obzira na vrstu adsorbenta, na vrstu otpada, za prečišćavanje otpadnih voda je izuzetno važno i nalaženje optimalnih parametara optimalnih procesa prečišćavanja, tj. treba voditi računa o količini adsorbenta, pH vrednosti rastvora, temperature i vremenu tretmana.

LITERATURA

- [1] Povrenović D.: *Osnovi tehnologije pripreme vode*, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 2011.
- [2] Blagojević T.: *Otpadne vode kao ekološki problem*, Fakultet tehničkih nauka, Čačak
- [3] Dajić A., Mijin D., Grgur B., Mihajlović M., Jovanović M.: *Obezbojavanje otpadnih voda iz tekstilne industrije korišćenjem cevnih mikroreaktora*, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
- [4] Radetić M.: *Ekologija u tekstilnoj industriji*, Beograd, 2012.
- [5] Lopičić Z., Milojković J., Šošarić T., Petrović, Mihajlović M., Lačnjevac Č., Stojanović M.: *Uticaj pH vrednosti na biosorpciju jona bakra otpadnom lignoceluloznom masom koštice breskve*, Beograd (2013)
- [6] Milojković J., Stojanović M., Ristić M.: *Biosorpcija kao nova biotehnologija u funkciji očuvanja i uravnoteženog korišćenja biodiverziteta*, ITNMS, Beograd
- [7] Momčilović M.: *Kinetički i ravnotežni parametri adsorpcionih procesa pri uklanjanju pojedinih štetnih katjonskih sastojaka iz vodenih rastvora aktivnim ugljivima dobijenih hemijsko-termičkom obradom srži ploda divljeg kestena i šišarke crnog bora*, Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet, departman za hemiju, Niš, 2012.
- [8] Mizdraković M., Šmelcerović M., Đorđević D.: *Korišćenje pepela klipa kukuruza za dekolizaciju otpadne vode posle bojenja tekstila*, Naučni rad UDK 628.31:677.027 = 163.41, Tehnološki fakultet, Leskovac
- [9] Đorđević D., Stojković D., Stamenković G., Šmelcerović M.: *Kinetika adsorpcije reaktivne boje na pepelu*, Zbornik radova Tehnološkog fakulteta u Leskovcu, ISSN 0352-6542

- [10] Radetić M., Jocić D., Jovančić P., Rajaković Lj.: *Sorpciona svojstva vune*, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, Pregledni rad, 677.31.004.12:541.183
- [11] Wang Y., Zhang X., He X., Zhang W., Zhang X., Lu C.: *In situ synthesis of MnO₂ coated cellulose nanofibres hybrid for effective removal of methylene blue*, Carbohydrate Polymers, 2014., 110: 302-308.
- [12] Jiao C., Tao J., Xiong J., Wang X., Zhang D., Lin H., Chen Y.: *In situ synthesis of MnO₂- loaded biocomposite based on microcrystalline cellulose for Pb²⁺ removal from wastewater*, Cellulose, 2017, 24: 2591-2604.
- [13] Milivojević M., Pejić B., Vukčević M., Kostić M.: *Novi biosorbent na bazi vlakna konoplja (Cannabis sativa) i Ca-alginata za uklanjanje jona olova i cinka*, Zaštita materijala, 2018., 59 (1), 67-76
- [14] Qiao H., Zhou Y., Yu F., Wang E., Min Y., Huang Q., Pang L., Ma T.: *Effective removal of cationic dyes using carboxylate-functionalized cellulose nanocrystals*, Institute of Environmental and Analytical Science, Henan University, 2015., 25, 508-515.