

Mezinárodní konference NINE 2023

 04.09.2023

INTERNATIONAL CONFERENCE NINE 2023

Marek Nechvátal¹, Karel Klouda¹

¹Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., nechvatal@vubp.cz; klouda@vubp.cz

nanočástice

nanotechnologie

životní prostředí

bezpečnost a ochrana zdraví při práci

konference

Abstrakt

Článek shrnuje vybraná témata 5. mezinárodní konference Nine 2023 konané v červnu v italských Benátkách, která se věnují problematice inovativních aplikací pro životní prostředí založených na nanotechnologiích.

Klíčová slova: nanočástice, nanotechnologie, životní prostředí, bezpečnost a ochrana zdraví

Abstract

The article summarizes the selected topics of the 5th Nine 2023 international conference held in June in Venice, Italy, which are devoted to the issue of innovative applications for the environment based on nanotechnology.

Keywords: nanoparticles, nanotechnology, environment, safety and health protection

Inovativní aplikace pro životní prostředí založené na nanotechnologiích - sumarizace jednotlivých příspěvků prezentovaných na konferenci

Aplikací nanomateriálů na terciární čištění průmyslových odpadních vod kontaminovaných syntetickými organickými barvivy

Průmyslové odpadní vody kontaminované syntetickými organickými barvivy jsou velkou environmentální hrozbou, která vyžaduje úpravu a minimalizaci znečištění suchozemských vodních zdrojů při jejich opětovném zavádění do recipientů. V posledních desetiletích k této cestě přispěly pokroky v nanotechnologiích, které umožňují aplikaci nanomateriálů (NM) navržených v různých technikách zpracování. Cílem tohoto příspěvku bylo ověření trendů souvisejících s aplikací NM na terciární čištění průmyslových odpadních vod kontaminovaných syntetickými organickými barvivy pomocí metody Technology Roadmapping (TRM). Vědecké články a patentové dokumenty na toto téma byly extrahovány z databází WIPO PatentScope, PatentInspiration, INPI a Scopus s celkem 215 vědeckými články,

27 udělenými patenty a 52 požadovanými patenty, které byly považovány za relevantní a analyzovány. Prostřednictvím této studie bylo možné identifikovat hlavní země a univerzity z hlediska technicko-vědecké produktivity, jako je Čína, Indie a Saúdská Arábie, zastoupené Čínskou akademií věd, Amity University a King Abdulaziz University. V krátkodobém, střednědobém a dlouhodobém horizontu existuje tendence k diverzifikaci surovin se studii zaměřenými na využití minerálních, syntetických, biologických a zbytkových vstupů. Kromě toho existuje také tendence k hledání hybridních a multifunkčních NM, k překonání existujících potíží v jejich nezávislých formách, které splňují očekávání trhu. [1]

Potenciál extraktů z mořských řas

Zelená syntéza kovových nanočástic je ekologický a slibný přístup pro různé aplikace včetně stříbrných nanopesticidů s extraktem z mořských řas. Cílem výzkumu bylo syntetizovat nanočástice stříbra (AgNPs) pomocí extraktu z červené mořské řasy *Chondracanthus chamissoi* a vyhodnotit jejich antimykotické vlastnosti. Metodika spočívala ve vodné extrakci mořských řas a kombinaci s roztokem AgNO_3 za horka. Krystalinita, morfologie a chemické složení byly studovány pomocí XRD, SEM a EDS. Protiplísňové testy byly provedeny na houbě *Fusarium Solani*, v laboratorních podmínkách byly aplikovány tři dávky AgNP (10 %, 20 % a 30 %). Difraktogram odhalil AgCl jako hlavní fázi a Ag jako sekundární fázi. SEM ukázal částice AgCl o velikosti ~350 nm a sférické nanočástice Ag (NP) o velikosti ~55 nm, zatímco AgNPs zdobily struktury AgCl. Tato velikost AgCl by mohla souviset s částečnými redukcemi nebo nezreagovanými ionty. Antifungální aktivita ukázala větší účinnost AgNPs, zvýšení dávky AgNPs snížilo růst *F. solani*. To znamená, že AgNP produkované zelenou syntézou za použití červené mořské řasy *Chondracanthus chamissoi* mohou být přínosné v procesu při aplikaci jako antifungálního produktu. [2]

Výroba titanových nanočástic

V této práci byly syntetizovány fotokatalyticky aktivní nanočástice oxidu titanu pro úpravu kontaminované vody pod viditelným světlem. Byly provedeny různé syntézy a dopingové techniky na bázi Ag, Sr a Fe (hlavně hydrotermální a sol-gel metody). Adsorpční a fotokatalytické vlastnosti byly studovány testováním v dávkovém režimu pro dekontaminaci roztoku syntetické methylenové modři (použitého jako modelový kontaminant) s použitím jednoduché 13W LED žárovky jako zdroje světla. Nejlepším materiálem z hlediska aktivity (vysoká kinetika úběru) a jednoduchosti syntézy byl oxid titaničitý dopovaný Fe metodou "pevného stavu". Tato metoda umožnila syntézu nanočástic titanu o velikosti asi 70 nanometrů s Fe^{3+} účinně nahrazujícím atomy titanu (Ti^{4+}) v krystalickém objemu titanu. Bylo zjištěno, že kinetický model pseudo-prvního řádu představuje chování experimentálních dat. [3]

Vlastnosti ligninu

Uhlíkaté sloučeniny jsou udržitelné a vysoce hojné materiály, které mohou nahradit v současnosti používané kovové nebo anorganické materiály, jejichž používání s sebou nese překážky. Uhlíkové materiály jsou fyzikálně chemicky stabilní a mají také další zajímavé vlastnosti, jako je elektrochemická vodivost, v důsledku jejich jednoduché, ale účinné struktury. Vytváření kompozitů s těmito materiály může ještě více podpořit jejich využití v různých aplikacích. To je zvláště zajímavé, když jsou tyto další materiály také ekologicky udržitelné, jako je například lignin. I když je lignin v současnosti považován za průmyslový odpad, má mnoho zajímavých vlastností, jako je vysoká aromaticita a redoxně aktivní části. Kombinací těchto dvou zelených materiálů lze získat sloučeninu se zlepšenými vlastnostmi, zajímavou pro aplikace uchovávání energie, protože nefaradická povaha uhlíku se snoubí s faradaickou povahou redoxních skupin ligninu. Ultrazvukové síly (US) byly použity pro povrchovou depozici jak průmyslově dostupného sulfátového ligninu (KL), tak organosolvového ligninu extrahovaného v laboratorním měřítku (OL). Komerčně dostupné aktivní uhlí (AC) bylo chemicky ošetřeno, aby mohl být pozorován vliv na účinnost ukládání a morfologické variace. Dále byl studován vliv ligninového typu. Tyto materiály byly charakterizovány Fourierově transformovanou infračervenou spektroskopií (FTIR), mikroskopií atomových sil (AFM), dynamickým rozptylem světla (DLS) a termogravimetrickou analýzou (TGA).

Tyto metody byly účinné pro ověření jak chemické modifikace uhlíku, tak depozice ligninu, přičemž byly schopny určit i rozdíly v těchto jevech v závislosti na povrchu použitého uhlíku a typu ligninu. [4]

Senzorové platformy na bázi nanocelulózy pro detekci iontů těžkých kovů

V posledních letech vzbuzuje vážné znepokojení znečištění vodních zdrojů ionty těžkých kovů (HMI), způsobené průmyslovým rozvojem. Rozpoznání takových iontů ve vodě je extrémně důležité, protože jejich přítomnost v nepatrném množství může způsobit vážné zdravotní problémy. Senzory na bázi nanocelulózy v poslední době přitahují značnou pozornost kvůli svým jedinečným fyzikálním a chemickým vlastnostem. Tato práce je věnována vývoji HMI senzoru na substrátu z celulóзовých nanovláken (CNF), izolovaných z bělené celulóзовé buničiny pomocí vysokotlakého homogenizátoru (HPH). Obrázky získané z elektronové mikroskopie a mikroskopie atomárních sil (AFM) prokázaly účinnost metody aplikované na vytváření jednotlivých nanovláken. Získané CNF byly doplněny zlatými nanočásticemi (AuNP) a použity pro detekci kadmia (Cd^{2+}), olova (Pb^{2+}), hliníku (Al^{3+}) a mědi (Cu^{2+}). Výkon získaného vzorku byl testován porovnáním spekter vzorku před a po vystavení výše uvedeným HMI. Změna píku absorpce spektra při ~ 530 nm, shromážděná pomocí ultrafialové spektrofotometrie (UV-VIS), prokázala účinnost snímání nanokompozitu. [5]

Využitelnost nanobublinek při čištění odpadních vod

Zhoršování kvality vody je vážným problémem, se kterým se životní prostředí nadále potýká v důsledku vypouštění nečištěných odpadních vod do vodních útvarů. Současný systematický přehled a metaanalýza hodnotila účinnost mikro/nanobublinek (MNB) při čištění znečištěných odpadních vod ve vztahu k BSK a CHSK. Výzkum byl kvantitativního přístupu, aplikovaného typu a neexperimentálního designu. Vědecké články byly shromážděny z databází Scopus a Web of Science v období od ledna 2011 do listopadu 2021. Výsledky ukázaly, že bylo zahrnuto pouze pět výzkumů, které byly podrobeny metaanalýze. Tyto studie ukázaly, že čištění pomocí MNB dosáhla odstranění mezi 69 až 100 % a 68 až 99 % pro BSK5 a CHSK, v daném pořadí. Nejlepší účinnosti odstraňování (97 % CHSK a 100 % BSK5) bylo dosaženo při vědeckém výzkumu Rameshkumara [6]. Nakonec se dochází k závěru, že MNB účinně snižují znečišťující látky přítomné v odpadních vodách. [7]

Použití kovových nanočástic při sanaci půd kontaminovaných As a Pb

Použití kovových nanočástic pro environmentální aplikace je velmi zajímavé kvůli jejich fyzikálním a chemickým vlastnostem, které jim umožňují působit jako imobilizační činidla v půdách kontaminovaných těžkými kovy. Cílem tohoto výzkumu bylo zhodnotit účinnost kovových nanočástic při sanaci půd kontaminovaných arsenem (As) a olovem (Pb) pomocí systematického přehledu a metaanalýzy. Pro systematický přehled byl shromážděn vybraný výzkum z databází Scopus, Web of Science a ScienceDirect publikovaných mezi lednem 2010 a zářím 2020. Pro metaanalýzu zahrnutých studií byl použit software Review Manager 5.4 (RevMan) a statistická data byla interpretována s rozsahy hodnot podle Higginse & Greena (2011) s 95% intervalem spolehlivosti. Výsledky ukázaly, že kovové nanočástice jsou dobrými adsorbenty a redukčními činidly, které mají vyšší účinnost při velikostech menších než 100 nm. Studie zahrnuté pro metaanalýzu ukázaly heterogenitu 60 % pro As a 0 % pro Pb. Nakonec se dospělo k závěru, že kovové nanočástice jsou účinné pro sanaci půd kontaminovaných As a Pb, přičemž procento odstranění je vyšší než 80 %. [8]

Nanomateriály z rodiny uhlíku

Rozvoj výzkumu nanomateriálů v posledních letech zvýšil počet jejich různých aplikací téměř ve všech možných oblastech, od elektrod přes membrány až po sportovní vybavení a oblečení. Grafen, oxid grafenu (GO) a redukovaný oxid grafenu (rGO) jsou stále populárnější především díky svým mimořádným vlastnostem a struktuře. Tento příspěvek shrnuje možné využití oxidu grafenu k zachycení bakterií a virů a další potenciální aplikace, zejména s ohledem na probíhající koronavirovou krizi. [9]

Aplikace nanočástic stříbra pro zlepšení kvality odpadních vod

Voda používaná v průmyslu se stává odpadní vodou a je vypouštěna do vodních útvarů nebo půdy bez předchozí úpravy, aby se zmírnilo znečištění životního prostředí. Cílem tohoto výzkumu bylo zhodnotit procento zlepšení kvality odpadních vod z koželužského průmyslu aplikací nanočástic stříbra (AgNPs) získaných zelenou metodou. Ošetření bylo provedeno nanočásticemi stříbra syntetizovanými s extraktem *Aloysia triphlla*. V důsledku toho se chemická spotřeba kyslíku (CHSK), biochemická spotřeba kyslíku (BOD), oleje a tuky (O a G), celkové nerozpuštěné látky (TSS) a *Escherichia coli* snížily o 93,38, 93,27, 77,71, 91,78 a 100 %, respektive po 30 minutách ošetření. Výsledky ukázaly, že technologie nanočástic stříbra byla účinná pro zlepšení fyzikálně-chemických a mikrobiologických parametrů odpadních vod koželužského průmyslu, ale toto by mělo být dále prozkoumáno navržením jiných provozních podmínek, jako jsou jiné dávky nanočástic stříbra. To dokazuje, že nanotechnologie je životaschopnou alternativou s ekologickými výhodami pro čištění průmyslových odpadních vod při použití nanočástic získaných metodami šetrnými k životnímu prostředí. [10]

Využití pevných odpadů v průmyslových a environmentálních procesech

Zplyňování odpadů je považováno za jednu z nejslibnějších potenciálních cest pro výrobu topného plynu, protože představuje jeden z nejvýkonnějších a nejspolehlivějších přístupů pro konverzi biomasy. Dehet je nežádoucí, ale nevyhnutelný vedlejší produkt zplyňovacích procesů. Který nejen že snižuje celkovou účinnost přeměny energie, ale také vede k potenciální kontaminaci a problémům s ucpáváním, proto je nanejvýš důležité jej odstranit. Dehet lze přeměnit na plyny katalytickým krakováním, které se stalo horkým výzkumným tématem v technologiích pyrolýzy a zplyňování biomasy. Různé katalyzátory krakování dehtu byly rozsáhle studovány a současné pokroky ve studiu nanomateriálů přitáhly velký zájem o jejich katalytické vlastnosti ve srovnání s jejich objemovými protějšky: zejména nanočástice na bázi přechodného kovu na nosiči vykazují nejlepší katalytické vlastnosti pro krakování dehtu. Tato práce poskytuje komplexní přehled nejslibnějších nanokatalyzátorů pro odstraňování dehtu uvedených v literatuře: shrnuje různé metody syntézy a katalytické vlastnosti vyrobených nanokatalyzátorů, a tak poskytuje užitečné informace pro pochopení nejslibnějších cest účinné konverze biomasového dehtu na hořlavý plyn. [11]

Toxický účinek nanotextilí jako odpadu z respirátorů a roušek

V posledních letech se výskyt nanotextilí v důsledku situace Covid-19 po celém světě zvýšil. Nanotextilie se využívají ve formě obličejových masek a respirátorů, které jsou zdrojem znečištění životního prostředí nanočásticemi. Cílem tohoto příspěvku bylo provedení ekotoxikologických testů podle evropských norem a české legislativy. Nejprve jsou stručně popsány netkané textilie a představen malý planktonní korýš (*Daphnia magna* S.). Druhá část je zaměřena na samotné experimenty a jejich výsledky. Ve všech případech měly testované nanotextilie na organismy netoxický účinek, ale byla vidět reakce. Pro vysvětlení a upřesnění účinků budou provedeny další testy. [12]

Použitá literatura

[1] MONTEIRO, Lívia Gomes, et al. Technology roadmap: Nanomateriais aplicados ao tratamento terciário de águas residuais industriais contaminadas por corantes orgânicos sintéticos. 2022.

- [2] CASTILLO VARGAS, Deyanira Kassandra. Potencial antifúngico de extractos de algas marinas (*Gelidium amansii* y *Chondracanthus chamissoi*) para inhibir el hongo *Fusarium Solani* de la papa, Lima. 2019.
- [3] ROSA, Domenico ...[et al.]. Easy way to produce iron-doped titania nanoparticles via the solid-state method and investigation their photocatalytic activity. *Journal of Materials Research*. 2023, vol. 38, no. 5, s. 1282-1292.
- [4] IZAGUIRRE, Nagore ...[et al.]. Fine-tune of lignin properties by its fractionation with a sequential organic solvent extraction. *Industrial Crops and Products*. 2022, vol. 175, 114251.
- [5] LANGARI, Mahsa Mousavi; ANTXUSTEGI, M. Mirari; LABIDI, Jalel. Nanocellulose-based sensing platforms for heavy metal ions detection: a comprehensive review. *Chemosphere*. 2022, vol. 302, 134823.
- [6] RAMESHKUMAR, C. ...[et al.]. Generation and characterization of nanobubbles by ionization method for wastewater treatment. *Desalination and Water Treatment*. 2019, vol. 164, s. 98-101.
- [7] BELAHONIA TALLEDO, Renato Leonel; GARCIA ESPEJO, Lucero Marielena. Uso de micro/nanoburbujas para el tratamiento de efluentes contaminados: una revisión sistemática y metaanálisis. 2021.
- [8] GUADALUPE SANDOVAL, Geraldine Karito; ROJAS DÍAZ, Sheyla Thalía. Revisión sistemática y meta-análisis sobre el uso de nanopartículas metálicas en la remediación de suelos contaminados con As y Pb. 2020.
- [9] ROUPCOVA, Petra, et al. Carbon family nanomaterials: new applications and technologies. *Acta Chimica Slovaca*. 2020, vol. 13, no. 1, s. 77-87.
- [10] TAFUR RIVERA, Lorena. Tecnologías de cavitación hidrodinámica y nanopartículas de plata para la mejora de la calidad de aguas residuales industriales, Lima, 2019.
- [11] TRINCA, Antonio ...[et al.]. Recovery of Solid Waste in Industrial and Environmental Processes. *Energies*. 2022, vol. 15.19, 7418.
- [12] SLANÝ, Jan. Toxický účinek nanotextílií jako odpadu z respirátorů a roušek. 2022.

Vzorová citace

NECHVÁTAL, Marek; KLOUDA, Karel. Mezinárodní konference NINE 2023. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online]. 2023, roč. 16, č. 1-2. Dostupný z: <https://www.bozpinfo.cz/josra/mezinarodni-konference-nine-2023>. ISSN 1803-3687.

Autor článku:

[Ing. Marek Nechvátal](#)

[doc. Ing. et Ing. Karel Klouda, CSc., Ph.D., M.B.A.](#)