

Ing. Oleg Lysytschuk, CSc.  
H+A Eco CZ s.r.o.  
Doc. RNDr. Radek ZBOŘIL, Ph.D.,  
Palackého univerzita Olomouc

# Nové technologie na úpravu a čištění vod

## New Technologies for (Waste) Water Treatment and Cleaning

Recenzent  
Prof. Ing. Karel Hemzal, CSc.

Příspěvek v úvodu popisuje fyzikální a chemické vlastnosti vody vztažené k teplotě okolí.

V další části se autoři věnují úpravě a čištění odpadních vod s využitím nanočástic nulamocného železa, především při likvidaci těžkých kovů.

**Klíčová slova:** voda, nanočástice, nanoreaktor, čištění vody

The author describes physical and chemical properties of water in the relation to the surroundings temperature in the introduction of his article.

Authors attend to treatment and cleaning waste water with utilization of nano-corpuscles of the zero-potent iron during the liquidation of heavy metals above all, in the further part of the article.

**Key words:** water, nano-corpuscule, nano-reactor, water treatment

### ÚPRAVA A ČIŠTĚNÍ VODY S VYUŽITÍM NOVÝCH TECHNOLOGIÍ

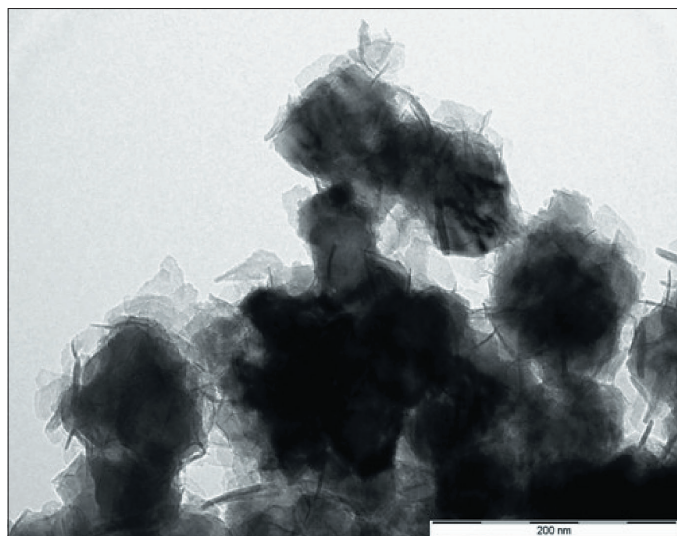
Voda je základem života na Zemi, a proto je nutno věnovat kvalitě jak povrchových, tak i pitných vod mimořádnou pozornost. Již nyní se v řadě států projevuje nedostatek vody nehledě na nedostatek kvalitní pitné vody. Tento deficit by mohl v budoucnosti vyvolat značné sociální konflikty.

Zdravé prostředí je velmi závislé na kvalitě čištění průmyslových a komunálních odpadních vod, kultuře a zpracování odpadů, způsobených člověkem.

Z tohoto důvodu autoři článku zaměřili své úsilí na vývoj nových technologií a výrobu zařízení, spojených s úpravou a čištěním vod. Tento vývoj byl realizován v rámci projektu AV ČR, program „Nanotechnologie pro společnost“, KAN 115600801 „Nové technologie přípravy a využití nanočástic na bázi oxidů železa pro ekologické, průmyslové a lékařské aplikace“. Řešitelem je Doc. RNDr. Radek Zbořil, Ph.D. z Palackého univerzity a spoluřešitelem je Ing. Oleg Lysytschuk.

V současné době vlastní autoři řadu nových technologií na úpravu a čištění vody a čištění plynů, které jsou patentově chráněny na území ČR a EU.

Velmi zajímavá je technologie na úpravu a čištění vody využívající nanočástic nulamocného železa Fe<sup>0</sup> o velikosti 20 až 280 nm a specifické ploše povrchu do 45 m<sup>2</sup>/g.



Obr. 1 – nulamocné železo

Pro úpravu a čištění vody s využitím nanočástic nulamocného železa byl vyvinut turbulentně-labyrintní reaktor, ve kterém jsou z vody odstraňovány organické i anorganické kontaminanty. Nanočástice železa jsou do reaktoru, ve kterém je z důvodu minimalizace oxidace železa atmosférickým kyslíkem zamezeno jeho přístupu, dávkovány v potřebném množství a poskytují elektrony, tj. fungují jako redukční činidlo. Z hlediska přítomných kontaminantů tedy slouží kontaminant jako akceptor elektronu a elementární železo jako donor elektronu. Rychlost reakce závisí na množství dostupných elektronů, takže rychlost reakce roste se zvětšujícím se specifickým povrchem nanočástic elementárního železa. Je zjevné, že se zmenšující se velikostí nanočástic elementárního železa se zvětšuje specifický povrch, tím jejich reaktivita a v konečném důsledku i účinnost dekontaminačního procesu. Při rozkladu kontaminantů jsou korozí železa produkovány železnaté ionty a vodík, které jsou redukčními činidly k přítomným kontaminantům. Nanočástice železa postupně oxidují na oxidy železa a společně s nerozpustnými zbytky kontaminantů jsou zachyceny na filtru nebo v sedimentační nádrži. Současně na povrchu oxidovaných nanočástic železa adsorbují ionty prvků, např. těžkých kovů, nacházejících se v čištěné vodě. Nanočástice neob-

Tab. 1 Vybrané výsledky z dosavadních zkoušek

Vstup v mg/l	Výstup v mg/l	%	Uran
4,9	0,021	99	
Železo	60,8	0,01	99
Mangan	1,1	0,2	82
Chrom	0,7	0,01	86
Měď	0,13	0,01	93
Nikl	0,15	0,05	67
Zinek	0,84	0,02	98
Fosfor celkový	33,8	18,3	46
Arsen	4,8	0,071	98,5
Vinylchlorid	1 600,0	80,7	95
1,1-Dichlorethylen	9,8	0,3	97
1,2-trans-Dichlorethylen	2,2	0,3	86
Amonné ionty	12,5	0,05	99
Fluoridy	21,2	0,27	98
Oxid křemičitý	183,0	9,41	95
Vápník	499,0	62,3	88
Sodík	80,1	31,1	62
Pesticidy+herbicidy	0,1 µg	> 0,003 µg	98

sahují žádné toxické nebo škodlivé látky a splňují veškeré hygienické normy.

Nanoreaktor nevyžaduje obsluhu ani nespotřebovává elektrickou energii. Veškeré fyzikální procesy probíhají díky kinetické energii proudu vody dodávaného hnacím čerpadlem a díky speciální konstrukci reaktoru. Nanoreaktor může být instalován do všech stávajících málo výkonných úprav a čistíren vod a podle potřeby vhodně zakomponován do existujících technologických řetězců.

Způsob čištění vody pomocí nanočástic nulamocného železa je využitelný v:

- úpravě pitné vody
- přípravě technologické vody
- čištění průmyslových odpadních vod
- čištění komunálních odpadních vod
- stávajících málo výkonných čistících zařízeních

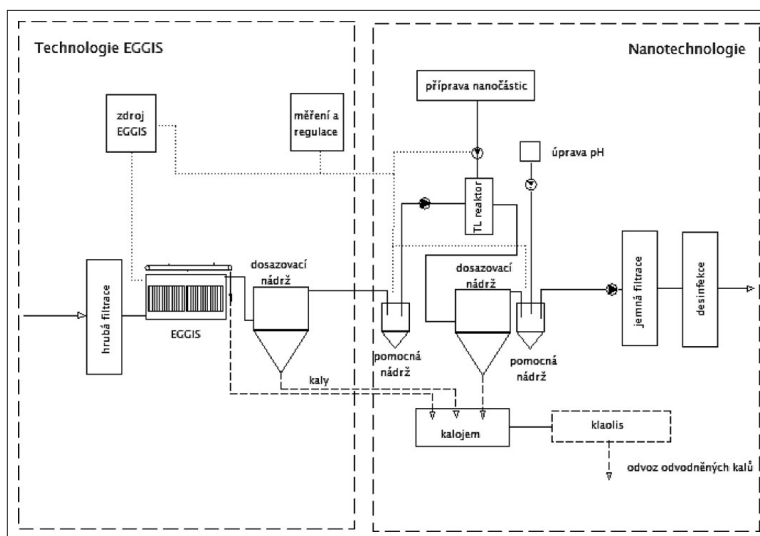
Hlavní přednosti technologie:

- vysoká účinnost v likvidaci těžkých kovů v širokém rozsahu koncentrací
- schopnost likvidace komplexů kovů
- nízká energetická náročnost
- malé nároky na prostor a obsluhu
- nízké provozní náklady v porovnání s klasickými technologiemi

Účinnost čištění různých typů vod pomocí nanoreaktoru byla pozorována a vyhodnocována po dobu 4 měsíců firmou PÖYRY Environment a. s. a to Dr. Jaroslavem Sojkou. Na základě výsledné zprávy obdrželi autoři certifikát TÜV.

V rámci využívání nových technologií v úpravě a čištění vod byl vyvinut elektroimpulzní blok EGGIS, chráněný na území ČR Užitným vzorem č. 13 729. Spojením obou technologií vznikl kompaktní technologický celek NAGGIS, kde blok EGGIS vykonává funkci předčišťující jednotky a blok Nanotechnologie dočišťující jednotky. Využití bloku EGGIS současně přispívá k redukci dávkovaných nanočástic do turbulentně-labyrintního reaktoru.

Uvedená technologie má řadu výhod před tradičními metodami úpravy a čištění vod – vysoká úroveň úpravy a čištění vody, nízké investiční náklady a jednoduchá obsluha.



Obr. 2 – Schéma kompletní technologie



Obr. 3 – Zkušební zařízení o kapacitě 0,5 m<sup>3</sup>/h umístěné v prostorách vědecko-technického parku Palackého univerzity

Kontakt na autory: [vedeni@ecocz.cz](mailto:vedeni@ecocz.cz), [evzen.jachan@aquazet.cz](mailto:evzen.jachan@aquazet.cz)

### Použité zdroje:

[1] Lysytchuk, O., Užitný vzor č. 19389

### \* Čištění odpadních vod galliovým koagulantem

Náhrada jednoho hliníkového atomu atomem gallia v hliníkovém koagulantu výrazně zvýšila účinky odstraňování bakteriofágů při čištění vod z řeky Rio Grande.

Zprávu zveřejnili američtí vědci ze Sandia National Laboratories v Albuquerque (NM). Zde srovnávali vliv přísad gallia a germania na účinky dlouhodobě používaných hliníkových koagulantů při čiření vody z řeky Rio Grande pro veřejnou potřebu a vody před návratem do přírody. Výsledky byly publikovány v červnových číslech časopisů Environmental Science & Technology a Chemical & Engineering News.

Experimenty prokázaly, že výměna jediného atomu hliníku v klastru atomů koagulantu hydroxidu hlinitého atomem gallia výrazně zvyšuje jeho schopnost odstranění virálních, bakteriálních a organických i anorganických kontaminantů při čištění vody. Očekávaný příznivý vliv germaniového atomu se neprojevil. Pořadí účinnosti

dekontaminace bakteriofágu je  $\text{GaAl}_{12} > \text{Al}_{13} > \text{GeAl}_{12}$ ; na účinnost má vliv pH, teplota, zákal, chemické složení vody a místní podmínky. Při aplikaci gallium-hliníkového koagulantu došlo ve vzorku vody odebrané z řeky Rio Grande s původním obsahem nativního bakteriofágu téměř  $10^8$  PFU/ml ke snížení o téměř 5 řádů na ca.  $3,5 \cdot 10^2$  PFU/ml, u Ge-Al koagulantu pouze na  $1,8 \cdot 10^4$  PFU/ml, ve srovnání se standardním Al koagulantem na ca.  $8 \cdot 10^3$  PFU/ml.

Předností je i delší stabilita a skladovatelnost Ga-Al koagulantu. Úspěšné zachycení bakteriofágů z vody z Rio Grande prokázala transmittní elektronová mikroskopie na Univerzitě Nového Mexika v Albuquerque.

Vynález byl přihlášen k udělení amerického patentu a jeho komerční využití je předmětem dohody s finskou společností Kemira Oy, světovým dodavatelem technologií úprav vody.

Pramen: Tisková informace Sandia National Laboratories, Albuquerque (USA), 21. 9. 2009

(AB)