

# Vývoj metody CarbonCLEAN

Jan Káňa, AIVOTEC s.r.o.

## Souhrn

*Tématem příspěvku je inovativní metoda odstraňování znečištění z odpadních vod, zejména pak takzvaných novodobých polutantů jako jsou farmaka, hormonální přípravky a jejich metabolity, pesticidy a další agrochemikálie či ropné uhlovodíky. Metodu označujeme CarbonCLEAN a jejím principem je kombinace adsorpce a chemisorpce na povrch uhlíkatého adsorbentu.*

*Základním materiálem pro výrobu adsorbentu je uhlíkatý materiál, označovaný biochar, získávaný pyrolýzou dřevní biomasy.*

*Spíš než samotnou metodu příspěvek přibližuje proces jejího vývoje. Jde totiž o zajímavý příklad kooperace více soukromých firem a vědeckých pracovišť a využití dotačních prostředků z fondů EU i Norských fondů.*

## AIVOTEC

Výzkum a vývoj probíhal pod mým vedením v rámci aktivit naší naší rodinné firmy AIVOTEC. Vývoji technických řešení, zejména v oblasti environmetálních otázek, se věnujeme již jedenáctým rokem. Naše řešení jsou chráněna několika patenty a mnoha užitnými vzory. Většina z nich se točí kolem uhlíku z biomasy – biouhlu či biocharu, tedy základnímu materiálu metody CarbonCLEAN.

Biouhlu se aktivně věnujeme již více než devět prostřednictvím firmy BIOUSHEL.CZ a nadačního fondu Biochar Foundation. Naše řešení získalo ocenění Česká inovace a Quality Innovation of the Year.

Počátek vývoje CarbonCLEAN sahá do roku 2015, kdy mi zavolal docent Karel Klouda, tehdy působící na Státním úřadu pro jadernou bezpečnost. S žoviálností jemu vlastní povídá: „Káňo, vy děláte ten biochar, že jo? Tak mi nějakej pošlete!“

## Výzkum na VŠB

Poslal jsem tedy vzorek speciálně modifikovaného biocharu s interním označením 4073. Asi po dvou měsících mi docent Klouda zavolal znova a dohodli jsme se na schůzce. Jeho invence mě fascinovala! Nejen, že si načetl vše vědecky důležité o biocharu, ale ze vzorku 4073 s kolegy připravili uhlíkovou fólii! Brzy poté se docent Klouda částečně přesunul na Fakultu bezpečnostního inženýrství Vysoké školy báňské, kam celý výzkum kolem biocharu přenesl.

Nejprve ho detailně analyzovali a následně začali pracovat jeho modifikacích, zejména na společné oxidaci s grafitem. Tuto část výzkumu stále vede Petra Roupcová.

V této fázi výzkumu vznikla široká báze dat a informací o všech vlastnostech adsorbentu. Testovali se je adsorpční schopnost na všech možných znečišťujících látkách od potravinářských odpadních vod až po toluen.

## První patent

Z výzkumu na VŠB vznikl patent Materiál na bázi biocharu a způsob jeho přípravy (P 307022), který chrání metodu výroby hybridního materiálu, vznikajícího společnou oxidací biocharu a grafitu. Říkáme mu biochar-grafen oxid (B-GO).

Logickým pokračováním pak byl vývoj zařízení na jeho výrobu. Probíhal ve spolupráci s firmou PHARMIX, která je výrobcem speciálních jednoúčelových strojů pro potravinářství a chemický průmysl. Výsledkem této fáze, podpořené dotací z programu OPPIK Aplikace, je funkční prototyp výrobní linky. Současně se také významně rozšířila naše znalostní báze pro testování dalších aplikací. Za zmínku stojí

testy ochrany dýchacích cest před bojovým plynem yperit, které proběhly s dobrými výsledky na SÚJCHBO. (Státní úřad jaderné, chemické a biologické ochrany).

## Testování v terénu

Významným milníkem výzkumu a vývoje pak bylo ověření odstraňování ropných uhlovodíků. Původní hypotéza byla ve spolupráci VŠB se Slovenskou technickou univerzitou ověřována na odpadních vodách z bratislavské rafinerie Slovnaftu. Závěry jsme pak použili při poloprovozním testování na reálné odpadní vodě ve skladu ropných produktů firmy ČEPRO v Loukově.

Z provozu areálu v Loukově máme mnoho cenných dat i informací. Detaily nejsem oprávněn zveřejnit, ale věřte, že tamní chemická čistírna je spíš producentem nebezpečného odpadu...

I díky tomuto zjištění jsme došli k závěru, že přišel čas na vývoj technického řešení pro průmyslové nasazení. CarbonCLEAN byl totiž stále ještě "jen" modifikovaným práškovým biocharem 4073. Účinným, efektivním, ale složitě použitelným v reálných aplikacích.

## Vývoj filtrační textilie

Základní řešení konstrukce filtru vzniklo v Biologickém centru AV v Českých Budějovicích u profesora Ivo Šafaříka. Jeho kolegyně Jitka Procházková zkoumala adsorpci chemických látek z procesů výroby a používání barev. Přitom chtěla otestovat stabilitu upevnění adsorbentu v netkané textilií. Její elegantní řešení se stalo základem pro výrobní metodu, kterou využíváme stále.

## Farmaka etc.

S laboratorním prototypem filtru jsme se zaměřili na odstraňování farmak a hormonů. Ke spolupráci jsme vybrali pracoviště Fakulty životního prostředí na Univerzitě J.E. Purkyně v Ústí nad Labem. Výzkum vedla Sylvie Kříženecká. První výsledky adsorpce i kapacita sorbentu byla u prototypu textilie obdivuhodná! Formulovali jsme tedy rozsáhlejší testování na laboratorně připravených i reálných odpadních vodách a vyrobili několik dalších vzorků textilie. Pro testy jsme získali loni dotační podporu Inovačním voucherem. Dopadlo to opět na výbornou, a to včetně nově testovaných pesticidů.

## Úroveň TRL 5

Díky ověření v podmínkách reálného průmyslového provozu můžeme metodě CarbonCLEAN přiznat úroveň technické připravenosti pátého stupně podle EU.

Aktuálně realizujeme pilotní testování na dvou čistírnách odpadních vod, a to formou paralelního dočištění. První bude v areálu Nemocnice Tomáše Bati ve Zlíně, druhé na ústřední čistírně v Ostravě. Testování proběhne s dotační podporou Norských fondů, konkrétně výzvy Trondheim, zaměřenou právě na odstraňování farmak. To nás posune na úroveň TRL 6.

K realizaci tohoto projektu už však budeme potřebovat filtrační textilií, vyráběnou průmyslovým způsobem a také partnera, který se etabluje v oblasti čištění odpadních vod. Přišel tedy čas na výběr obchodních partnerů.

Ke spolupráci při výrobě filtrů jsme vybrali firmu RETEX z Moravských Budějovic a jako partnera pro finální fázi transferu technologie pak Soběslavskou firmu ENVI-PUR.

Celkové náklady vývoje dosáhnou koncem letošního roku 31 milionů korun, z toho bude přibližně 16,5 milionu korun tvořit dotační podpora z Evropských fondů OPPIK Aplikace, Inovační vouchery a také z Norských fondů.

Metoda CarbonCLEAN je přihlášena k patentové ochraně přihláškou vynálezu "Způsob výroby a použití sorbentu na bázi uhlíku". Přihláška již prošla rešeršním řízením a připravuje se vydání patentu.

## **Příběh vývoje v bodech**

- AIVOTEC se věnuje vývoji pokročilých aplikací uhlíku z biomasy – biocharu.
- Docent Klouda definuje způsob jeho modifikace a vlastně i způsob použití v oblasti čištění odpadních vod.
- VŠB realizuje základní výzkum modifikací a ověřuje adsorpční schopnosti.
- PHARMIX a VŠB vyvíjí technické zařízení pro výrobu hybridního materiálu B-GO.
- VŠB a STU ověřuje odstraňování ropných uhlovodíků, což vede k poloprovoznímu testování a formulaci průmyslového nasazení v provozech s ropnými látkami.
- BC AV ověřuje adsorpci chemických látek a navrhuje způsob výroby textilního filtru.
- UJEP ověřuje adsorpci farmak, hormonálních přípravků a pesticidů.
- RETEX vyvíjí způsob průmyslové výroby filtrační textilie.
- ENVI-PUR pracuje na technickém řešení průmyslového nasazení metody CarbonCLEAN.

Jsem přesvědčen, že šestiletý proces vývoje metody CarbonCLEAN je téměř modelovým příkladem toho, jak má firemní výzkum a vývoj spolupracovat s vědeckými pracovišti a využívat dotační prostředky k rychlejšímu dosažení vytýčených cílů!