

MOŽNOSTI LABORATORNÍ SIMULACE ANAEROBNÍCH ROZKLADNÝCH PROCESŮ



Miroslav Minařík, Michal Miosga, Jiří Mikeš, Martina Siglová
EPS, s.r.o., V Pastouškách 205, 686 04 Kunovice, ČR

e-mail: eps@epsro.cz

ÚVOD

Sanační technologie jsou podmožinou tzv. environmentálních technologií (také „green technology, clean technology“ apod.) mezi něž dále řadíme např. recyklaci, purifikaci vod, čištění odpadních vod, úpravu plynů, nakládání s odpady a výrobu obnovitelných energií. Některé z těchto technologií jsou přímo spojeny se získáním energií, jiné slouží k redukci množství vyprodukovaných odpadů či k jejich úplné likvidaci.

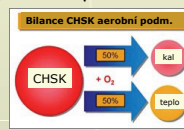
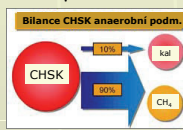
V řadě výše jmenovaných odvětví se je možné setkat s rozkladnými procesy, které probíhají za nepřístupu vzduchu a jež jsou založeny na schopnostech biologických činitelů (převážně prokaryotních mikroorganismů) degradovat či transformovat látky z řad polutantů či odpadů. Anaerobní technologie jsou vhodné nejen ke snižování CHSK, ale také k biodegradaci či biotransformaci zájmových polutantů. Mikrobiální komunity v anaerobních prostředích mohou vést k tvorbě neškodných produktů jakými jsou např. CO₂ nebo CH₄ či mohou vyústit v reduktivní biotransformaci polutantů na látky méně toxické (např. dechlorace polychlorovaných uhlovodíků).

Anaerobní bioremediace může probíhat *in-situ* v podzemních vodách nebo sedimentech přímo na kontaminovaných místech nebo ve speciálně konstruovaných bioreaktorech, jejichž příkladem je zařízení navržené, zkonstruované a využívané společností EPS, s.r.o. (viz níže).

Anaerobní biodegradace polutantů

Anaerobní biodegradace polutantů je jedním z nejdůležitějších environmentálních procesů, jež zahrnují množství velice užitečných biochemických reakcí. Jejich společným jmenovatelem je, že probíhají za nepřístupu vzduchu (nízkého redox potenciálu) a jako akceptor elektronů jsou využívány jiné molekuly než kyslík (např.

Proces	Reakce	Redox potenciál (Eh)
Aerobní:	$O_2 + 4e^- + 4H^+ \rightarrow 2H_2O$	600 ~ 400
Anaerobní:		
-denitrifikace	$2NO_3^- + 10e^- + 12H^+ \rightarrow N_2 + 6H_2O$	500 ~ 200
-redukce Mn ⁴⁺	$MnO_2 + 2e^- + 4H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	400 ~ 200
-redukce Fe ³⁺	$Fe(OH)_3 + e^- + 3H^+ \rightarrow Fe^{2+} + 3H_2O$	300 ~ 100
-redukce sírné	$SO_4^{2-} + 8e^- + 10H^+ \rightarrow H_2S + 4H_2O$	0 ~ -150
-fermentace	$2CH_3O \rightarrow CO_2 + CH_4$	-150 ~ -220



Anaerobní biodegradace se uplatňuje u:
-alifatických nesubstituovaných uhlovodíků- NE, až na výjimky (např. cetylem snadno)
-alifatických substituovaných látek - ANO
-aromatických substituovaných látek - ANO
(aromatické kyseliny, toluen, fenoly, halogenované aromáty, PCB, nitroaromáty atd.)

Vytvoření anaerobního kultivačního prostředí:

Zatímco kultivace běžných mikroorganismů probíhá za aerobních podmínek a je poměrně snadná, realizace anaerobního experimentu sebou přináší mnoho problémů. K překonání těchto potíží byly vyvinuty mikrobiologické metody jako např. GasPak System, což je izolovaná nádoba, ve které je dosaženo anaerobního prostředí reakcí vody, borohydrátu sodného a uhlíčitánu sodného. Tablety těchto chemikálií produkují vodík a oxid uhlíčitý. Vodík následně reaguje s kyslíkem (katalyzátorem je paladium) za vzniku vody, čímž dojde k rychlému vyčerpání veškerého kyslíku v nádobě. Až potom se jeví vytvoření anaerobních podmínek jako poměrně jednoduchá záležitost.

Jak ale zodpovědět množství otázek, které s anaerobními procesy souvisí?

Např. při laboratorní simulaci anaerobního rozkladu halogenovaných alifatických uhlovodíků zejména PCE a TCE je nutno zajistit monitoring průběhu experimentu bez vnášení stop kyslíku do systému. Také je nezbytné nějakým způsobem měřit proces anaerobní biodegradace a je nutno mít ověřeny následující parametry bioremediačního procesu: 1.) jaký primární organický substrát dodat do systému?; 2.) proběhne proces rozkladu halogen. alifatických uhlovodíků až do stádia úplného rozkladu, nebo se zastaví u některých meziproductů biodegradací reakce?; 3.) je nutná bioaugmentace či biostimulace přirozeného prostředí? A další.....
K zodpovězení těchto a jim podobných dotazů slouží pilotní testy prováděné přímo na saňovaných lokalitách či laboratorní experimenty vyžadující speciální zařízení pro práci s anaeroby.

V roce 2007 uvedla společnost EPS, s.r.o. do provozu baterii čtyř anaerobních reaktorů, které jsou primárně využívány k ověřování anaerobní digesce v procesech výroby bioplynu, ale alternativně mohou sloužit také ke studiu dalších biodegradčních, anaerobních pochodů. Měření dekompozice materiálu za anaerobních podmínek je prozatím navrženo pomocí kontroly výroby plynů, jmenovitě CH₄ a CO₂. Množství těchto plynů lze vztáhnout přímo k uhlíku, který byl mineralizován v průběhu rozkladných procesů.

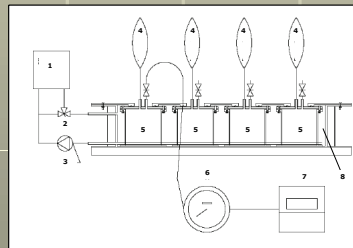
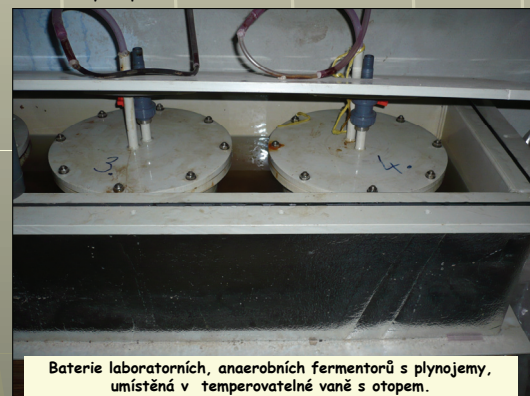


Schéma baterie 4 anaerobních reaktorů.
Legenda:
1. Zásobník vody
2. Směšovací ventil
3. Čerpadlo
4. Plynojem
5. Fermentory
6. Laboratorní plynoměr G 01
7. Plynový analyzátor GA 94A
8. Izolovaná vana



Napouštění temperované, od okolí izolované vany topnou/chladicí vodou..

POPIS ZAŘÍZENÍ URČENÉHO PRO EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘOVÁNÍ ANAEROBNÍCH PROCESŮ ZA LABORATORNÍCH PODMÍNEK

Struktura hlavních prvků laboratorní baterie čtyř anaerobních bioreaktorů je v současné době následující:

Bioreaktory jsou vyrobeny z polyethylenu (dále jen PE), stejně jako vana ve které jsou temperovány na konstantní teplotu (teplotu lze nastavit na směšovací ventilu v rozsahu 35 až 60°C). Bioreaktory mají celkový objem cca 10 l, plní se ovšem jen do dvou třetin, takže mají pracovní (užitečný) objem cca 7 l. Zbýlý prostor nad náplní substrátu je ponechán pro případnou tvorbu pěny. Bioreaktor je rozebíratelný, čímž je umožněna jeho sanitace.

V horním víku reaktoru jsou umístěna dvě PE potrubí o průměru 16 mm. Na jednom z nich je nasazen kulový ventil, který umožňuje měření v průběhu a na konci experimentů. Druhé potrubí je připojeno PVC hadičkou k plynojemu, který je vyroben z PVC a má celkový objem cca 12 l. V plynojemu se hromadí vytvářené plyny po čas experimentu, a vždy když je plynojem alespoň částečně naplněn, jsou provedena měření, zejména rychlosti vývinu plynu a jeho kvality. Rychlost tvorby plynu se liší jak v závislosti na stavu průběhu experimentu, tak v závislosti na testovaném materiálu. Z tohoto důvodu se frekvence měření různí a je stanovována dle aktuálního průběhu testů.

Měřicí technika je zastoupena infra-červeným plynovým analyzátozem GA 94A (výrobce Geotechnical Instruments (UK) Ltd.) a laboratorním plynoměrem G 01 (výrobce SPEKTRUM s.r.o Skuteč). Měření kvality plynů probíhá po kalibraci přístroje GA 94A, který umožňuje měření obsahu CH₄ (0-100 %), CO₂ (0-100 %) a O₂ (0-21 %). Pro měření objemu plynů se používá laboratorní plynoměr G 01 (pracuje v rozsahu 0,01 až 0,16 m³/hod, v průběhu měření je rychlost čerpání plynu 0,036 m³/hod).

Zkušební provoz byl s úspěchem zahájen v loňském roce experimentem monitorujícím proces anaerobní digesce (methanogenní podmínky) rostlinné biomasy.

Poděkování:

Naše poděkování za financování uvedeného projektu patří programu Evropské spolupráce v aplik. výzkumu EUREKA, vedeném pod identif. číslem projektu BIOPOLS EI 3654



www.epsro.cz

