

Aerobní - anaerobní mobilní kontejnerový rotační bioreaktor

Ing. Jiří Rusín, Ph.D., Ing. Petra Wojnarová, VŠB-TU Ostrava, Institut environmentálních technologií, Centrum energetických a environmentálních technologií, VŠB-TU Ostrava

RNDr. Jan Nedělník, Ph.D., Zemědělský výzkum, spol. s r.o., Daniel Němec, DANE-ZAM s.r.o.

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava ve spolupráci s firmou DANE-ZAM s.r.o. a Zemědělským výzkumem, spol. s r.o., Troubsko vyvinuli mobilní kontejnerový rotační bioreaktor (zkratka MKRB) umožňující zpracování biomasy nebo bioodpadů různými biologickými procesy. Rotační bioreaktor (fermentor) je kompaktním zařízením s minimálními nároky na stavební připravenost a manipulační prostor. Zařízení lze přizpůsobit několika provozním variantám, odpovídajícím zvoleného režimu biologického procesu. Režim může být aerobní, nebo anaerobní, vsádkový, nebo (semi)kontinuální, suchý, nebo mokrá. Bioreaktor MKRB je navržen tak, aby díky jediné pohyblivé vnitřní komponentě pracoval bezporuchově a údržba a servis byly zvládnány bez větší potřeby specialistů. Produkty zpracování biomasy jsou určeny k energetickému nebo materiálovému využívání.

Bioreaktor MKRB je inovativní zejména použitím čtvercového průřezu pracovní komory rotující okolo horizontální osy. Čtvercový průřez byl zvolen s ohledem na možnost naskladňovat suroviny a vyskladňovat tuhý produkt pomocí pojízdného nakládače. To je výhodné při suchých vsádkových procesech. Při (semi)kontinuálních procesech lze naskladňovat šnekovým dávkovačem nebo čerpadly a produkt odebírat šnekovým vyskladňovačem nebo kalovou výpustí. Rotační princip byl zvolen s ohledem na nízkou spotřebu energie pro míchání vsázky a možnost v případě delšího reaktoru provádět „plug-flow“ proces.



Při provozování v **anaerobním režimu** slouží reaktor k výrobě bioplynu a digestátu, a to suchým, nebo mokřím procesem anaerobní digesce. Vyprodukovaný bioplyn může být částečně využíván pro ohřev bioreaktoru a částečně pro další účely jako například mikrokogenerační výrobu tepelné a elektrické energie. Digestát může být v případě parametrů vyhovujících legislativě využíván jako hnojivo, nebo může být prekurzorem pro výrobu hnojiv, například následným spolukompostováním. Vhodné je i jeho využití jako příměs do směsných substrátů, nebo jako materiál pro rekultivační účely. Pro dosažení vhodných vlastností digestátu může být potřeba dokončení stabilizace v dofermentoru. Reaktor je možno vyhřívat teplou vodou nebo elektrickým odporovým kabelem. Vsádková suchá výroba bioplynu se řídí pravidly známými z „garážových bioplynových stanic“. Doba zdržení činí 2-3 týdny a je výhodné proces podpořit recirkulací procesního výluhu (perkolátu). Mokrá kontinuální digesce se řídí pravidly známými například z běžných zemědělských bioplynových stanic.

Při provozování v **aerobním režimu** slouží bioreaktor jako účinný rychlo-kompostér, nebo jako elektrický kompostér. Reaktor je navržen pro uskutečnění především první (termofilní) fáze kompostovacího procesu. Při aerobní mikrobiální fermentaci je uvolňováno teplo, které zakládku ohřívá na teplotu 65-70°C. Udržením teploty 65-70°C ve všech místech zakládky po dobu 24-96 hodin dojde k žádané hygienizaci zakládky – k usmrcení nebo deaktivaci patogenních mikroorganismů, redukci klíčivosti semen plevelů, snížení koncentrace některých toxických látek apod. Produktem je takzvaný fermentát. Při vsádkovém režimu je možno 40-60 % fermentátu nahrazovat čerstvou surovinou každý 4. až 10. den. Při semikontinuálním režimu je denně vyměňováno do 10 % hmoty. Režim elektrického kompostéru prozatím nebyl testován, ale předpokládá se, že bude možno dosahovat vyšší teploty, zrychleného rozkladu a hygienizace i při zpracovávání vedlejších živočišných produktů. Fermentát je obecně prekurzorem hnojiva - kompostu, příměsí do směsných substrátů, prekurzorem tuhého biopaliva, nebo rekultivačního materiálu. Pro dosažení plné stabilizace je nezbytné ponechat fermentát aerobně dozrát mimo reaktor, tak, jak tomu u podobných technologií bývá. Fáze dozrávání běžně vyžaduje dobu několika týdnů. Dojde ke stabilizaci produktu na úroveň stanovenou příslušnou legislativou pro komposty nebo bioodpad.

Rotační bioreaktor MKRB může sloužit i jako míchací zařízení či homogenizátor sypkých nebo tekutých směsí, nebo například pro hydrolýzní předúpravu surovin pro bioplynovou stanici. Po technické úpravě může zařízení zpracovávat i čistírenské kaly kupříkladu termofilní aerobní stabilizací.

Velikost reaktoru (prozatím v rozmezí 1 m³ – 50 m³) a podrobnou specifikaci výrobce upraví dle požadavků zákazníka. Obsluha je manuální, ale počítá se s vyvinutím automatického dávkovače surovin a automatizací některých dalších činností. Instalace vyžaduje minimální stavební připravenost, v některých případech postačí podložení betonovými panely na jinak nezpevněné ploše. V případě potřeby je bioreaktor transportovatelný na podvalníku. Zařízení je vyrobeno z konstrukční oceli, a pro komponenty, které přichází do styku s biomasou nebo bioplynem je použita korozivzdorná ocel. Dále jsou použity pryže EPDM a komponenty z plastů vyrobené technologií 3D tisku. V současném provedení odpovídá reaktor vnějšími rozměry pracovní komory rozměrům přepravního kontejneru ISO 1D (2,44 x 2,44 x 2,99 m) s celkovým vnitřním objemem 10,7 m³. Hlavní inovací a předností reaktoru je zejména čtvercový příčný průřez pracovní komory, který umožňuje praktickou manipulaci se surovinami pomocí pojízdného nakladače, nebo i pomocí pásového nebo šnekového dopravníku. Média mohou procházet přes rotační průchodky, ale v některých režimech lze pracovat i bez rotačních spojení. Pro ovládání a sběr dat i přes vzdálený přístup je používán ovládací software LOXONE, běžně určený pro ovládání inteligentních domácností.

Prototypový reaktor byl v rámci projektu ověřován v prostorách kompostárny ve Velké Polomi. V letní období bylo zařízení testováno při procesu vsádkové, a následně i (semi)kontinuální aerobní fermentace (kompostování). Zpracovávána byla zejména travní řezanka a dřevní štěpka. Do dvou dnů od naskladnění bylo dosaženo teploty 70°C. V zimním období byl reaktor ověřován při procesu vsádkové i (semi)kontinuální suché anaerobní digesci s výrobou bioplynu. Denní produkce bioplynu dosahovala 45 m³. A bylo zřejmé, že může dále vzrůstat. Výkonové parametry budou záviset na konkrétních surovinách a podmínkách u provozovatele.

Technologie je u Úřadu průmyslového vlastnictví České republiky chráněna užitným vzorem č. CZ 34 341 U1 s názvem „Rotační reaktor s pracovní komorou čtvercového průřezu“.



Příspěvek vznikl v rámci projektu TAČR EPSILON č. TH03020064 s názvem „Aerobní - anaerobní mobilní kontejnerový rotační bioreaktor“ (2018-2020) s příspěvím projektu OP VVV „SPOLUPRÁCE“, reg. číslo CZ.02.1.01./0.0/0.0/17_049/0008419.