

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

306 087

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

C10L 3/06 (2006.01)
C12P 5/02 (2006.01)
C12M 1/107 (2006.01)
C02F 11/04 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLUVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-358**
(22) Přihlášeno: **28.05.2015**
(40) Zveřejněno: **27.07.2016**
(Věstník č. 30/2016)
(47) Uděleno: **15.06.2016**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **27.07.2016**
(Věstník č. 30/2016)

(56) Relevantní dokumenty:
(Energetical Comparison of Substrate Disintegration Methods Used for Increasing Biogas Production; David Hrušťák, Martin Závacký, Pavel Ditl; J. Chem. Chem. Eng. 5; http://www.davidpublishing.com/journals_info.asp?jld=447) 10.06.2011; (Zařízení pro předúpravu surovin při výrobě biopaliv; Lukáš Krátký; <http://chps.fsic.cvut.cz/pt2010/pdf/KratkyLukas.pdf>) 2010.
DE 102007063090 A1; DE 10229363 A1; CZ 2011-492 A3; WO 2011079925 A2.

(73) Majitel patentu:
Ing. Jaroslav Skopal, Vřesovice, CZ

(72) Původce:
Ing. Jaroslav Skopal, Vřesovice, CZ

(74) Zástupce:
PatentCentrum Sedlák a Partners s.r.o., Husova 5,
370 01 České Budějovice

(54) Název vynálezu:
**Způsob ošetření biomasy laserovým světlem
a zařízení k provádění tohoto způsobu**

(57) Anotace:
Lignocelulózové sloučeniny nacházející se v biomase jsou degradovány na jednodušší sloučeniny pomocí ozařování laserovým světlem, které mikroorganismy účinněji zpracovávají. Laserové světlo rovněž stimuluje mikroorganismy nacházející se v rozkládající biomase uvnitř fermentorů.

CZ 306087 B6

Způsob ošetření biomasy laserovým světlem a zařízení k provádění tohoto způsobuOblast techniky

5

Vynález se týká způsobu ošetření biomasy laserovým světlem určené pro výrobu bioplynu a zařízení k provádění tohoto způsobu.

10 Dosavadní stav techniky

15 V současné době je známo zpracování biomasy ve fermentorech, kde dochází díky anaerobnímu působení mikroorganismů k rozkladu biomasy na bioplyn. Bioplyn je směs plynů tvořená zejména metanem a oxidem uhličitým. Bioplyn je uvolněn v průběhu anaerobní digesce organického materiálu, který je podstatou biomasy.

20 Fermentor je vzduchotěsně uzavřená nádoba, do které se ukládá biomasa. Biomasa se mechanicky připraví do formy homogenního substrátu pro snazší průběh anaerobní digesce organického materiálu. Mezi mechanickou přípravu patří drcení, míchání, mletí, protlačování síty. Cílem mechanické přípravy je rozmělnění biomasy na malé částičky, které pak snadněji mikroorganismy rozkládají. Mezi mechanické úkony rovněž patří míchání digestátu (biomasa připravená k rozkladu uvnitř fermentoru).

25 Jsou známy i biologické a chemické úpravy biomasy zavážené do fermentoru. Mezi ně se řadí přimíchávání aditiv pro rychlejší množení mikroorganismů, chemických látek pro snížení agresivity vnitřního prostředí, pro štěpení tuků, cukrů, bílkovin, a navezené biomasy vůči mikroorganismům, vložení vhodných matečných kultur mikroorganismů pro rychle namnožení ve fermentovaném objemu, atp.

30 Nevýhody výše uvedených řešení spočívají v tom, že nedochází k rozkladu velké části organického materiálu, především makromolekulárních látek (celulózy a hemicelulózy) na bioplyn, vzniká velké procento organického odpadu, který se musí z fermentoru opět vybrat a uložit na skládce, či koncových jímkách dle konzistence. Používání chemických látek není bezpečné pro obsluhu v průběhu navážení biomasy a současně chemické látky znamenají zátěž pro životní prostředí, jsou nákladné z hlediska pořizovacích cen, a proces fermentace biomasy uvnitř fermentoru není bezpečně urychlen.

40 Úkolem vynálezu je vytvoření takového způsobu ošetření biomasy, který by vykazoval vyšší míru rozkladu biomasy v průběhu anaerobní digesce pomocí mikroorganismů, který by omezil používání chemických látek, který by zrychlil proces výroby bioplynu ve fermentoru, který by byl přátelský k životnímu prostředí a který by byl provozně a ekonomicky bezpečný.

Podstata vynálezu

45

Vytčený úkol je vyřešen pomocí způsobu ošetření biomasy laserovým světlem podle tohoto vynálezu.

50 Způsob ošetření biomasy laserovým světlem, při kterém se nejprve biomasa mechanicky rozmělní a míchá do formy homogenního substrátu, poté se biomasa transportuje do fermentoru, načež se ve fermentoru promíchává v průběhu její anaerobní digesce.

55 Podstata vynálezu spočívá v tom, že se biomasa před transportem do fermentoru ozařuje laserovým světlem a/nebo se biomasa ozařuje laserovým světlem uvnitř fermentoru souběžně s promícháváním.

Laserové světlo přispívá k biofyzikální degradaci biomasy, která je žádoucí pro lepší průběh anaerobní digesce mikroorganismy. Dopadající laserové světlo narušuje lignocelulózovou strukturu buněčných stěn rostlinné biomasy. Tím je umožněna vyšší činnost mikroorganismů a enzymů ve fermentoru, což vede ke zvýšení produkce bioplynu až o 18 % oproti normálním postupům.

Laserové světlo má i biostimulační efekt na mikroorganismy, především na jejich buněčné orgány. To vede ke zvýšení jejich reprodukčních vlastností, zejména mikroorganismů zapojených do fermentačního procesu (hydrolytické, acetogenické, homoacetogenické a metanogenní bakterie).

Ve výhodném provedení vynálezu je vlnová délka laserového světla volena z rozmezí od 350 nm do 1000 nm, přičemž vlnová délka laserového světla použitého pro ošetření biomasy před transportem do fermentoru je z rozmezí od 690 nm do 1000 nm a vlnová délka laserového světla použitého pro ošetření biomasy v průběhu anaerobní digesce je z rozmezí od 400 nm do 840 nm. Na fyzikální rozklad lignocelulózové struktury jsou vhodnější vyšší vlnové délky laserového světla, přičemž pro stimulaci mikroorganismů v průběhu anaerobní digesce je vhodnější laserové světlo nižších vlnových délek, tzv. nízkourovňové (low-power) lasery.

Ve výhodném provedení vynálezu se laserové světlo rozptyluje na plochu. Doba ozařování biomasy a/nebo intenzita laserového světla je úměrná složení a množství biomasy. Ozařování na plochu vede k přenosu dostatečné míry energie do lignocelulózových struktur buněk biomasy transportované do fermentoru. Intenzita laserového světla a doba ozařování odpovídá množství transportované biomasy tak, aby došlo k maximálnímu narušení buněčných stěn v transportovaném objemu biomasy.

V dalším výhodném provedení vynálezu se v průběhu anaerobní digesce laserové světlo zapne současně se začátkem míchání biomasy uvnitř fermentoru a laserové světlo se vypne 5 minut od ukončení míchání ve fermentoru. Mícháním se k hladině dostanou mikroorganismy z větší hloubky, které je potřeba stimulovat laserovým světlem. Po ukončení míchání se tyto mikroorganismy dostatečně dlouho vznášejí u hladiny a ošetřují se dopadajícím laserovým světlem. Po uplynutí času by již další ošetření nepřinášelo kýžený efekt, neboť neprostoupí přes ošetřenou vrstvu mikroorganismů u hladiny, a tak se laserové světlo vypne do doby dalšího míchání.

Součástí vynálezu je rovněž zařízení k provádění způsobu ošetření biomasy transportované do fermentoru pro anaerobní digesti laserovým světlem.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že je tvořeno laserovým expandérem s alespoň jedním integrovaným zdrojem laserového světla a s alespoň jedním rozmítacím polygonem laserového světla pro úpravu svazku laserového světla na vhodnou intenzitu a optimální expozici.

V laserovém expandéru dochází k intenzivnímu prozáření biomasy laserovým světlem soustředěným na malou plochu pomocí rozmítacího polygonu (soustava zrcadel). Tím je přeneseno velké množství energie na biomasu, která naruší lignocelulózovou strukturu buněčných stěn. Je výhodné, pokud rozsah emitovaného záření zdroje laserového světla leží v intervalu vlnové délky od 690 nm do 1000 nm a zařízení je umístěno mezi dopravní cesty homogenního substrátu biomasy a plnicí otvor fermentoru.

Součástí vynálezu je rovněž stimulační zařízení pro ošetření biomasy uložené ve fermentoru pro anaerobní digesti laserovým světlem.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že zahrnuje alespoň jeden nízkourovňový zdroj laserového světla uspořádaný uvnitř fermentoru nad hladinou uložené biomasy a alespoň jeden rozptylový prostředek pro rozptýlení laserového světla na plochu hladiny uložené biomasy. Dopadající laserové světlo má biostimulační účinek na mikroorganismy zapojené do anaerobní fermentace biomasy. Aby se světlo dobře šířilo, je zdroj laserového světla uspořádán nad hladinou uvnitř fer-

mentoru a jeho světelný svazek je rozptýlen do plochy, aby byla pokryta maximální část hladiny fermentoru

Výhody využití vynálezu se nacházejí v netoxickém ošetření biomasy, v nízkých provozních nákladech, v bezpečnosti provozu, ve vysoké efektivitě a výnosnosti bioplynu. Pro průběh fermentace je výhodné, že dochází k rozbití buněčných stěn biomasy, kterého lze velice obtížně dosáhnout mechanickými postupy, a že je možné stimulovat buňky a aktivovat mikroorganismy, přičemž lze kombinovat oba postupy ošetření biomasy.

10

Příklad uskutečnění vynálezu

Rozumí se, že dále popsané a zobrazené konkrétní případy uskutečnění vynálezu jsou představovány pro ilustraci, nikoliv jako omezení vynálezu na uvedené příklady. Odborníci znalí stavu techniky najdou nebo budou schopni zajistit za použití rutinního experimentování větší či menší počet ekvivalentů ke specifickým uskutečněním vynálezu, která jsou zde popsána. I tyto ekvivalenty budou zahrnuty v rozsahu následujících patentových nároků.

V průběhu ošetření biomasy laserovým světlem se využívají pevnolátkové lasery s vlnovou délkou 690–1000 nm, barvivové lasery s vlnovou délkou 504 až 650 nm či plynové lasery s různou vlnovou délkou. Paprsek těchto laserů je rozptýlen do plochy pomocí rozmitacího polygonu (soustava zrcadel) tak, aby při vysoké koherenci a monochromatickosti laserového svazku bylo dosaženo vhodného energetického rozložení laserového záření v účinné ploše, čímž dochází maximálnímu pokrytí biomasy.

25

Biomasa, zejména rostlinného původu, určená k degradaci pro výrobu bioplynu jako palivo pro kogenerační jednotku se naveze do dávkovacího zařízení. Mezi šnekový dopravník, nebo potrubí, či jiné dopravní cesty a příjmový otvor fermentoru je napojen laserový expandér. V době činnosti míchacích kuželů dávkovacího zařízení se uvede do činnosti laserový expandér, který působí na procházející biomasu, která se v 1 až 2 hodinových intervalech přesouvá do fermentoru BPS (bioplynové stanice), přičemž časování je individuální dle typu BPS a typu dávkovacího zařízení. Expozici (doba x intenzita záření) biomasy laserovým zářením lze upravovat v závislosti na množství biomasy procházející laserovým expandérem nebo změnou parametrů laserového záření.

35

Napojením laserového expandéru na dávkovací cesty biomasy je její rozklad lignocelulózové struktury výrazně zkrácen, neboť došlo jeho působením k narušení až rozbití buněčných stěn. Tento stav umožní intenzivnější činnost mikroorganismů a enzymů ve fermentoru, a tím i zvýšenou produkci bioplynu o 4 až 18%, v závislosti na typu a kvalitě biomasy. U různých typů BPS se napojení laserového expandéru provede v různých segmentech dopravních cest pro biomasu (suchá, mokro-suchá, mokrá), ale vždy tak, aby se ozařená biomasa ihned dostala do fermentoru.

Zařízení pro ošetření biomasy laserovým světlem zejména pro stimulaci mikroorganismů pracuje na principu schopnosti laserového záření měnit buněčné funkce – biostimulace. Využívá jevu stimulace buněčných orgánů, především mitochondrií k výrobě ATP (adenosintrifosfátu). ATP energizuje buňku a tak probíhá její rychlejší reprodukce. Fotochemické účinky laserového záření na činnost mikroorganismů, které se účastní fermentačního procesu (hydrolytické, acetogenické, homoacetogenické a metanogenní bakterie), jsou založeny na principu absorpce jednotlivých fotonů, které energizují jejich buňky a podporují jejich rychlé množení, které pozitivně ovlivňuje biochemické pochody ve fermentoru bioplynové stanice.

Uvnitř fermentoru je umístěno míchací zařízení pro digestát (směs biomasy a mikroorganismů), na které je připojeno stimulační zařízení pro ošetření biomasy laserovým světlem. To je spuštěno současně s uvedením míchadel do činnosti a ozařuje pohybující se digestát. Po ukončení činnosti míchadel se vypne (cca 5 min.) a znovu naskočí v novém míchacím cyklu (cca 9 až 11 min),

55

časování je individuální dle typu BPS. Stimulační zařízení pro ošetření biomasy laserovým světlem využívá nízko-úrovňové (low-power) lasery s vlnovou délkou od 405 nm do 840 nm. Prosvícením digestátu ve fermentoru stimulačním zařízením dosáhneme stimulace jednotlivých skupin mikroorganismů, urychlené hydrolýzy substrátů, vyšší produkce fermentačních produktů a následně zvýšené produkce nebo zvýšené rychlosti produkce metanu.

Průmyslová využitelnost

Výše uvedené způsoby ošetření biomasy laserovým světlem a zařízení k provádění tohoto způsobů naleznou uplatnění v závodech na výrobu bioplynu z obnovitelných zdrojů a lze je používat samostatně nebo v kombinaci. Tyto metody jsou modifikovaně použitelné všude tam, kde dochází nebo se využívá degradace biomasy k energetickému využití (odpadní a energetická biomasa, palivové mixy, čistírenské kaly) nebo stimulaci mikroorganismů (fermentační procesy).

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob ošetření biomasy laserovým světlem, při kterém se nejprve biomasa mechanicky rozmělní a míchá do formy substrátu, poté se biomasa transportuje do fermentoru, načež se ve fermentoru promíchává s mikrobiálními kulturami v průběhu její anaerobní digesce, **vyznačující se tím**, že se biomasa před transportem do fermentoru ozařuje laserovým světlem a/nebo se biomasa ozařuje laserovým světlem uvnitř fermentoru souběžně s promícháváním.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vlnová délka laserového světla je z rozmezí od 350 nm do 1000 nm.

3. Způsob podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že vlnová délka použitého laserového světla pro ošetření biomasy před transportem do fermentoru je z rozmezí od 690 nm do 1000 nm a vlnová délka použitého laserového světla pro ošetření biomasy souběžně s promícháváním uvnitř fermentoru je z rozmezí od 400 nm do 840 nm.

4. Způsob podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že laserové světlo se rozptyluje na plochu.

5. Způsob podle některého z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že doba ozařování a/nebo intenzita laserového světla je úměrná složení biomasy a množství.

6. Způsob podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že v průběhu anaerobní digesce se laserové světlo zapne současně se začátkem míchání biomasy uvnitř fermentoru a laserové světlo se vypne 5 minut od ukončení míchání uvnitř fermentoru.

7. Zařízení pro ošetření biomasy laserovým světlem před jejím transportováním do fermentoru pro její anaerobní digesti, **vyznačující se tím**, že je tvořeno laserovým expandérem s alespoň jedním integrovaným zdrojem laserového světla a s alespoň jedním rozmitacím polygonem laserového světla.

8. Zařízení podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že emitovaný rozsah vlnové délky zdroje laserového světla leží v rozmezí od 690 nm do 1000 nm.

9. Zařízení podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že je uspořádané mezi dopravními cestami substrátu z biomasy a plnicím otvorem fermentoru.

10. Stimulační zařízení pro ošetření biomasy uložené ve fermentoru pro anaerobní digesci laserovým světlem, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že zahrnuje alespoň jeden nízko-úrovňový zdroj laserového světla uspořádaný uvnitř fermentoru nad hladinou uložené biomasy a alespoň jeden
5 rozptylový prostředek pro rozptýlení laserového světla na plochu hladiny uložené biomasy.

10

Konec dokumentu
