

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 305 706

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

*C10J 3/02* (2006.01)  
*C10J 3/20* (2006.01)  
*C10J 3/30* (2006.01)  
*C10J 3/84* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2014-848**  
(22) Přihlášeno: **03.12.2014**  
(30) Právo přednosti:  
**28.11.2014 CZ E221388**  
(40) Zveřejněno: **10.02.2016**  
**(Věstník č. 6/2016)**  
(47) Uděleno: **30.12.2015**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku:  
**10.02.2016**  
**(Věstník č. 6/2016)**

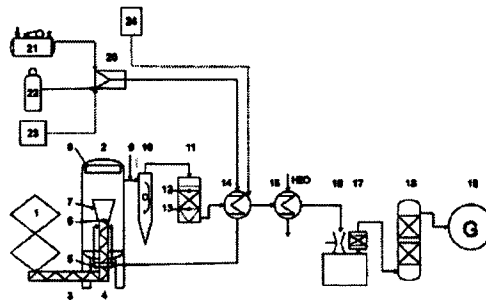
(56) Relevantní dokumenty:  
(Vypírací média pro čištění energoplynu po zplyňování biomasy; Jiří Štojdl, Slavomír Adamec, Jindřich Šulc; TVIP 2014, Hustopeče; <http://www.odpadoveforum.cz/TVIP2014/dokumenty/anotace/235.pdf>) 23. až 25.4.2014; (Zplyňování biomasy; Michael Pohořelý, Michal Jeremiáš, Petra Kameniková, Sjarhei Skoblia, Karel Svoboda, Miroslav Punčochář; Chem. Listy 106; [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012\\_04\\_264-274.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_04_264-274.pdf)) 2012; (Gas cleaning for IC engine applications from fixed bed biomass gasification; P. Hasler, Th. Nussbaumer; Biomass and Bioenergy 16; [http://www.verenum.ch/Publikationen/Hasler\\_GasCB%26B\\_16\(1999\).pdf](http://www.verenum.ch/Publikationen/Hasler_GasCB%26B_16(1999).pdf)) 1999.  
CZ 303367 B6; WO 2011117819 A1; WO 2009106357 A2; DE 102008014297 A1; CA 2188736 A1; US 4531462 A; US 2014090352 A1.

(73) Majitel patentu:  
Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad  
Labem, Ústí nad Labem, CZ  
D.S.K. spol. s r.o., Praha 9, CZ

vzduch je připojen výstup přetlakového systému  
dávkování oxidačního média, přičemž výstup oxidačního  
média z výměníku (14) je připojen k rozdělovači (5)  
oxidačního média.

(72) Původce:  
Ing. Slavomír Adamec, Ústí nad Labem, CZ  
Ing. Jiří Štojdl, Teplice, CZ  
Ing. Jindřich Šulc, CSc., Teplice, CZ  
Jiří Smetana, Řehlovice, CZ  
Jiří Vacek, Teplice, CZ

(74) Zástupce:  
Mgr. Ing. Stanislav Babický, Ph.D., Budovatelů  
2407, 434 01 Most



(54) Název vynálezu:  
**Zařízení na zplyňování biomasy a následné  
čištění energoplynu**

(57) Anotace:  
Zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu zahrnují zásobník (1) suroviny připojený ke šnekovým dopravníkům (3, 4), jejichž výstup je připojen do reakční zóny (6) zplyňování ve zplyňovacím reaktoru (2), jenž je shora ukončen tepelným štítem (8) s keramickou vyzdívkou. Zplyňovací reaktor (2) je opatřen ve spodní části rozdělovačem (5) oxidačního média a v horní části potrubím (9) na odvod vzniklého energoplynu a je charakterizován tím, že potrubí (9) na odvod vzniklého energoplynu je připojeno k cyklonu (10), jehož výstup je připojen ke kombinovanému filtru (11), jehož výstup je připojen k jednomu vstupu výměníku (14) tepla plyn-vzduch, jehož výstup energoplynu je připojen k výměníku (15) tepla plyn-voda, jehož výstup energoplynu je připojen do Venturiho pračky (16), jejíž výstup je připojen k demisteru (17), jehož výstup je připojen ke zkrápěné absorpční koloně (18). Ke druhému vstupu výměníku (14) tepla plyn-

CZ 305706 B6

## Zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu

### Oblast techniky

5

Vynález se týká zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu, jehož jedna část zahrnuje přetlakový souprůdný reaktor s hermeticky uzavřeným zásobníkem paliva a dvojitým šnekovým dopravníkem, přičemž oxidační médium obsahuje více než 21 % obj. kyslíku, a další část je určena pro následného čištění vyrobeného energoplynu odstraněním nečistot v podobě polycyklických aromátů na kombinovaném filtru a absorpcí polycyklických aromátů a fenolů v kapalném médiu obsahujícím neionoaktivní a nepěňivé tenzidy.

10

### Dosavadní stav techniky

15

Se snižujícím se množstvím světových zásob fosilních paliv vzrůstá zájem o využití biomasy pro energetické účely. Kromě známých klasických postupů vycházejících ze spalování biomasy, tedy oxidací s mírně vyšším množstvím vzduchu, nežli je určeno stechiometrickým poměrem, je v současnosti věnována pozornost předních evropských výzkumných týmů technologii zplyňování, tedy oxidací biomasy s podstechiometrickým množstvím oxidačního média za vzniku energoplynu, který po dočištění na požadovanou kvalitu snížením obsahu tuhých částic a polycyklických aromátů je dále využíván zejména v kogeneračních jednotkách ke společné výrobě elektrické energie a tepla. Jako paliva se využívá upravená biomasa, zejména dendromasa, ve formě peletek. Při zplyňování upravené dendromasy vzniká plyn o výhřevnosti cca 5 MJ/Nm<sup>3</sup>. Vzhledem k malé výhřevnosti je výhodné použít tento plyn pro mikrokogeneraci, kde zplyňovací reaktor má termický výkon v rozmezí 100 až 200 kW, resp. elektrický výkon v rozmezí 30 až 50 kW.

20

25

Protože dusík obsažený ve vzduchu je inertní plyn a nenes s sebou žádnou energii, je teoreticky výhodné zplyňování biomasy provádět s obohaceným vzduchem, tedy s oxidačním médiem s obsahem vyšším než 21 % obj. O<sub>2</sub>. Použití obohaceného vzduchu je však pevně limitováno termickou stálostí konstrukčního materiálu, a tak nelze zplyňovat biomasu v těchto zařízeních oxidačním médiem s vysokým obsahem kyslíku.

30

Surový plyn vyrobený ve zplyňovacím reaktoru bude vždy obsahovat určité množství tuhých částí s velkým obsahem uhlíku a polycyklických aromátů a fenolů, resp. jejich derivátů, a malé množství dusíkatých sloučenin, zejména NH<sub>3</sub>, který z dusíkatých sloučenin vznikne v redukčním prostředí zplyňovacího procesu. Z toho důvodu je nutné vyrobit plyn s co největším obsahem hořlavých permanentních plynů a nejnižším obsahem dehtů. Toho lze dosáhnout novou konstrukcí reaktoru, dále pak podmínkami zplyňovacího procesu a následně vypírkou vyrobeného plynu ve vhodném médiu.

35

40

V zahraničních recenzovaných časopisech jsou uvedena rozdílná technologická řešení zplyňovacích reaktorů, kromě známé technologie Viking uvedené v literatuře: „časopis Energy vol. 3 1 str. 1542 až 1553 (2006)“. Je zde popsáno zařízení o výkonu cca 100 kW tepelných, které je založeno na předpyrolýze dřeva. Další publikovanou prací je dvoustupňový reaktor, který je uveden v publikaci Šulc J. et kol. Waste management 32 (2012) str. 692-700, v kterém zplyňování probíhá ve dvou stupních. V prvním stupni se vyrobí surový energoplyn, ve kterém se dalším přídatkem oxidačního média ve druhém stupni zplyňovače spálí znečišťující polycyklické aromáty. Toto řešení sice vede k podstatnému snížení obsahu nežádoucích dehtů, ale vede také k podstatnému snížení výhřevnosti takto vyrobeného plynu, který je již nevhodný pro spalování v kogenerační jednotce.

45

50

Dalším úskalím výroby vhodného energoplynu pro kogenerační jednotku je způsob čištění plynu na požadovanou kvalitu. Velmi známý je nizozemský systém „Olga“, kde se jako absorpční mé-

dium využíval metylester řepkového oleje (MEŘO). Slabinou tohoto postupu jsou vysoké náklady na spotřebu MEŘO, resp. nemožnost jeho vracení do absorpce, protože oddělení nečistot, zejména polycyklických aromátů z MEŘO, je téměř nemožné, což vede k jeho velké spotřebě.

5

#### Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody alespoň zčásti odstraňuje zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu zahrnující hermeticky uzavřený dvojitý zásobník suroviny připojený k horizontálnímu šnekovému dopravníku, jenž je připojen k vertikálnímu šnekovému dopravníku, jehož výstup je připojen do reakční zóny zplyňování s kuželovým rozšířením ve zplyňovacím reaktoru, jenž je shora ukončen tepelným štítem s keramickou vyzdívkou, přičemž zplyňovací reaktor je opatřen ve spodní části rozdělovačem oxidačního média a v horní části potrubím na odvod vzniklého energoplynu, charakterizované tím, že potrubí na odvod vzniklého energoplynu je připojeno k cyklonu, jehož výstup je připojen ke kombinovanému filtru, jehož výstup je připojen k jednomu vstupu výměníku tepla plyn-vzduch, jehož výstup energoplynu je připojen k výměníku tepla plyn-voda, jehož výstup energoplynu je připojen do Venturiho pračky, jejíž výstup je připojen k demisteru, jehož výstup je připojen ke zkrápěné absorpční koloně, přičemž ke druhému vstupu výměníku tepla plyn-vzduch je připojen výstup přetlakového systému dávkování oxidačního média, přičemž výstup oxidačního média z výměníku je připojen k rozdělovači oxidačního média.

Výhodné zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu, charakterizované tím, že kombinovaný filtr pro čištění energoplynu od tuhých částic obsahuje keramický filtr obsahující granulovaný minerální materiál o velikosti částic 0,2 až 2 mm a filtrační přepážku obsahující vláknitý materiál.

Další výhodné zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu, charakterizované tím, že Venturiho pračka pro odstraňování polycyklických aromátů a fenolů absorpcí obsahuje vodný roztok neionoaktivních nepěnových tenzidů o koncentraci 0,01 až 0,5 % hmotn.

Další výhodné zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu, charakterizované tím, že přetlakový systém dávkování oxidačního média, jímž je vzduch obohacený na 22 až 30 % obj. kyslíku, obsahuje alespoň jedno zařízení vybrané ze skupiny zahrnující směšovač vzduchu s kyslíkem, k jehož vstupu je připojeno alespoň jedno zařízení vybrané ze skupiny zahrnující alespoň jednu tlakovou láhev s kyslíkem a odpařovací stanici kapalného kyslíku, a membránový systém pro obohacení vzduchu z kompresoru na 22 až 30 % obj. kyslíku.

Další výhodné zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu, charakterizované tím, že výstup ze zkrápěné absorpční kolony je připojen ke kogeneračnímu motoru.

Zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu podle technického řešení spočívá v přetlakovém souproudečném reaktoru s hermeticky uzavřeným zásobníkem paliva a dvojitým šnekovým dopravníkem pro regulaci podávání paliva a složení energoplynu za účelem dosažení stabilní produkce energie, což odstraňuje nedostatky uvedeného stavu techniky.

Zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu podle technického řešení spočívá ve využití kombinovaného filtru obsahujícího granulát vápence nebo dolomitu a vláknitý minerální materiál a části pro ochlazení energoplynu pomocí výměníku/výměníků tepla a části pro koncové odstranění polycyklických aromatických sloučenin ve Venturiho pračce pomocí neionoaktivních tenzidů rozpuštěných ve vodě.

Zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu podle technického řešení umožňuje detekci a regulaci provozních rizik a plynulou regulaci podávání paliva a zplyňovacího mé-

dia v závislosti na parametrech energoplynu a informacích z čidel jednotlivých komponent soustavy.

#### 5 Objasnění výkresů

Na obrázku na připojeném výkrese, s jehož pomocí bude vynález blíže objasněn, je znázorněno schéma zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu.

10

#### Příklad uskutečnění vynálezu

Zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu sestává z dílčích technologických aparátů. Hermeticky uzavřený zásobník 1 suroviny, určený pro dávkování upravené biomasy, zejména peletky o průměru 6 až 12 mm, je připojen do zplyňovacího reaktoru 2 horizontálním šnekovým dopravníkem 3, který může být vytápěný teplem vyprodukovaného energoplynu, jenž je připojen k vertikálnímu šnekovému dopravníku 4. Ten ústí do reakční zóny 6 s kuželovým rozšířením 7. Zplyňovací reaktor 2 je ocelová nádoba, jejíž vestavba sestává z přívodního podávacího vertikálního šnekového dopravníku 4, který je veden v ocelové trubce. Rozdělovač 5 oxidačního média je určen pro přívod oxidačního média do reakční zóny 6 s kuželovým rozšířením 7, která je určen a pro efekt fluidizace. Zplyňovací reaktor 2 je shora ukončen tepelným štítem 8 s keramickou vyzdívkou. V horní části zplyňovacího reaktoru 2 je potrubí 9 na odvod vzniklého energoplynu do cyklonu 10 pro odloučení většiny tuhých částí vzniklých nedopalem vstupní biomasy. Za cyklonem 10 je zařazen kombinovaný filtr 11, sestávající z keramického filtru 12, vyplněného granulovaným minerálním materiálem různé zrnitosti (0,2 až 2 mm), a dále z filtrační přepážky 13, která je tvořena vláknitým materiálem. Kombinovaný filtr 11 je připojen k jednomu vstupu výměníku 14 tepla plyn-vzduch, určeného pro chlazení předčištěného energoplynu zbaveného většiny tuhých částí, jehož výstup energoplynu je připojen do výměníku 15 tepla plyn-voda. Jeho výstup je připojen do Venturiho pračky 16, určené pro odstranění zbytků polycyklických aromátů, fenolů a amoniaku absorpcí. K výstupu Venturiho pračky 16 je připojen demister 17, určený pro odloučení zbytků nečistot v podobě jemných kapek z energoplynu.

Ke druhému vstupu výměníku 14 tepla plyn-vzduch je připojen výstup přetlakového systému dávkování oxidačního média. Jako zplyňovací médium slouží vzduch obohacený na více než 21 % obj. O<sub>2</sub>, připravený buď smíšením vzduchu z kompresoru 21 s kyslíkem, buď z tlakových lahví 22, nebo z odpařovací stanice 23 kapalného kyslíku ve směšovači 20 vzduchu s kyslíkem, nebo z membránového systému 24 pro obohacení vzduchu z kompresoru 21 na požadovanou koncentraci 22 až 30 obj. % O<sub>2</sub>.

Za Venturiho pračkou 16 je s výhodou zařazena zkrápěná absorpční kolona 18, jejíž výstup je s výhodou připojen do kogeneračního motoru 19, který slouží ke kombinované výrobě elektřiny a tepla.

#### 45 Průmyslová využitelnost

Zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu podle vynálezu je průmyslově využitelné na mikrokogeneračních zařízeních pro zpracování biomasy, nejlépe peletky, pro energetické účely pro společnou výrobu elektrické energie a tepla. Energoplyn vyrobený v zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu podle vynálezu je vhodný pro využití v plynových spalovacích motorech nebo plynových turbínách. Zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu podle vynálezu je vhodné zejména pro malé kogenerační jednotky s tepelným výkonem od 100 do 200 kW, resp. s elektrickým výkonem do 50 kW.

## PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Zařízení na zplyňování biomasy a následné čištění energoplynu zahrnující hermeticky uzavřený dvojitý zásobník (1) suroviny připojený k horizontálnímu šnekovému dopravníku (3), jenž je připojen k vertikálnímu šnekovému dopravníku (4), jehož výstup je připojen do reakční zóny (6) zplyňování s kuželovým rozšířením (7) ve zplyňovacím reaktoru (2), jenž je shora ukončen tepelným štítem (8) s keramickou vyzdívkou, přičemž zplyňovací reaktor (2) je opatřen ve spodní  
10 části rozdělovačem (5) oxidačního média a v horní části potrubím (9) na odvod vzniklého energoplynu, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že potrubí (9) na odvod vzniklého energoplynu je připojeno k cyklonu (10), jehož výstup je připojen ke kombinovanému filtru (11), jehož výstup je připojen k jednomu vstupu výměníku (14) tepla plyn-vzduch, jehož výstup energoplynu je připojen k výměníku (15) tepla plyn-voda, jehož výstup energoplynu je připojen do Venturiho pračky (16), jejíž výstup je připojen k demisteru (17), jehož výstup je připojen ke zkrápené absorpční koloně (18), přičemž ke druhému vstupu výměníku (14) tepla plyn-vzduch je připojen výstup přetlakového systému dávkování oxidačního média, přičemž výstup oxidačního média z výměníku (14) je připojen k rozdělovači (5) oxidačního média.
- 20 2. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že kombinovaný filtr (11) pro čištění plynu od tuhých částic obsahuje keramický filtr (12) obsahující granulovaný minerální materiál o velikosti částic 0,2 až 2 mm a filtrační přepážku (13) obsahující vláknitý materiál.
3. Zařízení podle některého z nároků 1 a 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že Venturiho pračka (16) pro odstraňování polycyklických aromatů a fenolů absorpcí obsahuje vodný roztok neio-  
25 noaktivních nepěnových tenzidů o koncentraci 0,01 až 0,5 % hmotn.
4. Zařízení podle některého z nároků 1 až 3, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že přetlakový systém dávkování oxidačního média, jímž je vzduch obohacený na 22 až 30 % obj. kyslíku, obsahuje alespoň jedno zařízení vybrané ze skupiny zahrnující směšovač (20) vzduchu s kyslíkem, k jehož vstupu je připojeno alespoň jedno zařízení vybrané ze skupiny zahrnující alespoň jednu tlakovou láhev (22) s kyslíkem a odpařovací stanicí (23) kapalného kyslíku, a membránový systém (24) pro obohacení vzduchu z kompresoru (21) na 22 až 30 % obj. kyslíku.
- 30 5. Zařízení podle některého z nároků 1 až 4, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že výstup ze zkrápené absorpční kolony (18) je připojen ke kogeneračnímu motoru (19).

40

1 výkres

45 Seznam vztahových značek:

- 1 hermeticky uzavřený dvojitý zásobník suroviny
- 2 zplyňovací reaktor
- 3 horizontální šnekový dopravník
- 4 vertikální šnekový dopravník
- 50 5 rozdělovač oxidačního média
- 6 reakční zóna zplyňování
- 7 kuželové rozšíření
- 8 tepelný štít s keramickou vyzdívkou
- 9 potrubí na odvod vzniklého energoplynu

- 10 cyklon
- 11 kombinovaný filtr
- 12 keramický filtr
- 13 filtrační přepážka
- 5 14 výměník tepla plyn-vzduch
- 15 výměník tepla plyn-voda
- 16 Venturiho pračka
- 17 demister
- 18 zkrápěná absorpční kolona
- 10 19 kogenerační motor
- 20 směšovač vzduchu s kyslíkem
- 21 kompresor
- 22 tlakové lahve s kyslíkem
- 23 odpařovací stanice kapalného kyslíku
- 15 24 membránový systém

