

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 306 239

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

*C10J 3/02* (2006.01)  
*C10J 3/16* (2006.01)  
*C10J 3/20* (2006.01)  
*C10J 3/26* (2006.01)  
*C10J 3/40* (2006.01)  
*C10J 3/74* (2006.01)  
*C10J 3/32* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLŮVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-483**  
(22) Přihlášeno: **09.07.2015**  
(40) Zveřejněno: **19.10.2016**  
**(Věstník č. 42/2016)**  
(47) Uděleno: **07.09.2016**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **19.10.2016**  
**(Věstník č. 42/2016)**

(56) Relevantní dokumenty:  
(Experimental study on biomass gasification in a double air stage downdraft reactor; Juan Daniel Martínez, Electo Eduardo Silva Lora, Rubenildo Viera Andrade, René Lesme Jaén; Biomass and Bioenergy; Vol. 35, No. 8, ISSN: 0961-9534) 2011

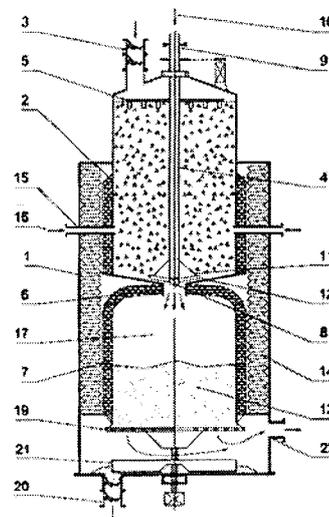
US 2014102000 A1; WO 2007102032 A2; CZ 26592 U1; CZ 295171 B6; CZ 297852 B6; DE 19509570 A1.

(73) Majitel patentu:  
Ústav chemických procesů AV ČR, v. v. i., Praha 6,  
CZ  
TARPO spol. s r.o., Kněžves u Rakovníka, CZ  
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,  
Praha 6 - Dejvice, CZ

(7) a v hrdle je uspořádána alespoň jedna tryska (8) pro vstup sekundárního zplyňovacího média do parciálně oxidační zóny.

(72) Původce:  
Ing. Michael Pohořelý, Ph.D., Chýnice,  
p. Tachlovice, CZ  
Ing. Ivo Pícek, Kněžves u Rakovníka, CZ  
Ing. Sjarhei Skoblia, Ph.D., Benešov, CZ

(74) Zástupce:  
INVENTIA s.r.o., RNDr. Kateřina Hartvichová, Na  
Bělídle 3, 150 00 Praha 5



(54) Název vynálezu:  
**Zařízení pro vícestupňové zplyňování  
uhlíkatých paliv**

(57) Anotace:  
Zařízení pro zplyňování uhlíkatých paliv obsahuje první nádobu (2), v níž je umístěna pyrolyzně-oxidační zóna, opatřená vzduchotěsným uzávěrem (3) pro doplňování paliva, míchačem (4) a alespoň jedním vstupem (15) primárního zplyňovacího média (16). Zařízení dále obsahuje druhou nádobu (7), v níž je umístěna parciálně oxidační zóna (17) a redukční zóna (13), přičemž dno druhé nádoby (7) je tvořeno pohyblivým roštem (19) odděleným od stěn nádoby (7) mezerou pro odvod popela, přičemž pohyblivý rošt (19) má otvory pro průchod produkovaného plynu. První (2) a druhá nádob (7) jsou spojeny hrdlem (6), míchač (4) prochází po celé výšce nádoby (2) a je na konci opatřen zařízením (12) pro nabírání pyrolyzovaného paliva ve spodní části první nádoby (2) a pro jeho kontrolované vsypávání do druhé nádoby (7) hrdlem (6) a míchač (4) je nad zařízením (12) dále opatřen stříškou (11) pro zabránění nekontrolovatelnému vsypávání paliva do druhé nádoby

CZ 306239 B6

## Zařízení pro vícestupňové zplyňování uhlíkatých paliv

### Oblast techniky

5

Předkládaný vynález se týká zařízení pro vícestupňové zplyňování uhlíkatých paliv.

### Dosavadní stav techniky

10

Pro menší tepelné výkony (0,5 až 2 MW) se pro zplyňování biomasy a jiných uhlíkatých paliv používají zpravidla generátory plynu s pevným ložem. Lze je rozdělit na zplynovače protiproudé a soupproudé, podle směru toku paliva a plynu v generátoru.

15

Výhodou protiproudých zplynovačů je velmi dobrá tepelná účinnost, jednoduchá konstrukce, téměř nulový mechanický nedopal a menší investiční náklady. Avšak jejich základní nevýhodou je velké znečištění plynu dehty (běžně až desítky g/m<sup>3</sup> plynu) a z toho vyplývající použití nákladné a složité technologie čištění plynu od dehtů a pevných částic. Plyn bez dokonalého vyčištění od dehtů (pod 20 mg/m<sup>3</sup>) totiž není vhodný pro výrobu el. energie v plynových kogeneračních jednotkách.

20

Menší soupproudé zplynovače dokáží generovat poměrně čistý plyn s nízkým obsahem dehtů, ovšem při zvyšujícím se výkonu zplynovače (např. nad 0,5 MW<sub>t</sub>) obsah dehtů v plynu rychle vzrůstá a je nutné opět zařadit nákladnou technologii čištění plynu od dehtů.

25

Největší nevýhodou těchto zplynovačů je nutnost použití paliva v hrubší granulometrii, s malým podílem jemné frakce, jinak je proces zplyňování nerovnoměrný a s velkými výkyvy tlakových ztrát.

30

Existují rovněž vícestupňové zplyňovací technologie, které se vyznačují tím, že mají oddělená pásma pyrolýzy paliva, parciální oxidace a redukčního lože. Velkou výhodou těchto zařízení je velmi nízký obsah dehtů v plynu, takže pro využití v plynovém motoru není vyžadováno nákladné čištění plynu od dehtů. Plyn je pouze zbaven pevných částic (odprašků) ve filtru. Tato úprava plynu je však velmi jednoduchá a investičně nenáročná.

35

Vícestupňové zplyňovací zařízení je popsáno v užitém vzoru CZ 26592 U1. Obsahuje pyrolýzní pásmo s přívodem primárního vzduchu, vyhřívané produkovaným plynem a opatřené vzduchotěsným podavačem paliva, který umožňuje průběžné doplňování paliva shora, a míchadlem, které rovnoměrně rozprostírá palivo v horní části pyrolýzního pásma; parciálně oxidační komoru tvaru válce nebo kužele, kam samovolně postupuje palivo z pyrolýzního pásma a kam je zaveden přívod sekundárního vzduchu; a redukční zóny, z níž je odváděn popel i produkovaný plyn.

40

Základními nevýhodami vícestupňového zplyňování jsou: obtížné zvyšování pyrolýzní plochy při použití technologie pro větší výkony, obtížné řízení výšky i tlakové ztráty redukčního lože, nedokonalé oddělení jednotlivých zón pro zajištění spolehlivého a bezpečného provozu a špatná regulovatelnost a pružnost výkonu zplynovače.

45

Všechna dosavadní řešení vícestupňového zplyňování řeší kompromisy mezi mechanicko-technologickou jednoduchostí, účinností konverze redukčního lože, rozsahem použitých paliv a jejich granulometrií, možnostmi zvětšení velikosti výkonu zařízení, pružností reakce celkového průtoku plynu na změny výkonu, životností zařízení a nákladů na jeho údržbu.

50

Podstata vynálezu

Nedostatky předchozích řešení byly odstraněny vytvořením nového zařízení pro vícestupňové zplyňování uhlíkatých paliv, které sdružuje v jednom zařízení a) sušicí a pyrolýzně–oxidační zónu, b) roztápěcí a parciálně oxidační zónu a c) redukční lože s odpopelňováním. Podstata vynálezu spočívá zejména v konstrukčním řešení kontrolovaného průchodu paliva z pyrolýzně–oxidační zóny do redukční zóny namísto samovolného přepadávání, jak je tomu u zařízení podle CZ 26592 U1.

Zařízení pro zplyňování uhlíkatých paliv podle vynálezu obsahuje první nádobu, v níž je umístěna pyrolýzně–oxidační zóna. První nádoba je opatřena vzduchotěsným uzávěrem pro doplňování paliva, dále míchačem, s výhodou opatřeným míchadlem pro rozprostírání vsypaného paliva, a alespoň jedním vstupem primárního zplyňovacího média. Zařízení dále obsahuje druhou nádobu, v níž je umístěna parciálně oxidační zóna a redukční zóna. První a druhá nádoba jsou spojeny hrdlem. Dno druhé nádoby je tvořeno pohyblivým roštem odděleným od stěn nádoby mezerou pro odvod popela. Pohyblivý rošt má otvory pro průchod produkovaného plynu. Pohyblivý rošt může být například rotační, výkyvný či posuvný.

Míchač prochází po celé výšce první nádoby a je na konci opatřen zařízením pro nabírání pyrolyzovaného paliva ve spodní části první nádoby a pro jeho kontrolované vsypávání do druhé nádoby hrdlem. Míchač je nad zařízením pro nabírání a kontrolované vsypávání pyrolyzovaného paliva také opatřen stříškou, s výhodou kuželovitou nebo jehlanovitou, pro zabránění nekontrolovatelnému vsypávání paliva do druhé nádoby.

Zařízením pro nabírání pyrolyzovaného paliva ve spodní části první nádoby a pro jeho kontrolované vsypávání do druhé nádoby hrdlem jsou ve výhodném provedení spirálně uspořádané lopatky. Lopatky na konci míchače jsou výhodněji uspořádány v podstatě souběžně se dnem první nádoby, přičemž jejich střed jev podstatě v ose hrdla. Vzdálenost mezi lopatkami a dnem první nádoby je s výhodou v rozmezí 2 až 20 cm.

V hrdle je uspořádána alespoň jedna tryska pro vstup sekundárního zplyňovacího média do parciálně oxidační zóny. Alespoň jedna tryska je uspořádána na konci míchače, přičemž uvnitř míchače je dutina procházející po celé jeho délce pro vedení sekundárního zplyňovacího média, vstupujícího do parciálně oxidační zóny tryskou na konci míchače v hrdle. V tomto provedení je vedením sekundárního zplyňovacího média uvnitř míchače ochlazována trubka míchače, a zároveň ohříváno sekundární zplyňovací médium. V dalším výhodném provedení mohou být další trysky zavedeny do stěn hrdla.

Obsahuje-li zařízení více vstupů primárního zplyňovacího média, jsou tyto vstupy s výhodou rozmístěny po obvodu první nádoby.

Zařízení je dále s výhodou opatřeno vnějším pláštěm, přičemž mezi vnějším pláštěm a nádobami je umístěna tepelná izolace. V plášti jsou otvory pro přívod primárního zplyňovacího média a popřípadě pro přívod sekundárního zplyňovacího média (jsou-li trysky zavedeny do stěn hrdla), odvod produkovaného plynu a vzduchotěsný odvod popela. V jednom výhodném provedení je odvod produkovaného plynu uspořádán v horní části vnějšího pláště. U dna vnějšího pláště jsou uspořádány popelové lopatky pro přihrnování popela do vzduchotěsného odvodu popela, například klapky popela. V jenom výhodném provedení jsou lopatky uspořádány na stejné ose jako rošt a otáčejí či posouvají se spolu s roštem.

V dalším výhodném provedení zařízení dále obsahuje modul pro ovládání vzduchotěsného přívodu paliva podle příkonu míchadla. Když se zvýší příkon míchadla, znamená to, že hladina vsypaného paliva v pyrolýzně–oxidační zóně dosáhla do úrovně míchadla a není již potřeba přivádět další palivo – přívod se uzavře. Když se příkon míchadla opět sníží, indikuje to snížení hladiny

paliva v pyrolýzně–oxidační zóně a přívod se otevře. Výška hladiny se však dá monitorovat i jinými vhodnými způsoby.

S výhodou má druhá nádoba tvar v podstatě válce nebo víceúhelníkového hranolu.

5

Vstupy primárního zplyňovacího média jsou obvykle umístěny ve spodní polovině první nádoby.

Vzduchotěsný uzávěr pro vstup paliva může být konstrukčně proveden například jako klapky, pístový podavač, dvě šoupata, nebo turniket.

10

Uhlíkatá paliva zahrnují zejména biomasu, uhlí, dřevní uhlí, štěpky, piliny, pelety biomasy, pelety TAP (tuhé alternativní palivo) apod.

Plyn produkovaný zařízením podle vynálezu je vhodný zejména pro energetické účely, jako například pro výrobu elektrické energie a tepla.

15

Kontrolovaný vstup pyrolyzovaného paliva do parciálně oxidační zóny a redukční zóny, zajištěný zúženým hrdlem mezi nádobami a nad ním umístěným zařízením pro nabírání pyrolyzovaného paliva ve spodní části první nádoby a pro jeho kontrolované vsypávání do druhé nádoby hrdlem (například spirálně uspořádanými lopatkami) a stříškou, umožňuje udržování stálé výšky redukčního lože a tím dovoluje mnohem přesněji kontrolovat děje v zplyňovacím zařízení a pružněji měnit výkon zplyňovacího zařízení prakticky bez kolísání složení a kvality produkovaného plynu. To dosud žádné zařízení nedovolovalo. K tomuto efektu přispívají i další prvky konstrukce zařízení, tak jak jsou zde popsány.

20

25

Regulace přívodu primárního a sekundárního zplyňovacího média má velký význam pro výkonnou flexibilitu popisovaného generátoru plynu, čímž se značně liší od předchozích řešení více-  
stupňových generátorů plynu (např. CZ 26 592 U1 či CZ 295 171).

30

Trysky primárního zplyňovacího vzduchu, umístěné v první nádobě, umožňují snadný start generátoru plynu a jeho pružnou reakci na změnu výkonu.

Pohyblivý rošt s lopatkami umožňuje transport vychlazeného popela z generátoru plynu a pohyb a prohrabávání redukčního lože.

35

Zařízení podle předkládaného vynálezu umožňuje výrobu velmi čistého generátorového plynu s minimálním obsahem dehtů (např. pod 10 mg/m<sup>3</sup>), využití širokého spektra typů paliv, využití paliva v širokém rozmezí zrnitostí, vysokou tepelnou účinnost zplyňování (např. > 90 %).

40

Součásti zařízení jsou vyrobeny z materiálů, které snesou odpovídající tepelné a mechanické zatížení, například vysoce namáhané části mohou být ze žáruvzdorné keramiky nebo kovové slitiny. Méně tepelně namáhané části mohou být vyrobeny z černých, uhlíkatých ocelí, to znamená nižší investiční náklady na takové zařízení.

45

Zplyňovacím médiem může být kyslík, vzduch, nebo jiná směs plynů obsahující kyslík.

#### Objasnění výkresů

50

Obr. 1 znázorňuje jedno provedení vynálezu, tak jak je popsáno v Příkladu 1.

Obr. 2 znázorňuje druhé provedení vynálezu, tak jak je popsáno v Příkladu 2.

Příklad uskutečnění vynálezu

## Příklad 1: Konstrukce zařízení

5

Vynález je dále objasněn na příkladu provedení s pomocí Obr. 1. Tento příklad provedení neomezuje rozsah vynálezu.

10 Zařízení pro zplyňování uhlíkatých paliv obsahuje první nádobu 2, v níž je umístěna pyrolyzačně-oxidační zóna. První nádobu 2 je opatřena vzduchotěsným uzávěrem 3 pro doplňování paliva, dále míchačem 4, opatřeným míchadlem 5 pro rozprostírání vsypaného paliva, a vstupy 15 primárního zplyňovacího média 16 rozmístěnými po obvodu první nádoby 2. Zařízení dále obsahuje druhou nádobu 7, v níž je umístěna parciálně oxidační zóna 17 a redukční zóna 13, kterou je redukční vrstva uhlíkatého zbytku paliva. První 2 a druhá nádobu 7 jsou spojeny hrdlem 6.  
15 Dno druhé nádoby 7 je tvořeno pohyblivým roštem 19 odděleným od stěn nádoby 7 mezerou pro odvod popela. Pohyblivý rošt 19 má otvory pro průchod produkovaného plynu.

Míchač 4 prochází v ose první nádoby 2 po celé výšce nádoby 2 a je na konci opatřen lopatkami 12 uspořádanými spirálně pro nabírání pyrolyzovaného paliva ve spodní části první nádoby 2 a pro jeho kontrolované vsypávání do druhé nádoby 7 hrdlem 6. Míchač 4 je nad lopatkami 12 také opatřen kuželovitou stříškou 11 pro zabránění nekontrolovatelnému vsypávání paliva do druhé nádoby 7. Uvnitř míchače 4 je dutina procházející po celé jeho délce pro vedení sekundárního zplyňovacího média od jeho vstupu 10 k trysce 8, kterou sekundární zplyňovací médium vstupuje do parciálně oxidační zóny 17.  
20

25

Lopatky 12 na konci míchače 4 jsou s výhodou uspořádány v podstatě souběžně se dnem první nádoby 2, přičemž jejich střed je v podstatě v ose hrdla 6. Vzdálenost mezi lopatkami 12 a dnem první nádoby 2 je v rozmezí 2 až 20 cm.

30 Zařízení je dále opatřeno vnějším pláštěm 1, v tomto provedení válcovým, přičemž mezi vnějším pláštěm 1 a nádobami 2, 7 je umístěna tepelná izolace 14. V plášti 1 jsou otvory 15 pro přívod primárního zplyňovacího média, odvod 22 produkovaného plynu a vzduchotěsný odvod 20 popela. U dna vnějšího pláště 1 jsou uspořádány popelové lopatky 21 pro přihrnování popela do vzduchotěsného odvodu 20 popela, zde jsou použity klapky popela. Lopatky 21 uspořádány na stejné ose jako rošt 19 a otáčejí či posouvají se spolu s roštem 19.  
35

Zařízení může dále obsahovat modul pro ovládání vzduchotěsného přívodu paliva podle příkonu míchadla (neznázorněno). Když se zvýší příkon míchadla, znamená to, že hladina vsypaného paliva v pyrolyzně-oxidační zóně dosáhla do úrovně míchadla a není již potřeba přivádět další palivo – přívod se uzavře. Když se příkon míchadla opět sníží, indikuje to snížení hladiny paliva v pyrolyzně-oxidační zóně a přívod se otevře.  
40

Palivo je do první nádoby 2 plněno přes vzduchotěsný uzávěr 3, který může mít různou podobu. Výšku paliva v nádobě 2 hlídá neznázorněný modul, který při zvýšení hladiny až do úrovně míchadla 5 zaznamená zvýšený příkon a ukončí plnění palivem. Při provozu palivo v nádobě 2 plynule klesá, vysušuje se a následně dochází vlivem předaného tepla k jeho postupné pyrolyze. Teplo se získává oxidací části paliva v oblasti vstupu 15 primárního zplyňovacího média 16, které je do trysek přiváděno predehřáté na teplotu 100 až 600 °C. Odpařená vlhkost z paliva v podobě páry a posléze i uvolněná prchavá složka proudí postupně celým průřezem první nádoby 2, palivo je rozloženo na uhlíkatý zbytek a prchavou složku a ta proudí přes hrdlo 6 do druhé nádoby 7. V horní, parciálně oxidační zóně (POX) druhé nádoby 7 je prchavá složka částečně spalována přidávkem sekundárního zplyňovacího média, které vstupuje do POX zóny 17 tryskou 8 přes dutou trubku míchadla 4. Sekundární médium je rovněž predehřáté na teplotu 100 až 600 °C a vstupuje do míchače 4 přes rotační spojku 9 vstupem 10. Parciální oxidace zásadní mě-  
50

rou přispívá ke štěpení dehtů v této části zařízení (generátoru). Spalováním části plynu se zvyšuje teplota v POX zóně až k 1400 °C za současného vzniku CO<sub>2</sub>.

Druhá nádoba 7 má v dolní části vrstvu uhlíkatého zbytku paliva – redukční zónu 13, která je udržovaná v konstantní výši, aby toto tzv. redukční lože dokončilo štěpení zbylých dehtů a redukovalo výše vzniklý CO<sub>2</sub> opět na hořlavý plyn CO. Uhlíkatý zbytek je vsypáván do POX zóny 17 a redukčního lože 13 rotací míchače 4, na jehož dolním konci je pod kuželovou stříškou 11 několik párů lopatek 12 uspořádaných spirálně tak, aby kontrolované nabíraly sesouvající se palivo v první nádobě 2 a vsypávaly hrdlem 6 do POX zóny 17 a redukčního lože 13. Kuželová stříška 11 zabraňuje nekontrolovatelnému vsypávání paliva do druhé nádoby 7. V POX zóně 17 dojde spálením části plynu k zvýšení teploty a tím dojde k termickému rozkladu dehtů v plynu. Značně k tomu přispívá i dlouhá doba setrvání plynu v této zóně, díky jejímu velkému objemu. Horké plyny po průchodu rozžhavenou redukční vrstvou jsou zbaveny zbytkových dehtů a zároveň se zvýší jejich výhřevnost redukcí CO<sub>2</sub> reakcí s uhlíkatým materiálem a vzniku CO.

Generátor plynu je v exponovaných místech vyzděn žáruvzdornou keramikou a je dokonale z izolován tepelnou izolací 14.

Při roztápění zplynovače a rovněž při změnách požadovaného výkonu jsou využívány trysky 15 primárního zplyňovacího média 16, které jsou umístěny po obvodu první nádoby 2.

Připojením hořáku na vstup 15 primárního spalovacího média 16 se zapálí a začne zplyňovat palivo v generátoru, čímž dojde ke vzrůstu teploty v parciálně oxidační zóně 17. Po jejím zvýšení nad teplotu 450 °C je možné odpojit hořák a regulovaně otevřít přívod 10 sekundárního média, které proudí přes trysku 8 do POX zóny 17, kde se začne rychle zvyšovat teplota. Po stabilizaci teploty POX zóny na dostatečné úrovni (například 1000 až 1200 °C) a dostatečném prohřátí redukční vrstvy 13 je produkovaný generátorový plyn připraven k použití v kogenerační jednotce.

Přívod 10 sekundárního média je regulován tak, aby byla i při proměnném zatížení udržena požadovaná teplota v POX zóně. Přívod 15 primárního média 16 je regulován tak, aby nad palivem v násypce generátoru byl stále udržován podtlak v určitém rozmezí (0 až 500 Pa).

Rošt 19 zplynovače nese redukční vrstvu 13 a při občasném otáčení přihrnuje popelovými lopatkami 21 popel, vychlazený o dno generátoru, do otvorů klapek 20 popela a umožňuje tím regulované odpopelňování. Horký plyn zbavený dehtů vystupuje po průchodu roštem výstupem 22.

Obr. 2 znázorňuje druhé provedení vynálezu, obsahující stejné součásti, zdokonalené však o využití citelného tepla odcházejícího generátorového plynu k předehřevu horní části pyrolyzně-oxidační nádoby 2 a tím paliva, vstupujícího do generátoru. Toho je dosaženo umístěním výstupu 22 produkovaného plynu do horní části vnějšího pláště 1. Výsledkem je další zvýšení tepelné účinnosti generátoru.

U tohoto provedení vynálezu je vytvořena další koncentrická nádoba 23 kolem nádob 2 a 7 tak, aby vznikl meziprostor 18, kterým stoupá zpod roštu vytvořený plyn vzhůru k výstupu 22 v horní části nádoby 1 a tím je umožněn ohřev nádoby 2 a přes její stěnu též paliva v nádobě 2.

Příklad 2: Porovnání nového zařízení dle vynálezu se zařízením podle UV 26592

Zařízení pro vícestupňové zplyňování uhlíkatých paliv podle vynálezu má jinou konstrukci než vícestupňové zplyňovací zařízení popsané v užitném vzoru CZ 26592. Porovnání je provedeno a vysvětleno na příkladu zařízení podle Příkladu 1, ale je platné pro každé zařízení podle vynálezu. Oproti zařízení podle UV 26592 použitá konstrukce umožňuje dosažení následujících výhod během provozu:

Dokonalé prostorové oddělení pyrolyzně–oxidační, parciálně–oxidační a redukční zóny umožňující nezávislou regulaci teploty v každé z uvedených zón.

5 Zúžení horní 2 a dolní 7 nádoby (části reaktoru) v místě jejich spojení a umístění trysky 8 do tohoto místa přívodu sekundárního zplyňovacího media umožňuje dokonalé promíchání plynu obsahujícího prchavou hořlavinu uvolněnou v horní části 2 reaktoru se zplyňovacím mediem přidávaným dutou trubku míchadla 4. Na rozdíl od zařízení uvedeného v UV 26592, efektivního turbulentního proudění v oblasti zúžení (parciálně–oxidační zóny) lze dosáhnout za mnohem větších rozmezí poměru primárního 16 a sekundárního 10 zplyňovacího media, a to s výhodou 10 umožňuje jak redukci obsahu dehtu v plynu, tak i snížení průniku primárních produktů pyrolyzy z horní 2 do dolní nádoby 7 zařízení. Konstrukčně realizované zúžení místa spojení dvou nádob tak zajišťuje dokonalé promíchávání hořlavých plynů s kyslíkem v zóně hořáku POX.

15 Řízení množství vnikajícího uhlíkatého materiálu z dolní části horní nádoby 2 do druhé nádoby 7 (dolní části reaktoru) umožňuje udržování výšky uhlíkatého materiálu v redukční zóně 13 na optimální konstantní hladině. V důsledku toho je zajištěna dostatečná reakční doba jak pro reakci CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O (g) s uhlíkem přítomným v redukční zóně 13, tak odstranění zbytkových množství sekundárních a terciálních složek dehtu z plynu.

20 Nová konstrukce zařízení, oproti konstrukci uvedené v UV 26592, umožňuje řízení celého zařízení dle více různých parametrů (teplota v horní a dolní části generátoru, hladina uhlíkatého materiálu v dolní části reaktoru apod.), což umožňuje při provozu zařízení realizovat odlišný charakter regulace a řízení celého procesu chodu generátoru, zajišťujícího stabilnější provoz, minimální změny ve složení plynu, a tak i produkci plynu s nižším obsahem nežádoucích složek než v případě provozu zařízení dle UV 26592.

30 Použití generátoru odlišné konstrukce se projevuje také produkcí hořlavého plynu s nižším obsahem nežádoucích složek, a to i v případě použití paliva s vyšším obsahem vlhkosti v palivu. V Tab. 1 je uvedeno typické složení plynu produkovaného při zplyňování dřevní štěpky v souproutém generátoru a dvou vícestupňových generátorech. Produkovaný plyn obsahuje oxid uhelnatý (CO), vodík (H<sub>2</sub>), oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>), dusík (N<sub>2</sub>) a metan (CH<sub>4</sub>) a další uhlovodíky (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>). V Tab. 1 jsou také uvedeny hodnoty obsahu dehtu v surovém plynu přímo za generátorem. Jednou z výhod zařízení pro vícestupňové zplyňování uhlíkatých materiálu je skutečnost, že produkovaný plyn obsahuje minimální množství dalších uhlovodíků (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>) a minimální podíl dehtu v 35 plynu.

Tabulka 1. Srovnání složení plynu z různých typů zplyňovacích generátorů

	Souproutý	Vícestupňový dle UV 26592	Zařízení podle vynálezu (vícestupňové)	Zařízení podle vynálezu (vícestupňové)
Vlhkost paliva, % hm.	<10	<10	15	25
Hlavní složky plynu	Obsah v plynu, % obj.			
Oxid uhelnatý (CO)	24,6	27,7	21,0	15,6
Vodík (H <sub>2</sub> )	16,4	22,4	21,3	24,5
Metan (CH <sub>4</sub> )	2,2	1,0	1,1	2,1
Oxid uhličitý (CO <sub>2</sub> )	9,6	8,1	11,8	15,1
Dusík (N <sub>2</sub> )	46,1	40,4	44,7	42,6
Ostatní složky (C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> )	1,1	0,2	0,1	0,1
Obsah dehtu v plynu, mg/m <sup>3</sup>	1300-2500	30-100	10,0	16,0

40

Detailní složení dehtu, stanoveného pomocí Tar Protokolu, ukazuje Tab. 2. V Tab. 2 je uvedeno, že dehet v surovém plynu přímo za generátorem obsahuje hlavně terciální složky dehtu (aromatické a polycyklické aromatické uhlovodíky). Podíl naftalenu v dehtu dosahuje na rozdíl od zařízení dle UV 26592 až 90 %. Celkový obsah dehtu je nižší než 20 mg/m<sup>3</sup>. Kyslíkaté sloučeniny (fenol, metylfenoly, benzofurany a dibenzofurany) ukazující na průnik složek prchavé hořlaviny do produkovaného plynu z horní nádoby 2 do dolní nádoby 7 nebyly v surovém plynu přímo za generátorem nalezeny. Jejich obsah byl pod mezí detekce použité analytické metody (GC MS).

10 Tabulka 2. Složení dehtu z plynu produkovaného v různých zplyňovacích generátorech

složka	Souproudý	Vicestupňový dle UV 26592	Zařízení podle vynálezu (vicestupňové)
	Podíl složek v dehtu, %		
fenol	17,0	29,5	-
methylfenoly	8,5	34,0	-
dibenzofurany	11,6	7,0	1,4
inden+indan	5,6	3,9	2,6
naftalen	16,7	8,3	83,3
methylnaftaleny+ alkylnaftaleny	9,8	9,2	2,8
bifenyl	1,4	0,9	1,8
acenaftylen	5,7	0,6	2,5
acenaften	0,4	0,3	0,5
fluoren	1,6	0,7	0,7
fenantren+antracen	5,6	0,8	1,7
metyl-fenatreny+ cyclopenta[def]fenantren	2,5	0,5	-
fenylnaftaleny	0,4	0,1	-
fluoranten+pyren	2,3	0,3	-
benzfluoreny	0,1	-	-
methylfluoranten+methylpyren	0,5	-	-
PAU o 4 kruzích	0,5	-	-
PAU o 5 kruzích	0,2	-	-
PAU o 6 kruzích	0,1	-	-
ostatní látky	9,5	3,9	2,7
Obsah dehtu v plynu, mg/m <sup>3</sup>	1992	98,7	9,08

15 Na rozdíl od zařízení uvedeného v UV 26592 lze v zařízení podle předkládaného vynálezu produkovat plyn s nízkým obsahem dehtu při různých poměrech primárního a sekundárního vzduchu a s použitím paliva s vyšším obsahem velikosti. Díky tomu uvedené zařízení umožňuje produkovat plyn s vyšší odolností vůči detonaci v plynovém motoru.

20

## PATENTOVÉ NÁROKY

25

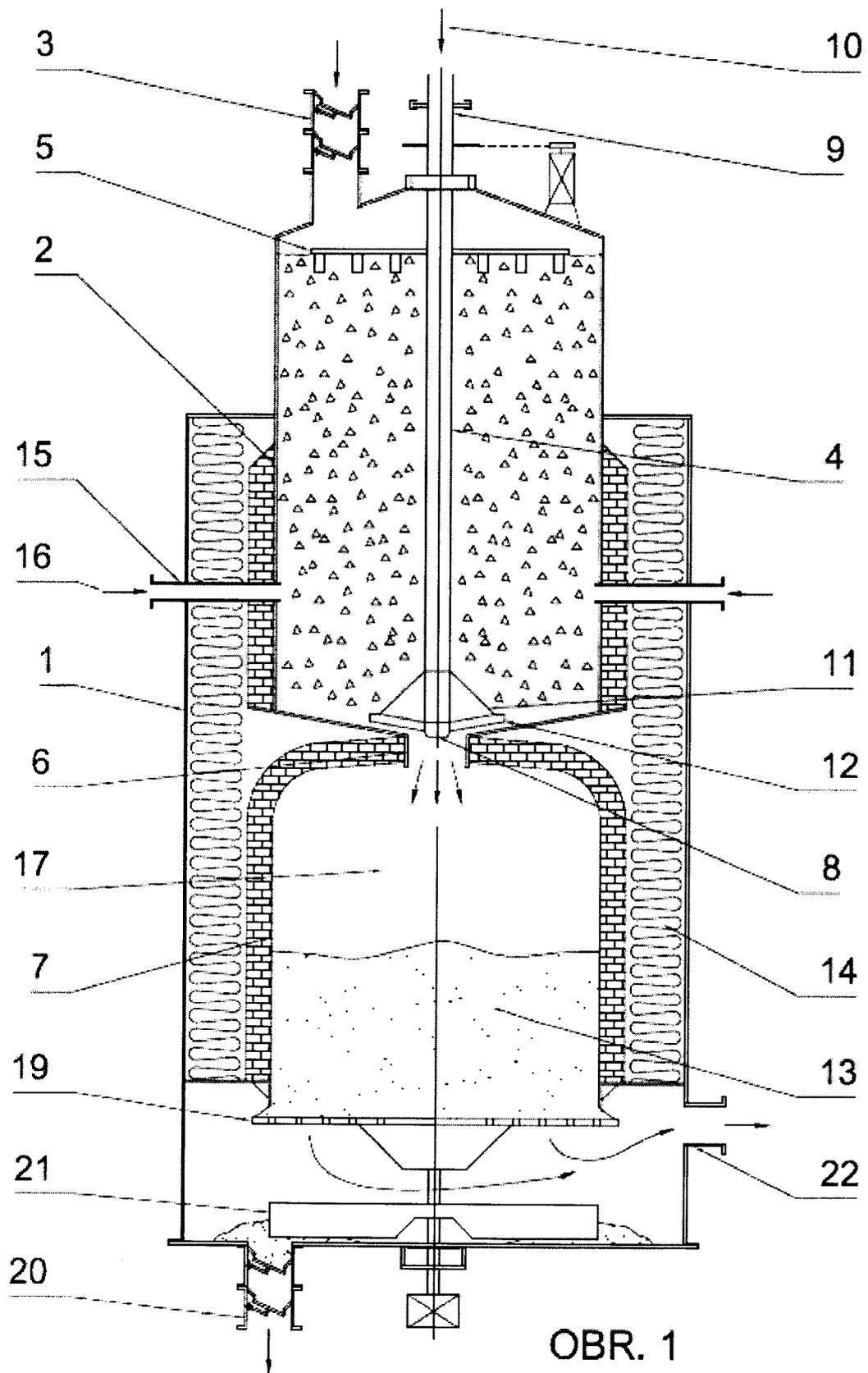
1. Zařízení pro zplyňování uhlíkatých paliv obsahující první nádobu (2), v níž je umístěna pyrolýzně-oxidační zóna, opatřenou vzduchotěsným uzávěrem (3) pro doplňování paliva, míchačem (4) a alespoň jedním vstupem (15) primárního zplyňovacího média (16), přičemž zařízení dále obsahuje druhou nádobu (7), v níž je umístěna parciálně oxidační zóna (17) a redukční zóna (13), přičemž dno druhé nádoby (7) je tvořeno pohyblivým roštem (19) odděleným od stěn nádoby (7) mezerou pro odvod popela, přičemž pohyblivý rošt (19) má otvory pro průchod produkovaného plynu, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že první (2) a druhá nádoba (7) jsou spojeny hrd-

30

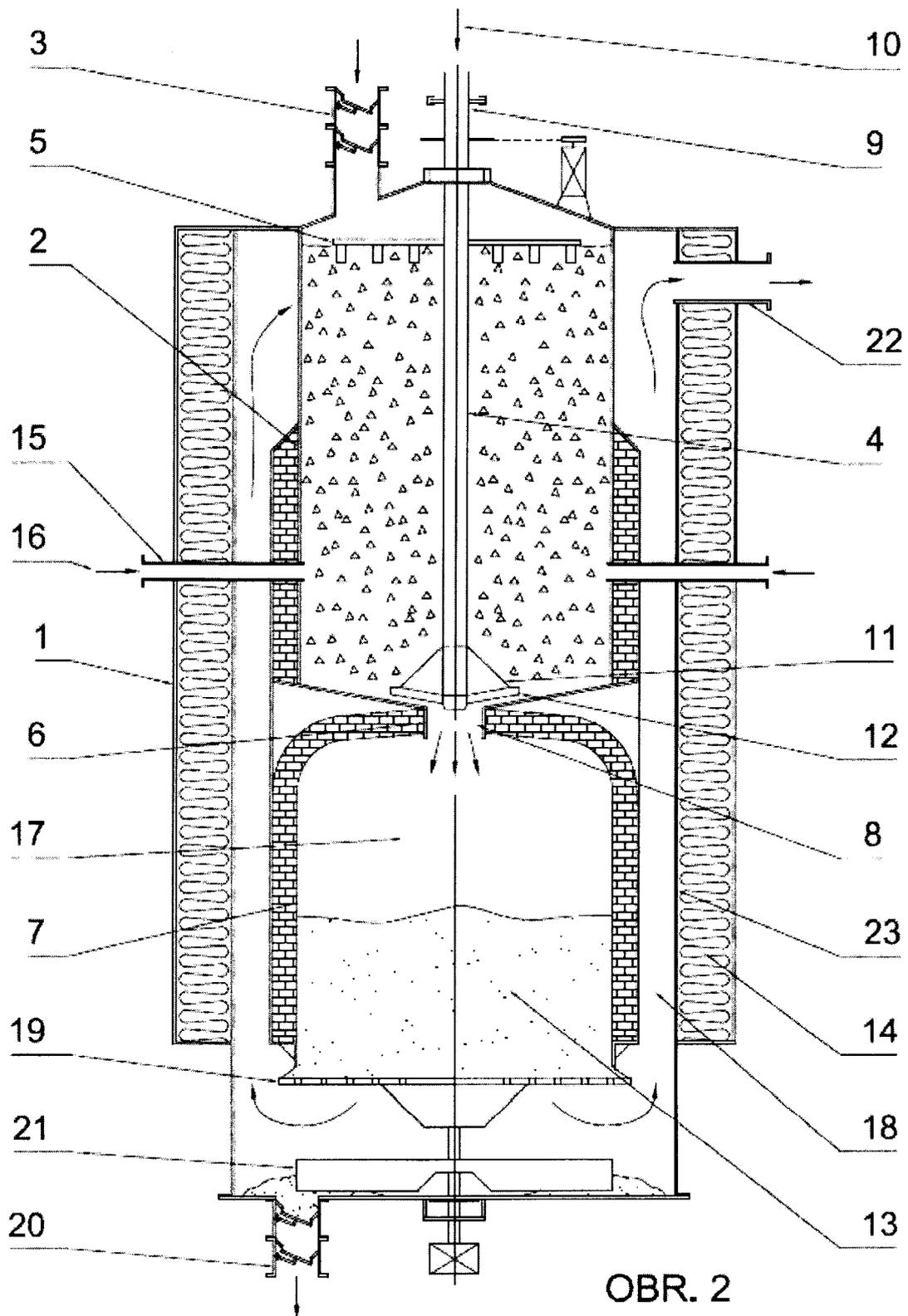
- lem (6), míchač (4) prochází po celé výšce nádoby (2) a je na konci opatřen zařízením (12) pro nabírání pyrolyzovaného paliva ve spodní části první nádoby (2) a pro jeho kontrolované vsypávání do druhé nádoby (7) hrdlem (6) a míchač (4) je nad zařízením (12) dále opatřen stříškou (11) pro zabránění nekontrolovatelnému vsypávání paliva do druhé nádoby (7) a v hrdle je uspořádána alespoň jedna tryska (8) pro vstup sekundárního zplyňovacího média do parciálně oxidační zóny, přičemž uvnitř míchače (4) je dutina procházející po celé jeho délce pro vedení sekundárního zplyňovacího média od jeho vstupu (10) k na konci míchače (4) umístěné trysce (8) pro vstup sekundárního zplyňovacího média do parciálně oxidační zóny (17).
- 10 **2.** Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zařízením (12) pro nabírání pyrolyzovaného paliva ve spodní části první nádoby (2) a pro jeho kontrolované vsypávání do druhé nádoby (7) hrdlem (6) jsou spirálně uspořádané lopatky (12) umístěné v podstatě souběžně se dnem první nádoby (2), přičemž jejich střed je v podstatě v ose hrdla (6).
- 15 **3.** Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že vstupy (15) primárního zplyňovacího média (16) jsou rozmístěné po obvodu první nádoby (2).
- 4.** Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že míchač (4) je dále opatřen míchadlem (5) pro rozprostírání vsypaného paliva.
- 20 **5.** Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že stříška (11) je kuželovitá nebo jehlanovitá.
- 6.** Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že je dále opatřeno vnějším pláštěm (1), přičemž mezi vnějším pláštěm (1) a nádobami (2 a 7) je umístěna tepelná izolace (14), přičemž v plášti (1) jsou otvory (15) pro přívod primárního zplyňovacího média a popřípadě pro přívod sekundárního zplyňovacího média, odvod (22) produkovaného plynu a vzduchotěsný odvod (20) popela.
- 25 **7.** Zařízení podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že u dna vnějšího pláště (1) jsou uspořádány popelové lopatky (21) pro přihrnování popela do vzduchotěsného odvodu (20) popela.
- 8.** Zařízení podle nároku 6 nebo 7, **vyznačující se tím**, že odvod (22) produkovaného plynu je umístěn v horní části vnějšího pláště (1).
- 35 **9.** Zařízení podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje modul upravený pro ovládání vzduchotěsného přívodu (3) paliva podle příkonu míchadla (5).

40

2 výkresy



OBR. 1



Konec dokumentu