

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 303 367

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

**C10J 3/02** (2006.01)

**C10J 3/20** (2006.01)

**C10J 3/30** (2006.01)

**F23G 7/00** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2011-404**  
(22) Přihlášeno: **01.07.2011**  
(40) Zveřejněno: **15.08.2012**  
(Věstník č. 33/2012)  
(47) Uděleno: **09.07.2012**  
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **15.08.2012**  
(Věstník č. 33/2012)

(56) Relevantní dokumenty:

CZ 290861 B6; CN 102041099 A; DE 102008021966 A1; CN 102079998 A.

(73) Majitel patentu:

Ústav chemických procesů Akademie věd České republiky, Praha 6, CZ

(72) Původce:

Svoboda Karel Doc. Ing. CSc., Praha 6, CZ

Smetana Jiří, Řehlovice, CZ

Štojdil Jiří Ing., Teplice, CZ

Šulc Jindřich Ing. CSc., Teplice, CZ

Vacek Jiří, Rtyň nad Bílinou, CZ

(74) Zástupce:

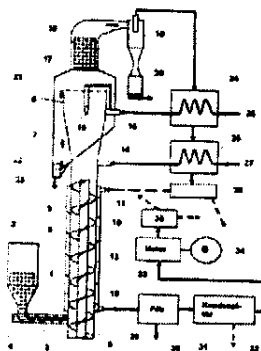
Ing. Petr Řezáč CSc., Jihozápadní III 1145/4, Praha 4 -  
Spořilov, 14100

(54) Název vynálezu:

**Způsob zplyňování upravené biomasy a  
zařízení k jeho provádění**

(57) Anotace:

Způsob zplyňování upravené biomasy ve vertikálním reaktoru sestávajícího ze dvou technologických částí podle kterého se v první části reaktoru biomasa zbaví vlhkosti na úroveň 2 až 3 hmotn. % a částečně se pyrolyzuje ohřevem na teplotu 130 až 350 °C a ve druhé části reaktoru se obsah ohřeje pomocí zplyňovacího média s obsahem kyslíku na teplotu nad 1000 °C za vzniku surového plynu, který se z horní sekce druhé části reaktoru odvádí k následnému vyčištění a odstranění pevných uhlíkatých částic a popele. Zařízení používá vertikální reaktor (6) s dopravníkem (13) a přívodem biomasy ve spodní části reaktoru (6) a odvodem surového plynu v horní části reaktoru (6), přičemž reaktor (5) obsahuje ve spodní části trubku (6) s dopravníkem (13), která přechází do kónicky se rozšiřující horní části (7, 8) s přívodem zplyňovacího média.



CZ 303367 B6

## Způsob zplyňování upravené biomasy a zařízení k jeho provádění

### Oblast techniky

Vynález se týká způsobu zplyňování upravené biomasy ve vertikálním reaktoru sestávajícího ze dvou technologických částí a zařízení k provádění způsobu používajícího vertikální reaktor s dopravníkem a přívodem biomasy ve spodní části reaktoru a odvodem surového plynu v horní části reaktoru.

### Dosavadní stav techniky

V současné době charakterizované stoupající cenou fosilních paliv stoupá zájem o systémy využívající obnovitelné zdroje energie, např. biomasu. Využití biomasy (hlavně dřeva) pro kogeneraci elektrické energie a tepla může být dvojitý: jednak pomocí spalovacích procesů využívajících parní Rankinův cyklus nebo Rankinův cyklus s organickým pracovním médiem (ORC) pro výrobu elektrické energie nebo pomocí převedení pevných bio-paliv na plynná paliva (topné plyny), která mohou být využita v plynových spalovacích motorech. Důležitou charakteristikou pevné biomasy jako paliva je rozptýlenost zdrojů, menší energetická hustota (v MJ/m<sup>3</sup> paliva) ve srovnání s uhlím a vyšší nároky na dopravu u zařízení velkých výkonů (nad asi 10 MW(th)). Proto se u bio-paliv uvažuje spíše o menších jednotkách ve výkonové oblasti u kogenerace 50 kW(th) až asi 10 MW(th). Dalším specifickým tuhé biomasy (dřeva) je relativně větší množství různých odpadů (velikost pilin, třísek, hoblin, štěpky apod.) různých velikostí s různým obsahem vlhkosti a nečistot. Menší částice dřeva s upravenou vlhkostí se dnes běžně zpracovávají na dřevěné peletky o průměru 6 až 8 mm, výjimečně větších průměrů, nebo na brikety větších rozměrů (řádově centimetry).

Kogenerace na bázi zplyňování biomasy má výhodu u menších jednotek (hlavně v oblasti tepelných výkonů pod asi 1 MW(th)) ve vyšší dosažitelné účinnosti výroby elektrické energie oproti spalování. Určitou nevýhodou zplyňování v kombinaci se spalovacím motorem je ovšem nutnost vyrobit palivový plyn dostatečně čistý (omezení koncentrací prachu, dehtových sloučenin, amoniaku, někdy i sirných sloučenin) a bez kondenzujících organických a anorganických sloučenin v přívodních cestách do spalovacího motoru. Celkové zařízení, hlavně u menších výkonů, nemůže být příliš technologicky složité (např. se zplyňovací a spalovací částí a cirkulací inertního partikulárního materiálu mezi zplyňovacím reaktorem a spalovací komorou), mělo by používat pro zplyňování buď vzduch, nebo směs vodní páry se vzduchem, mělo by dobře využívat procesního tepla k předehřátí médií a nemělo by mít komplikované čištění surového palivového plynu.

Ve sborníku přednášek z konference Aprochem 2010, Sborník přednášek str. 2382 až 2387, autoři Šulc a další, je zmíněna metoda zplyňování a zařízení vybudované ve firmě D.S.K. Metoda využitá vzestupného pohybu biomasy svislou, neohřívanou trubkou, pomocí vertikálního šneku. Horní část trubky nad horním koncem šneku je kuželovitě rozšířená. Pro odstranění dehtů, zbytků malých prachových částic za cyklonem a pro odstranění amoniaku a dalších vodo-rozpustných plynů se zde obecně uvažuje dvoustupňová absorpční vypírka pomocí olejů a vody. Nevýhodou této uvedené metody zplyňování substechiometrickým množstvím vzduchu při maximální teplotě ve zplyňovacím reaktoru mezi 750 a 850 °C a při uvažovaném čištění plynu je relativní složitost, nutná bezpečná likvidace vypíracích olejů nasycených dehtovými (aromatickými) sloučeninami a vodní fáze s obsahem amoniaku, nižších alkoholů a jiných organických sloučenin. Další nevýhodou je nižší výhřevnost vyrobeného plynu typicky pod 4,7 MJ/Nm<sup>3</sup>.

Po stránce nižšího obsahu dehtových sloučenin v plynu způsobujících kondenzační problémy (sloučeniny PAH se dvěma a více benzenovými kruhy v molekule) je relativně nejvhodnější sou proudý způsob zplyňování s maximální teplotou produkovaných plynů nad 1000 °C a po stránce

zvýšení výhřevnosti vyrobeného plynu je vhodný přehřev či částečná pyrolýza biomasy. Tyto aspekty byly částečně uplatněny v řešení zplyňovače dřeva systému Viking, např. popsaného v literatuře: časopis Energy vol. 31, str. 1542 až 1553 (2006). Systém Viking, tepelný výkon asi 100 kW, je založen na dvoustupňovém systému kombinace pyrolýzy dřeva a zplyňování vzniklého uhlíkatého zbytku (koksíku) ve druhém stupni, pyrolýza v prvním stupni probíhá za teplot pod 600 °C v horizontální trubce (vyhříváné zvnějšku odpadním teplem) se šnekovým podavačem biomasy. Ve druhém stupni je pomocí přívodu přehřátého vzduchu, smíchání s pyrolyzním plynem a parciální oxidací dosaženo teploty v plynu nad asi 1200 °C, která tepelně rozloží velkou část aromatických a heterocyklických sloučenin přítomných v plynu a dále se horký plyn kontaktuje s koksíkem, což vede k rychlému zplyňování a dalšímu omezení obsahu dehtových sloučenin v plynu. Po ochlazení plynu, odstranění prachu na tkaninovém filtru za teplot okolo 90 až 100 °C a kondenzaci vodních par za teplot 15 až 30 °C je tento palivový plyn vhodný ke vstupu do plynového motoru. Nevýhodou tohoto uspořádání a zařízení je dvoustupňové uspořádání s jedním horizontálním a jedním vertikálním reaktorem, nepříliš dobrý (částečný) kontakt biomasy s celým obvodem horizontální trubky v 1. stupni (pyrolýza), nutnost mít ve druhém stupni poměrně komplikovaný rošt s pohyblivými součástmi k přerušovanému odvodu uhlíkatých zbytků (koksíku), možnost ucpání části roštu, průtok plynu vrstvou koksíku se synpým kuzelem (nejednotnou výškou vrstvy koksíku) a vznik vodního kondenzátu s obsahem amoniaku asi 1 g/l.

Jiným známým řešením zplyňování biomasy je systém a metoda popsaná v americkém patentu (US 2010/0 313 796 A1) využívající podávání biomasy zdola pomocí trubky nebo více trubek se šnekem, přičemž přívodní trubka (nebo trubky) se kónicky rozšiřují nad šnekem. Reaktor je uvažován mnohem většího průměru než přívodní trubka a ve zplyňovacím reaktoru jsou uvažovány různé typy v podstatě pohyblivých roštů k oddělování popela, nebo v bezroštovém uspořádání jsou uvažovány spodní distributory vzduchu blízko odvodů popela. Zařízení uvažuje regulaci výšky poměrně vyrovnané hladiny biomasy (částečně pyrolyzované a zplyňované) v reaktoru, která při ustáleném stavu by měla být konstantní. Odvod popela se uvažuje vespod, pod dnem (roštem) reaktoru nebo ve spodní upravené části reaktoru se šneky. Uspořádání uvažuje substechiometrické spalování biomasy v hlavním reaktoru pomocí bočních distribuovaných přívodů směsi vzduchu a spalín a přívodu směsi vzduchu a spalín také v konusovitém distributoru nad přívodem biomasy (paliva). Vyrobený plyn (vyrobený za relativně nižších teplot) není uvažován pro pohon spalovacího motoru, nýbrž je určen pro další spalování v hořáku (hořácích). Řešení podle tohoto patentu může zaručovat relativně vyrovnanou horní hladinu biomasy v reaktoru, ale pro relativně nízkou uvažovanou teplotu ve zplyňovacím reaktoru a nízkou výstupní teplotu plynu (dokonce pod 350 °C) nezaručuje nízký obsah dehtů a amoniaku v plynu a tento plyn proto není vhodný bez použití dalších čisticích adsorpčních a absorpčních metod k použití pro spalovací motor. Dále větší uvažovaný průměr hlavního zplyňovacího reaktoru nutí k relativně složité distribuci zplyňovacího média a dosažení vyrovnané hladiny biomasy v reaktoru větších průměrů s vertikálními přívody o menších průměrech (pro biomasu) je problematické.

Úkolem (cílem) vynálezu je navržení a vytvoření jednostupňového systému kombinace sušení a částečné pyrolýzy a dále zplyňování upravené biomasy v souproutém uspořádání toku upravené biomasy (pelet či velikostně vytříděné dřevné štěpky) a zplyňovacího média, jednoduché, bezroštové uspořádání, horní vyrovnaná hladina koksíku z biomasy (pevných uhlíkatých částic) pro omezení, zkratových cest plynu, dosažení výhřevnosti suchého plynu nad 5 MJ/Nm<sup>3</sup>, dosažení kondenzační teploty dehtových sloučenin v plynu přiváděném ke spalovacímu motoru pod 20 °C a omezení také koncentrace amoniaku v kondenzované vodě.

## Podstata vynálezu

Podstata způsobu zplyňování upravené biomasy ve vertikálním reaktoru sestávajícího ze dvou technologických částí odstraňující nebo zmírňující nedostatky uvedeného stavu techniky spočívá v tom, že v první části reaktoru se biomasa zbaví vlhkosti na úroveň 2 až 3 hmotn. % a částečně

se pyrolyzuje ohřevem na teplotu 130 až 350 °C a ve druhé části reaktoru se obsah ohřeje pomocí zplyňovacího média s obsahem kyslíku na teplotu nad 1000 °C za vzniku surového plynu, který se z horní sekce druhé části reaktoru odvádí k následnému vyčištění a odstranění pevných uhlíkatých částic a popele.

5

Podstata zařízení k provádění způsobu používajícího vertikální reaktor s dopravníkem a přívodem biomasy ve spodní části reaktoru a odvodem surového plynu v horní části reaktoru spočívá v tom, že reaktor obsahuje ve spodní části trubku s dopravníkem, která přechází do kónicky se rozšiřující horní části s přívodem zplyňovacího média.

10

Dále jsou uvedena další možná provedení vynálezu, která jeho podstatné znaky výhodně rozvíjejí nebo konkretizují.

15

Zplyňovací médium obsahuje 0,35 až 0,65 násobek množství vzduchu pro stechiometrické spalování biomasy.

20

Surový plyn obsahující amoniak sepřed dalším čištěním vystav při vertikálním vzestupném proudění za teploty 900 až 1150 °C kontaktnímu působení katalyzátoru s obsahem kovů ze skupiny Fe, Ni, Co pro termicko-katalytický rozklad amoniaku.

25

Upravenou biomasou jsou dřevěné peletky nebo směsné peletky o průměru 6 až 16 mm, velikostně tříděná a předsušená dřevní štěpka o rozměrech 3 až 30 mm, peletky ze směsi dřevné a rostlinné biomasy, dřeva a odpadních uhlíkatých částic ze zplyňování nebo dřeva a odpadních materiálů z lepených dřevo-třískových desek, dřeva a kartonového papíru a z kombinací uvedených materiálů.

30

Reaktor obsahuje ve spodní části trubku s dopravníkem, která přechází do kónicky se rozšiřující horní části s přívodem zplyňovacího média.

Spodní část trubky reaktoru je opatřena pláštěm s přívodem ohřívacího média pro sušení a částečnou pyrolýzu biomasy na horním konci a výstupem na dolním konci.

35

Přívod zplyňovacího média je rozčleněn do více, po obvodu umístěných vstupů, které jsou situovány do nejméně dvou rozdílných úrovní.

40

Maximální vnitřní průměr rozšířené horní části reaktoru je 1,4 až 2,5 násobek vnitřního průměru spodní části reaktoru.

V odvodu surového plynu je umístěna průchozí vložka obsahující katalyzátor pro termicko-katalytický rozklad amoniaku obsaženého v surovém plynu, přičemž vložka s katalyzátorem je tvořena soustavou souběžných kanálů.

Katalyzátor obsahuje kov vybraný ze skupiny Fe, Ni, Co nebo jejich libovolnou kombinaci.

45

Podle uvedeného způsobu a zařízení, zaměřeného zejména na kogeneraci elektřiny a tepla, lze používat nejen dřevné peletky, ale také peletky s nízkým obsahem (do asi 10 až 20 hmotn.%) rostlinné biomasy, pilin z lepených desek například dřevo-pilinových, dřevovláknitých, dřevo-třískových aj. s vyšším obsahem dusíku, přičemž celkový obsah dusíku ve směsných peletkách by neměl přesahovat 1,5 až 2 hmotn. %. Koksík s vyšším obsahem cenných alkalických složek se dá používat k zúrodnění půd jako tzv. bio-char (bio-koksík). Celkové výstupní množství koksíku s popelem z přepadu, z cyklonu a z filtru je pod 2 hmotn. % vstupní biomasy. Kondenzační voda obsahuje oproti případu zmíněnému ve stavu techniky jen asi třetinový obsah amoniaku, tj. asi 0,3 g/litr kondenzátu. Kondenzát má podobně jako v případě zmíněném ve stavu techniky velmi

50

nízký obsah vyšších aromatických sloučenin a může být použit jako mírné kapalné hnojivo buď po neutralizaci, nebo i bez neutralizace.

## 5 Přehled obrázku na výkrese

Vynález je blíže osvětlen pomocí výkresu, v němž obrázek představuje schéma jednoho z možných provedení vynálezu.

10

## Příklady provedení vynálezu

### Příklad 1

15

Schéma zařízení podle technického řešení pro zplyňování upravené biomasy a využití topného plynu pro výrobu elektrické energie a tepla je znázorněno na obr. 1. Upravená biomasa-peletky 1 se dávkuje ze zásobníku 2 pomocí šnekového podavače 3 v horizontální trubce 4 dávkuje do vlastního pyrolyzního a zplyňovacího reaktoru 5. Reaktor 5 je v podstatě svislá, vertikální trubka 6 v horní části 7 aspoň jednou konusovitě rozšířená na větší průměr 8. Ve spodní části je vertikální trubka 6 opatřena pláštěm 9 a ve vzniklém meziprostoru spirálovou přepážkou 10 pro spirálové proudění vyhřívacího plynu přiváděného přívodem 11 a odváděného výstupem 12 plynu. Uvnitř vertikální trubky 6 je v její spodní části instalován šnekový dopravník 13 pro dopravu upravené biomasy směrem vertikálním, šroubovicovým pohybem směrem nahoru. Nad horním koncem šnekového dopravníku 13 je přívod 14 primárního zplyňovacího vzduchu tvořený otvory nebo tryskami ve stěně trubky 6. Nad konusovitou částí je přiváděn predehřátý sekundární zplyňovací vzduch jednak přívodem 5 stěnou jednak trubky s větším průměrem 8 a jednak distributorem (tryskami) 6 ve střední části většího průměru horní trubky 8.

Vyrobený surový plyn vystupuje z reaktoru 5 konusovitou přechodovou částí 17 do části odvodní trubky s katalyzátorem 18 pro katalyticko-termický rozklad amoniaku v surovém plynu. Tento katalyzátor je umístěn v průchozí vložce navazující na přechodovou část 17. Dále plyn vstupuje do cyklonu 19, kde se separují prachové částice koksíku s popelem asi nad 7  $\mu\text{m}$  (asi 5 až 70  $\mu\text{m}$ ). Tento prach je hromaděn v zásobníku 20 pod cyklonem 19. Větší nezeagované (nezplyněné) částice koksíku 21 přepadávají přes horní okraje trubky 6 většího průměru 8 na šikmé dno 22 a jsou hromaděny ve výsypce 23, odkud jsou podle potřeby odstraňovány pomocí např. šneku nebo zařízení se dvěma ventily. Vyrobený plyn je za cyklonem veden do dvou výměníků tepla 24, 25, kde se predehřívá postupně např. sekundární zplyňovací vzduch 26 a primární zplyňovací vzduch 27, dále je ochlazen ve výměníku tepla 28 pro využitelné ohřevy a je veden do přívodu 11 jako vyhřívací plyn pro sušení a mírnou pyrolýzu (torefikaci) upravené biomasy (peletek). Z výstupu 12 vyhřívacího plynu z vyhřívací části reaktoru 5 je tento plyn eventuálně dále ochlazen a vstupuje do látkového filtru 29, kde se odloučí jemný koksíkový prach s popelem (0,1 až 10  $\mu\text{m}$ ) (30) za teploty 90 až 150 °C. Odprášený plyn je potom veden do kondenzátoru 31 vodních par, kde je plyn za teploty 15 až 35 °C zbaven velké části vodních par a zbytku amoniaku a eventuálně malé části organických sloučenin. Z kondenzátoru 31 je odebírán vodní kondenzát 32 s nízkým obsahem amoniaku, plyn je potom mírně ohřát nad teplotu rosného bodu a je veden jako plynné palivo do plynového motoru 33, který pohání elektrický generátor 34 pro výrobu elektrické energie. Tepelná energie výfukových plynů a chlazení plynového motoru může být dále využita k různým ohřevům 35 nebo může být použita k sušení a torefikaci biomasy v reaktoru 5 s vertikálním šnekem přívodem 11.

## Příklad 2

V zařízení o tepelném výkonu 100 kW (vstup 21 kg/h dřevěných peletek, průměr 6 mm, výhřevnost asi 17,2 MJ/kg). Peletky mají, 8,5 hmotn. % vlhkosti, obsah popela asi 0,6 hmotn. %. Kvůli zabránění průniku vyrobeného plynu do spodní části zplyňovače a do zásobníku je použit promývací (těsnicí) plyn, dusík a CO<sub>2</sub> 1:1, celkem asi 1 m<sup>3</sup>/h. Prim. vzduch je přiváděn v takovém množství, že stechiometrický poměr ER = 0,3, sekundární vzduch je přiváděn v množství odpovídající ER = 0,20. Nejvyšší teplota vyrobeného plynu je 1150 °C, odstranění amoniaku probíhá katalyticky při teplotě 1050 °C. V cyklonu je teplota asi 950 °C. Na výstupu z 1. výměníku tepla má vyrobený plyn teplotu asi 800 °C, na výstupu z 2. výměníku je teplota plynu okolo 600 °C. Na vstupu do meziplášťového prostoru je teplota vyhřívacího plynu (spaliny z plynového motoru) asi 450 °C, na výstupu je teplota asi 250 °C. Po ochlazení (např. vzduchem a částečným využitím tepla pro výrobu páry) je produkovaný plyn s drobnými prachovými částicemi prachem veden do látkového filtru, kde je teplota přibližně okolo 110 až 120 °C. V kondenzátoru s průtokem studené chladicí vody asi 1 až 2 litry/s kondenzuje pára z plynu v množství asi 4 litry/h (koncová teplota kondenzátoru je asi 24 °C). Obsah amoniaku v kondenzační vodě je okolo 0,28 g/l a obsah organických (hlavně aromatických) látek je pod 0,6 mg/l. Obsah dusíku ve vyrobeném suchém plynu je pod 44 obj. %, koncentrace dehtu a prachu ve vstupním plynu do motoru je < 5 mg/Nm<sup>3</sup> a výhřevnost plynu je okolo 5,2 MJ/Nm<sup>3</sup>. Účinnost výroby elektřiny pomocí zplyňování, spalování vyrobeného plynu v plynovém spalovacím motoru a pomocí elektrického generátoru je asi 25 %. Nízké koncentrace dehtových sloučenin (naftalen a vyšší PAH) a prachu ve vyčištěném plynu umožňují poměrně dlouhodobý a spolehlivý chod spalovacího motoru bez nutnosti častých odstávek a čištění přívodních cest, motoru a výměny motorového oleje. Užitečné teplo na vnější ohřevy (voda, pára, vzduch) je asi 45 kW (tj. asi 45 % vstupní energie dřeva). Celkové ztráty energie (tepla) jsou přibližně 30 kW, tj. asi 30 % vstupní energie paliva %. Celkový výstup koksíku a popela 0,30 kg/h tj. pod 1,5 hmotn. % vstupní biomasy. Polovina koksíku s popelem se vrací k výrobě peletek s přídavkem koksíku (pod 1 % hmotn., který v podstatě téměř neovlivňuje vlastnosti peletek.

Průmyslová využitelnost

Vynález lze využít na zařízeních pro zpracování biomasy pro energetické účely zplyňováním, napříkladně pro kogeneraci elektrické energie pomocí převedení pevných bio-paliv na plynná paliva, která mohou být využita v plynových spalovacích motorech. Zařízení s využitím topného plynu pro výrobu elektrické energie a tepla je vhodné zejména pro tepelné výkony 50 až 400 kW, s výhodou 80 až 200 kW.

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob zplyňování upravené biomasy ve vertikálním reaktoru sestávajícího ze dvou technologických částí, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že v první části reaktoru se biomasa zbaví vlhkosti na úroveň 2 až 3 hmotn. % a částečně se pyrolyzuje ohřevem na teplotu 130 až 350 °C a ve druhé části reaktoru se obsah ohřeje pomocí zplyňovacího média s obsahem kyslíku na teplotu nad 1000 °C za vzniku surového plynu, který se z horní sekce druhé části reaktoru odvádí k následnému vyčištění a odstranění pevných uhlíkatých částic a popele.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zplyňovací médium obsahuje 0,35 až 0,65 násobek množství vzduchu pro stechiometrické spalování biomasy.

3. Způsob zplyňování biomasy podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že surový plyn obsahující amoniak se před dalším čištěním vystaví při vertikálním vzestupném proudění za teploty 900 až 1200 °C kontaktnímu působení katalyzátoru s obsahem kovů ze skupiny Fe, Ni, Co pro termicko-katalytický rozklad amoniaku.

4. Způsob zplyňování biomasy podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že upravenou biomasou jsou dřevěné peletky nebo směsné peletky o průměru 6 až 16 mm, velikostně tříděná a předsušená dřevní štěpka o rozměrech 3 až 30 mm, peletky ze směsi dřevné a rostlinné biomasy, dřeva a odpadních uhlíkatých částic ze zplyňování nebo dřeva a odpadních materiálů z lepených dřevo-třískových desek, dřeva a kartonového papíru a z kombinací uvedených materiálů.

5. Zařízení ke zplyňování biomasy k provádění způsobu podle nároků 1 až 4, s použitím vertikálního reaktoru s dopravníkem a přívodem biomasy ve spodní části reaktoru a odvodem surového plynu v horní části reaktoru, **vyznačující se tím**, že reaktor (5) obsahuje ve spodní části trubku (6) s dopravníkem (13), která přechází do kónicky se rozšiřující horní části (7, 8) s přívodem zplyňovacího média.

6. Zařízení ke zplyňování biomasy podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že spodní část trubky (6) reaktoru (5) je opatřena pláštěm (9) s přívodem (11) ohřívacího média pro sušení a částečnou pyrolýzu biomasy na horním konci a výstupem (12) na dolním konci.

7. Zařízení ke zplyňování biomasy podle nároků 5 a 6, **vyznačující se tím**, že přívod zplyňovacího média (15, 16) je rozčleněn do více po obvodu umístěných vstupů, které jsou situovány do nejméně dvou rozdílných vertikálních úrovní.

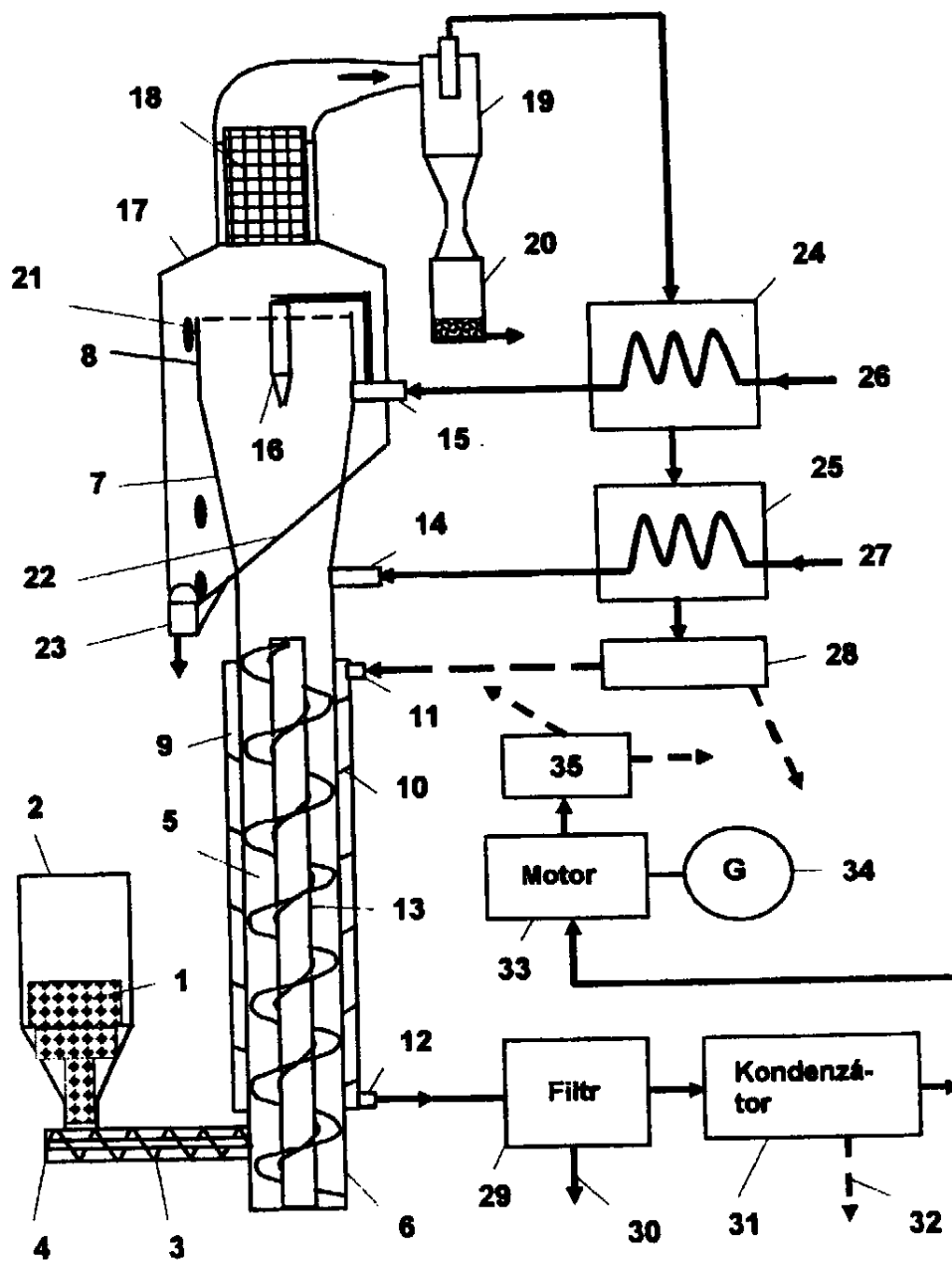
8. Zařízení ke zplyňování biomasy podle kteréhokoliv z nároků 5 až 7, **vyznačující se tím**, že maximální vnitřní průměr rozšířené horní části (8) reaktoru (6) je 1,4 až 2,5 násobek vnitřního průměru spodní části reaktoru (5).

9. Zařízení ke zplyňování biomasy podle kteréhokoliv z nároků 5 až 8, **vyznačující se tím**, že v odvodu surového plynu je umístěna průchozí vložka obsahující katalyzátor (18) pro termicko-katalytický rozklad amoniaku obsaženého v surovém plynu.

10. Zařízení ke zplyňování biomasy podle z nároku 9, **vyznačené tím**, že vložka s katalyzátorem (18) je tvořena soustavou souběžných kanálů.

11. Zařízení ke zplyňování biomasy podle nároku 9 nebo 10, **vyznačující se tím**, že katalyzátor obsahuje kov z vybrané skupiny Fe, Ni, Co nebo jejich libovolnou kombinaci.

I výkres



**Konec dokumentu**