

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

305 308

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

F23G 5/30 (2006.01)
F23G 7/10 (2006.01)
F23G 7/12 (2006.01)
F23G 5/16 (2006.01)
F23N 5/00 (2006.01)
C10J 3/54 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2002-3620**
 (22) Přihlášeno: **02.05.2001**
 (30) Právo přednosti: **03.05.2000 DE 2000 10021448**
 (40) Zveřejněno: **16.07.2003**
(Věstník č. 7/2003)
 (47) Uděleno: **17.06.2015**
 (24) Oznámení o udělení ve věstníku: **29.07.2015**
(Věstník č. 30/2015)
 (86) PCT číslo: **PCT/EP2001/004901**
 (87) PCT číslo zveřejnění: **WO 2001/084051**

(56) Relevantní dokumenty:

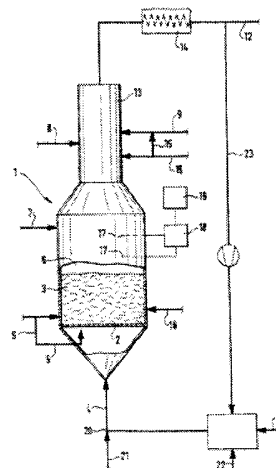
GB 2285119 A; US 4441435 A; DE 19714073 A; US 4308810 A.

(73) Majitel patentu:
Messer Group GmbH, 65843 Sulzbach, DE

(72) Původce:
Gerhard Gross, 47877 Willich, DE
Paul Ludwig, 65779 Kelkheim, DE
Hans-Peter Theis, 65439 Flörsheim, DE
Diana Wassmann, 47799 Krefeld, DE

(74) Zástupce:
Společná advokátní kancelář
Všetečka Zelený Švorčík Kalenský
a partneři, JUDr. Otakar Švorčík, advokát, Hálkova
2, 120 00 Praha 2

spojeno s ústrojím (19) pro vytváření střední hodnoty z naměřených obsahů kyslíku a s regulací pro přívod organické zbytkové látky (7) a/nebo pro přívod plynného proudu (16, 21) obsahujícího kyslík k fluidizované vrstvě částic (3).



(54) Název vynálezu:

Způsob a zařízení pro spalování organické zbytkové látky

(57) Anotace:
Způsob spalování organické zbytkové látky při vytváření fluidizované vrstvy částic fluidizačním zařízením spočívá v tom, že se nechává ve spalovacím prostoru zespodu proudit fluidizační plyn obsahující kyslík a zbytková látka se spaluje, přičemž vznikající kouřový plyn se odtažuje přes volný prostor nad vrstvou částic a v pásnu pro dodatečnou reakci nebo spalovací komoře pro dodatečné spalování se dodatečně spaluje. Podstata spočívá v tom, že se fluidizovaná vrstva (3) částic obohacuje kyslíkem, přičemž se použije čistý kyslík nebo plynná směs s obsahem kyslíku nejméně 80 % obj., a ve volném prostoru (6) se nastavuje střední obsah kyslíku v rozsahu od 0 do 3 % obj. Zařízení pro provádění způsobu obsahuje spalovací prostor pro přijímání organické zbytkové látky, fluidizační zařízení pro zavádění fluidizačního plynu pro vytváření fluidizované vrstvy částic, vstup plynného proudu (16, 21) obsahujícího kyslík do fluidizované vrstvy (3) částic, a měřicí zařízení, které obsahuje nejméně dvě měřicí místa (17) obsahu kyslíku, umístěná ve volném prostoru (3) ve vzájemném odstupu, pro průběžné měření vždy jednoho obsahu kyslíku ve volném prostoru (6). Měřicí zařízení je

CZ 305308 B6

Způsob a zařízení pro spalování organické zbytkové látky

Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu spalování organické zbytkové látky, při kterém se zbytkovou látkou při vytváření fluidizované vrstvy částic fluidizačním zařízením nechává ve spalovacím prostoru zespodu proudit fluidizační plyn, obsahující kyslík, a zbytková látka se spaluje, a vznikající kouřový plyn se odtahuje přes volný prostor nad vrstvou částic a v pásmu pro dodatečnou (následnou) reakci nebo spalovací komoře pro dodatečné spalování se dodatečně spaluje. Dále se vynález týká zařízení pro provádění způsobu, se spalovacím prostorem pro přijímání organické zbytkové látky, s přívodním zařízením pro přívod organické zbytkové látky ke spalovacímu prostoru, se vstupem plynu, zahrnujícího fluidizační zařízení pro zavádění fluidizačního plynu pro vytváření fluidizované vrstvy částic, a s měřicím zařízením pro měření koncentrace plynu ve volném prostoru nad vrstvou částic.

15

Dosavadní stav techniky

Spalovací reakce hořlavých látek ve stacionárních nebo cirkulujících reaktorů s vířivou vrstvou, se vzduchem jako fluidizačním plynem, jsou známy a náleží do stavu techniky. Zejména se spaluje organická zbytková látka ve stacionárním reaktoru s vířivou vrstvou, aby se zabránilo tomu, že bude vynášen nespálený jemný prach z vířivé vrstvy, který se bude odlučovat jako nespálený uhlík nebo filtrový popílek.

25

Pokud jde o organickou zbytkovou látku, jedná se například o čistírenské kaly, odpadní vody, vyluhovadla, granulované plastové odpady, černý louh z výroby papíru, kaly z odstraňování tiskařské černě, atd.

Vrstvy fluidizovaných částic nebo vířivé vrstvy se vytvářejí tím, že se fluidizační plyn prostřednictvím vhodného fluidizačního zařízení, jako například dna s přívody nebo tryskami, vede zespodu skrz vrstvu nebo lože z jemnozrnných částic nebo pevných částic schopných tečení. Od určité rychlosti fluidizace, závislé na velikosti, tvaru a hustotě pevných částic, tj. rychlosti uvolňování, se částice začínají vznášet, tj. vrstva částic je fluidizována. Zvyšováním rychlosti fluidizace se zvětšuje výška vířivého lože, přičemž rychlost fluidizace je úměrná objemovému proudu fluidizačního plynu.

35

Při dosažení charakteristické mezní rychlosti, tak zvané vyfukovací rychlosti, je jemnozrnný materiál lože vynášen z vířivé vrstvy. Tento rychlostní rozsah mezi rychlostí uvolňování a rychlostí vyfukování charakterizuje rozsah stacionární vířivé vrstvy. Při vyšších rychlostech fluidizace jsou vedle jemného prášku také vynášeny větší částice, takže již není k dispozici žádná vyhraněná vířivá vrstva. To je oblast cirkulující vířivé vrstvy.

40

Při spalovacích reakcích ve fluidizovaných vrstvách částic je obvykle použit jako fluidizační plyn vzduch a hořlavá látka se ukládá na vířivou vrstvu shora. Tím jsou pevné částice, sestávající z materiálu lože a paliva, udržovány ve vznosu a současně jsou hořlavé částice oxidovány. Obvykle sestává materiál lože z inertních jemnozrnných materiálů, jako například SiO_2 , Al_2O_3 .

45

V závislosti na výhřevnosti obsahu vody organické zbytkové látky musí být přidávně do fluidizované vrstvy částic zaváděno palivo, aby se udržovala technicky smysluplná nebo dle předpisů potřebná spalovací teplota ve vířivém loži. Jako paliva přicházejí v úvahu hořlavé plyny, topný olej nebo nafta nebo uhlí, které se přivádějí přes vhodné injektory, vestavěné ve stěně nebo přívodním dně. Pokud se použije uhlí, obvykle se přidává k organické zbytkové látce před vstupem do pece.

50

Způsob a zařízení výše uvedeného druhu jsou známe ze spisu WO 97/44620. V něm je popsán způsob provozování pece s vířivou vrstvou pro spalování čistírenského kalu, odpadků nebo uhlí, přičemž se materiál určený ke spalování uloží do spalovacího pásma pece a při vytváření vířivé vrstvy se jím nechává proudit skrz přívodní dno vzduch a materiál se přitom spaluje. Ve volném prostoru nad vířivou vrstvou jsou odtahovány kouřové plyny, které se podrobují dodatečnému spalování. Při spalování organických zbytkových látek se tvoří jedovaté oxidy dusíku (NO_x), jejichž koncentraci je třeba udržovat co možná nejnižší a nesmí překročit určitou zákonem stanovenou horní mez. Aby se snížil obsah NO_x v kouřových plynech, je ve spisu WO 97/44620 navrženo vytvářet ve volném prostoru turbulentní pohyby vefukováním proudu inertního plynu nebo vodní páry. NO_x , vytvářené spalováním, je ve volném prostoru přítomností redukčně působících látek, jako například CO nebo NH_3 , redukován na molekulární dusík. Obsah NO_x se zjišťuje a zaznamenává prostřednictvím měřicího zařízení, přítomného ve volném prostoru.

V pásmu pro dodatečné spalování nebo sekundární spalovací komoře, navazující přímo na volný prostor, jsou nespálené plynné nebo pevné složky kouřového plynu dodatečně spalovány přidáváním vzduchu a přidavného paliva, a vznikající kouřový plyn je vyhříván předepsanou teplotou a zákony předepsaná koncentrace kyslíku se nastavuje na hodnotu kupříkladu nejméně 6 % obj.

V takových stacionárních reaktorech s vířivou vrstvou je prosazení organické zbytkové hmoty limitováno průřezem přívodního dna, jaký je k dispozici. Kromě toho je často omezen maximální dopravní výkon sacího dmyhadla, neboť jeho dopravní výkon je dimenzován na maximální objemový proud kouřových plynů, který je úměrný množství organické zbytkové hmoty.

Množství fluidizačního plynu se tak dá při pevně předem určených průřezích vířivého pole obměňovat jen ve velmi úzkém rozmezí s tím důsledkem, že při menším množství organické zbytkové hmoty se musí pro fluidizaci přidávat do pece více vzduchu, než je potřebné pro spalování. Aby se teplota vířivé vrstvy udržovala konstantní, musí být zvýšeno specifické množství přidávaného paliva, tj. snižuje se účinnost spalovacího výkonu. Vyšší obsahy kyslíku ve vířivé vrstvě, než je stechiometricky potřebné, vyvolávají však také při organické hořlavé látce s elementárně vázaným dusíkem, jako například bílkovinných sloučeninách atd., vyšší míry tvorby oxidů dusíku. Pro dodržování zákonných mezních hodnot jsou potom zapotřebí nákladné způsoby pro oddusíkování kouřového plynu.

Vynález si proto klade za úkol vytvořit způsob, který by při malé tvorbě oxidů dusíku umožňoval vysoké prosazení spalovaného materiálu, tj. vysokou produktivitu pro spalování organického zbytkového materiálu, a zařízení pro provádění tohoto způsobu.

Podstata vynálezu

Pokud jde o způsob, je tento úkol při vycházení z výše popsaného způsobu podle vynálezu řešen jednak tím, že se fluidizovaná vrstva částic obohacuje kyslíkem, přičemž se použije čistý kyslík nebo plynná směs s obsahem kyslíku nejméně 80 objemových procent (80 % obj.), a ve volném prostoru se nastavuje střední obsah kyslíku v rozsahu od 0 do 3 objemových procent, a v pásmu pro dodatečnou (následnou) reakci nebo ve spalovací komoře pro dodatečné spalování se provádí dodatečné spalování kouřového plynu.

Ukázalo se, že přes obohacení vířivé vrstvy kyslíkem může být koncentrace NO_x snižována. To je překvapivé, neboť přidáním tak silného oxidačního prostředku, jako je kyslík, by se mělo spíše očekávat zvýšení koncentrace NO_x . To platí zejména vzhledem k běžným způsobům SCR (selektivní katalytické redukce) nebo SNCR (neselektivní katalytické redukce) způsobům, při nichž se dokonce používá přidavný redukční prostředek ke snižování koncentrace NO_x .

Zaváděním kyslíku do vrstvy částic je spalování organické zbytkové látky urychlováno a zlepšuje se výsledek z hlediska obsahu plynných spalín (CO) a pevných spalín (organický uhlík). Kromě

toho se dosahuje snižování emisí CO_2 tím, že se spaluje méně přídavného paliva k udržování teploty ve vířivé vrstvě.

- 5 Tyto účinky se však dosahují jen za té podmínky, že se ve volném prostoru nastaví redukčně nebo alespoň málo oxidačně působící atmosféra. Jako záchytný bod slouží pro tento účel střední obsah kyslíku ve volném prostoru v rozsahu 0 až 3 % obj. Výraz „střední“ obsah kyslíku se vztahuje k tomu, že obsah kyslíku se zjišťuje v nejméně jedné oblasti uvnitř volného prostoru, v níž se neočekává ani extrémně vysoký, ani extrémně nízký obsah kyslíku. Z důvodů přesnosti měření se však „střední“ obsah kyslíku zjišťuje z nejméně dvou měření obsahu kyslíku ve volném prostoru. Tato měření mohou být provedena časově za sebou a/nebo v oblastech volného prostoru, ležících s vzájemnými odstupy od sebe.

- 15 Fluidizovaná vrstva částic je obohacována kyslíkem. Pro obohacování fluidizované vrstvy částic kyslíkem se používá, jak již bylo uvedeno, buď čistý kyslík, nebo směs plynů s obsahem kyslíku nejméně 80 % obj. K tomu se kyslík zavádí do částicové vrstvy bezprostředně nebo zprostředkovaně, kupříkladu zaváděním do fluidizačního plynu. Je také možné zavádět přídavně k fluidizačnímu plynu do částicové vrstvy plynný proud obsahující kyslík.

- 20 Zvlášť se však osvědčila varianta způsobu, při níž se kyslík zavádí do fluidizačního plynu v přívodní oblasti, ležící z hlediska směru proudění před fluidizačním zařízením. Tím je kyslík před zaváděním do částicové vrstvy temperován na teplotu fluidizačního plynu, takže je vytvoření teplotního spádu v částicové vrstvě udržováno co možná nejnížší. Aby se zajistilo uspokojivé shoření, je třeba usilovat o rovnoměrné rozdělení teploty ve vířivé vrstvě.

- 25 Při této variantě způsobu se obsah kyslíku fluidizačního plynu po první přívodní oblasti s výhodou nastavuje na mezní hodnotu kyslíku v rozsahu od 10 % obj. do 28 % obj. Při prvním přiblížení vzrůstá prosazení spalované organické zbytkové látky s obsahem kyslíku. Další parametr, který ovlivňuje prosazení spalované organické zbytkové látky, je teplota fluidizačního plynu. Jako fluidizační plyn může být použit jak nepřehřátý okolní vzduch, tak i přehřátý vzduch nebo 30 vzduch zahřátý na vysoké teploty. Při jednom způsobu s přehřátým nebo zahřátým vzduchem se může ukázat jako omezující faktor teplotní stálost fluidizačního zařízení, zejména vůči oxidačně působícímu fluidizačnímu plynu. Obsah kyslíku se proto s výhodou nastaví na mezní hodnotu kyslíku max. 26 % obj., když je fluidizační plyn přehříván na teplotu nižší než 500 °C.

- 35 K přehřívání fluidizačního plynu dochází s výhodou rekuperačně, a to horkým kouřovým plynem. Tím se dá fluidizační plyn zahřívát energeticky úsporně na až 500 °C. Úspora energie s sebou kromě toho nese snižování emise CO_2 .

- 40 V jiné, rovněž přednostní způsobové variantě se fluidizační plyn přehřívá na teplotu od 500 °C do 750 °C, přičemž obsah kyslíku se nastavuje na maximálně 24 % obj. Zahřátí fluidizačního plynu na tak vysoké teploty vyvolává co možná úplné a rychlé shoření organické zbytkové látky.

- 45 S výhodou dochází k přehřívání fluidizačního plynu spalováním s palivem. Odpovídajícím seřizováním spalování se dá nastavovat definovaně a reprodukovatelně předem určená teplota fluidizačního plynu. Kupříkladu se fluidizační plyn zahřívá přímým nadstechiometrickým spalováním s palivem v komoře pro předběžné spalování na až 750 °C. Teoreticky jsou možné ještě vyšší přehřívací teploty, ale prakticky jsou však omezené odolností fluidizačního zařízení proti korozi při vysokých teplotách.

- 50 Také zahřátý fluidizační plyn může být zředěn kouřovým plynem, vznikajícím při spalování, a koncentrace kyslíku ve fluidizačním plynu může být nastavena na předem určenou hodnotu od 10 % obj. do 21 % obj.

- 55 U dosud popisovaných přednostních způsobů dochází k přivádění kyslíku do částicové vrstvy tím, že se k fluidizačnímu plynu přivádí kyslík. Obsah kyslíku ve fluidizačním plynu je však při-

tom omezen stálostí fluidizačního zařízení, například přívodním dnem, vůči koroznímu napadení. Při alternativním a stejně přednostním provedení způsobu se k fluidizované částicové vrstvě přivádí kyslík v druhé přívodní oblasti nad fluidizačním zařízením. Přitom se plynný proud, obsahující kyslík, zavádí přímo do částicové vrstvy. Tento způsob je dále označován jako „přímé přivádění“. Přímé přivádění může být použito alternativně nebo přídavně k výše vysvětleným provedením způsobu pro přivádění potřebného kyslíku do částicové vrstvy. Zvláštní výhodou přímého přivádění je to, že zavádění kyslíku plynným proudem, obsahujícím kyslík, není ovlivňováno korozí fluidizačního zařízení, a proto může být, při pravidle, že se ve volném prostoru nastaví střední obsah kyslíku v rozmezí od 0 do 3 % obj. nastaven libovolně vysoký. Tím se dá dále zlepšit spalování organické zbytkové látky.

Jako zvlášť příznivé se ukázalo, jestliže se kyslík přivádí do částicové vrstvy příčným nadzvukovým injektováním. Příčným nadzvukovým injektováním se dosáhne zvlášť hlubokého pronikání kyslíku do vrstvy částic a vnitřního směšování kyslíku a organické zbytkové látky.

S výhodou se přitom nastaví ekvivalentní obsah kyslíku ve fluidizované vrstvě částic nad druhým přívodním místem na koncentraci vyšší, než 28 % obj. Vysoký obsah kyslíku zaručuje co možná rychlé a úplné spalování. Pod ekvivalentním obsahem kyslíku se rozumí ten obsah kyslíku, který by vznikl, když se kyslík přidává přímo do fluidizačního plynu a zde se obohacuje.

Pro co možná nejnížší nízký obsah NO_x v plynných spalínách je při všech výše popsanych provedeních způsobů podstatné, že se ve volném prostoru nastaví střední obsah kyslíku v oblasti od 0 do 3 % obj. Proto se ukázalo jako výhodné, je-li obsah kyslíku ve volném prostoru průběžně měřen a z měření se zjišťuje střední obsah kyslíku, a na základě střední hodnoty se reguluje přívod kyslíku do fluidizované částicové vrstvy a/nebo přívod organické zbytkové látky ke spalovacímu prostoru.

Přesnost měření kyslíku ve volném prostoru se zvýší tím, že se střední obsah kyslíku zjišťuje na základě měření na dvou na sobě nezávislých a v odstupu od sebe ležících měřicích místech ve volném prostoru. V oblasti měřicích míst se kyslík buď přímo měří, nebo se zde odebírá plyn z volného prostoru a přivádí se k měření kyslíku.

Je dávana přednost provedení, při němž je alespoň část fluidizačního plynu tvořena zpětně vedeným kouřovým plynem. Tento způsob se vyznačuje zvlášť zřetelným snižováním koncentrace NO_x v kouřovém plynu, což může být vysvětleno redukcí molekulárního dusíku a snížením koncentrace atomárního kyslíku ve fluidizované částicové vrstvě, jakož i částečnou tvorbou oxidu uhelnatého.

K dalšímu zlepšení dochází při provedení způsobu, při kterém jsou nespálené pevné nebo plynné hořlavé látky v kouřovém plynu spalovány v pásnu pro dodatečné spalování nebo komoře pro dodatečné spalování spolu se sekundárním palivem při přidávání sekundárního vzduchu, přičemž kouřový plyn se obohacuje sekundárním kyslíkem nebo plynem obsahujícím kyslík, který obsahuje kyslík v množství nejméně 80 % obj. Tento způsob usnadňuje dodržování předepsaných minimálních požadavků na teplotu kouřového plynu a koncentraci kyslíku v kouřovém plynu. Kouřový plyn se sekundárním kyslíkem nebo plynem obsahujícím kyslík v množství nejméně 80 % obj. obohacuje tak, jak je potřebné pro udržování předem určeného minimálního obsahu kyslíku v kouřovém plynu.

V důsledku obohacení kouřového plynu kyslíkem může být sekundární vzduch redukován, aniž by došlo k poklesu teploty kouřového plynu pod minimální hodnotu. Kromě toho se zmenšuje dusíkový balast, který je v sekundárním vzduchu nutné současně ohřívat, takže může být snižována specifická potřeba paliva. Při tom ušetřené množství paliva odpovídá množství tepla, jaké by jinak bylo potřebné, aby se odpadní dusíkový balast zahřál na teplotu kouřového plynu.

Účinek obohacování kouřového plynu kyslíkem se ještě zvýší, když je sekundární kyslík nebo plyn obsahující kyslík přímo vefukován do pásma dodatečného spalování nebo komory pro dodatečné spalování rychlostí odpovídající výstupnímu Machovu číslu M o velikosti $0,25 < M < 1$.

- 5 Jako příznivé se ukázalo, je-li sekundární kyslík nebo plyn obsahující kyslík přiváděn do sekundárního vzduchu.

- 10 Výše uvedený technický úkol je proto dále na základě výše popsaného způsobu podle vynálezu řešen tím, že se do pásma pro dodatečnou (následnou) reakci nebo do spalovací komory pro dodatečné spalování přivádí sekundární kyslík tak, že se v kouřovém plynu za pásmem pro dodatečnou reakci nebo komorou pro dodatečné spalování nastaví obsah nejméně 6 % obj. kyslíku.

- 15 Nespálené pevné nebo plynné hořlavé látky v kouřovém plynu se spalují v pásmu pro dodatečné spalování nebo spalovací komoře pro dodatečné spalování spolu se sekundárním palivem při přidání sekundárního vzduchu spalují, přičemž kouřový plyn se obohacuje sekundárním kyslíkem nebo plynem obsahujícím kyslík. Obsah kyslíku v takovém plynu, obsahujícím kyslík, činí nejméně 80 % obj. Dají se tím dodržet minimální požadavky na koncentraci kyslíku v kouřovém plynu, a toto provedení kromě toho usnadňuje dodržování předepsaných minimálních požadavků na teplotu kouřového plynu. Kouřový plyn je obohacen sekundárním kyslíkem nebo plynem
20 obsahujícím kyslík s obsahem kyslíku nejméně 80 % obj. tak, jak je toto potřebné pro udržování předem určeného minimálního obsahu kyslíku v kouřovém plynu.

- 25 V důsledku obohacení kouřového plynu kyslíkem může být snížen sekundární vzduch, aniž by došlo k poklesu pod hodnotu minimální teploty kouřového plynu. Kromě toho se zmenšuje dusíkový balast, který je třeba spolu zahřívat v sekundárním vzduchu, takže se sníží specifická potřeba paliva.

- 30 Pokud jde o zařízení pro provádění způsobu, je výše uvedený úkol při vycházení z výše popsaného zařízení podle vynálezu vyřešen tím, že je zajištěn přívod pro plynný proud obsahující kyslík do fluidizované částicové vrstvy, a měřicí zařízení obsahuje nejméně dvě měřicí místa obsahu kyslíku, umístěná ve volném prostoru ve vzájemném odstupu, pro průběžné měření vždy jednoho obsahu kyslíku ve volném prostoru, přičemž měřicí zařízení je spojeno s ústrojím pro vytváření střední hodnoty z naměřených obsahů kyslíku a s regulací pro přívod organické zbytkové látky a/nebo pro přívod plynného proudu obsahujícího kyslík k fluidizované vrstvě částic.

- 35 Zařízení podle vynálezu obsahuje nejméně jeden přívod pro plynný proud obsahující kyslík do fluidizované vrstvy částic. Pokud jde o účinek a funkci plynného proudu obsahujícího kyslík vzhledem k prosazení a produktivitě spalování, je možné odkázat na výše uvedená provedení způsobu podle vynálezu.

- 40 Zařízení podle vynálezu dále obsahuje měřicí zařízení s nejméně dvěma měřicími místy kyslíku, ležícími s odstupy od sebe ve volném prostoru, pro průběžné měření vždy jednoho obsahu kyslíku ve volném prostoru. V oblasti měřicích míst je buď přímo měřen obsah kyslíku, nebo se odebírá plyn z volného prostoru a následně analyzuje. Tím, že obsah kyslíku je zjišťován jako střední hodnota nejméně dvou měření, se zlepšuje přesnost měření kyslíku ve volném prostoru. Místní
45 nebo časové výchyly obsahu kyslíku se tak alespoň částečně kompenzují.

- Pro vypočítání střední hodnoty slouží zařízení, kupříkladu procesorový počítač. Ten je spojen s regulací pro přívod organické zbytkové látky a/nebo přívodem plynného proudu obsahujícího kyslík k fluidizované vrstvě částic. Pro tuto regulaci se použije střední hodnota obsahu kyslíku
50 jako regulační veličina. Jelikož se takto zjištěná střední hodnota vyznačuje vysokou stabilitou a přesností, získá se odpovídající přesná a stabilní regulace přívodu organické zbytkové látky a/nebo přívodu plynného proudu obsahujícího kyslík k fluidizované vrstvě částic. Stablním řízením procesu se dá dále snížit obsah NO_x kouřového plynu.

Dále obsahuje zařízení podle vynálezu ústrojí, jímž je možné snižovat obsah dusíkového balastu a tím i objemový proud kouřového plynu při použití vzduchu jako oxidačního média pro spalování nespálených pevných a plyných složek kouřového plynu v pásnu pro dodatečné spalování nebo v sekundární spalovací komoře, a to tím, že se v oblasti komory pro dodatečné spalování nebo v sekundární spalovací komoře nahradí v kouřovém plynu potřebné množství sekundárního spalovacího vzduchu množstvím kyslíku, odpovídajícím předepsané koncentraci kyslíku, například 6 % obj., a množství sekundárního paliva pro zahřátí kouřového plynu na požadovanou minimální teplotu například 850 °C se sníží. Ušetřené množství paliva odpovídá nejméně množství tepla, které je potřebné k tomu, aby zahřálo chybějící dusíkový balast v oxidačním médiu na teplotu kouřového plynu.

Kyslík je se přitom vefukuje v čisté formě nebo jako plyn obsahující kyslík na nejméně jednom místě vhodnými tryskami rychlostí odpovídající výstupnímu Machovu číslu „M“ $0,25 < M < 1$ do pásma pro dodatečné spalování nebo sekundární spalovací komory, nebo se přidává do sekundárního vzduchového proudu před vstupem do spalovacího prostoru.

Objasnění výkresů

Vynález je blíže vysvětlen v následujícím popisu na příkladech provedení s odvoláním na připojené výkresy, ve kterých znázorňuje obr. 1 stacionární pec s vířivou vrstvou podle vynálezu, pro provádění první varianty způsobu podle vynálezu, obr. 2 stacionární pec s vířivou vrstvou podle druhé varianty způsobu podle vynálezu, a obr. 3 stacionární pec s vířivou vrstvou podle stavu techniky.

Příklady uskutečnění vynálezu

Pec 1 s vířivou vrstvou, známá ze stavu techniky pro spalování čistírenských kalů, je schematicky znázorněna na obr. 3. V dolní oblasti pece 1 je přívodní dno 2, přes něž se vytváří z materiálu lože a čistírenských kalů vířivá vrstva 3, když se zespodu vefukuje vzduchový proud 4 přívodním dnem 2. Vzduchový proud slouží současně jako spalovací a jako fluidizační plyn. Průměr pece 1 s vířivou vrstvou činí 5,7 m a výška volného prostoru pece činí přibližně 10,6 m. Nad vířivou vrstvou 3 je volný prostor 6, přes nějž je odtahován kouřový plyn 12. Přívodem 7 ve volném prostoru 6 jsou do pece 1 kontinuálně přiváděny čistírenské kaly.

Pro zahřívání a spalování čistírenských kalů ve vířivé vrstvě 3 se do vzduchového proudu 4 přidává palivo 5. Palivo 5 však může být také přímo přiváděno do vířivé vrstvy 3.

Z volného prostoru 6 se dostává kouřový plyn 12 do pásma 13 pro dodatečné spalování, v němž jsou nespálená pevná nebo plyná paliva spalována se sekundárním palivem 8 a při přidávání sekundárního vzduchu 9. Kouřový plyn 12 je odtahován přes výměník 14 tepla, který slouží k předeřevu vzduchového proudu 4.

Následně bude vysvětlen způsob spalování čistírenských kalů při použití pece 1 znázorněné na obr. 3, přičemž podstatné parametry a výsledky způsobu jsou tabelárně shrnuty.

SROVNÁVACÍ PŘÍKLAD 1

Prosazení čistírenských kalů (výkon způsobu a zařízení):	8500 kg/h
Obsah suché látky:	40 %
Výhřevnost:	14 000 kJ/kgGV

	Teplota vířivé vrstvy:	850 °C
	Teplota vířicího plynu:	702 °C
	Teplota volného prostoru:	920 °C
5	Množství vířicího plynu:	14 881 m ³ /h i.N. (normálních m ³ /h, neboli m ³ /h objemu při normálních podmínkách, dále „i.N.“)
	Množství vířicího vzduchu:	14 275 m ³ /h i.N.
	Množství zemního plynu:	606 m ³ /h i.N.
	Množství kouřového plynu ve volném prostoru:	22 616 m ³ /h i.N.
10	Koncentrace kyslíku ve volném prostoru:	2 % obj. such.
	Koncentrace dusíku ve volném prostoru:	49,7 % obj.
	Koncentrace oxidů dusíku ve volném prostoru:	180 až 350 mg/m ²

15 Pro predehřev vířicího plynu na 702 °C se nadstechiometricky spalovalo 321 m³/h zemního plynu s vířicím vzduchem. Obsah kyslíku ve vířicím plynu se přitom snížil z 21 % obj. na cca 20,1 % obj.

20 Pokud jsou dále v peci 1 dle obr. 1 a 2 podle vynálezu použity stejné vztahové značky jako na obr. 3, jsou tím označeny stejné nebo ekvivalentní části výše popsané pece 1 s vířivou vrstvou. Odkazuje se zde na odpovídající vysvětlení.

25 Pec 1 s vířivou vrstvou, znázorněná na obr. 1, obsahuje v oblasti vířivé vrstvy 3 vstup 16 pro kyslík, přes nějž se může do vířivé vrstvy 3 přivádět první přídavný proud 16 kyslíku (ve formě čistého kyslíku). V přírodním místě 20 pod přírodním dnem 2 se do vzduchového proudu 4 přivádí druhý přídavný kyslíkový proud 21 (rovněž čistý kyslík). Do vzduchového proudu 4 se před přírodním místem 20 přiměšuje přídavné palivo 22. Spalováním přídavného paliva 22 se vzduchový proud 4 zahřívá na teplotu přibližně 702 °C.

30 Dále jsou ve volném prostoru 6 dvě od sebe vzdálená měřicí místa 17 pro měření obsahu kyslíku ve volném prostoru 6. Z měřicích míst se odebírají vzorky plynu a prostřednictvím kyslíkové sondy 18 se kontinuálně analyzují. Takto zjištěný střední obsah kyslíku ve volném prostoru 6 slouží pro regulování přívodu kyslíku přes první přídavný proud kyslíku 21 a/nebo přívod 7 čistírenských kalů. Kromě toho se buď vzduchový proud 9 obohacuje kyslíkem 15 pro dodatečné spalování kouřového plynu 12, nebo se přídavný kyslík 15 přímo přivádí do pásma 13 pro dodatečné spalování.

Dále bude vysvětlen srovnávací příklad pro způsob spalování čistírenských kalů při použití pece 1, schematicky znázorněné na obr. 1 (bez regulace přívodu kyslíku):

40

SROVNÁVACÍ PŘÍKLAD 2

	Prosazení čistírenských kalů (výkon způsobu a zařízení):	12 750 kg/h
45	Obsah suché látky:	40 %
	Výhřevnost:	14 000 kJ/kgGV
	Teplota vířivé vrstvy:	850 °C
	Teplota vířicího plynu:	702 °C
	Teplota volného prostoru:	920 °C
50	Množství vířicího plynu:	14 932 m ³ /h i.N.

- Množství vířicího vzduchu: 12 344 m³/h i.N.
Množství přidavného kyslíku: 1887 m³/h i.N.
Množství zemního plynu: 701 m³/h i.N.
Množství kouřového plynu ve volném prostoru: 26 522 m³/h i.N.
Koncentrace kyslíku ve volném prostoru: 5,2 % obj. such.
Koncentrace dusíku ve volném prostoru: 37,0 % obj.
Koncentrace oxidů dusíku ve volném prostoru: 310 až 450 mg/m²
- 10 Srovnání mezi oběma srovnávacími příklady 1 a 2 ukazuje, že přidáním kyslíku, v souladu s ekvivalentní koncentrací kyslíku 30 % obj. ve vířicím plynu, mohl být prosazovací výkon zvýšen o cca 50 %. Nevýhodou však bylo, že se tím mohla zvýšit koncentrace oxidů dusíku z 310 až na 450 mg/m³ a tím vystoupila nad přípustnou mezní hodnotu. Pro dodržení mezní hodnoty je proto nezbytné přidavné opatření, jako například dovybavení pomocí SCR (selektivní katalytické redukce) nebo SNCR (neselektivní katalytické redukce) zařízení. Přídavnými investičními a provozními náklady na redukční prostředek je negativně ovlivněna hospodárnost kyslíkového procesu. Toto zvýšení koncentrace oxidů dusíku je způsobené zatížením oxidy dusíku proporcionálně k množství čistírenských kalů při téměř konstantních množstvích kouřového plynu.
- 20 Předmětem vynálezu je nejen zvýšení prosazení organické zbytkové hmoty v reaktorech s vířivou vrstvou bez podstatného zvýšení objemu kouřového plynu, ale také snížení koncentrací škodlivin, jako například oxidů dusíku.
- 25 Ze spisu DE 3703568 je známý způsob snižování obsahu oxidů dusíku, při němž se použije jako fluidizační plyn místo vířicího vzduchu směs ze vzduchu a kouřových plynů, přičemž kouřové plyny jsou s regulací teploty a množství jejich zpětným vedením za reaktorem s vířivou vrstvou nebo kotlem na odpadní teplo a filtrem, přiváděny do spalovacího vzduchu.
- 30 Překvapivě se nyní zjistilo, že problém vyšších koncentrací oxidů dusíku při konstantním objemu kouřového plynu a současném zvyšování prosazení čistírenských kalů (prosazovacího výkonu) s přidáním kyslíku se může řešit tím, že koncentrace kyslíku ve vířivé vrstvě 3 je v souladu s vyšším množstvím čistírenských kalů obohacena a část vzduchového proudu je nahrazována zpětně vedeným kouřovým plynem 23, odebíraným za výměníkem 14 tepla, takže se ve volném prostoru 6 nad vířivou vrstvou 3 nastaví střední obsah kyslíku 0 až 3 % obj. O₂.
- 35 Nyní bude vysvětlen takový příklad provedení pro způsob podle vynálezu při použití pece 1, schematicky znázorněné na obr. 1, přičemž podstatné prostředky jsou znovu tabelárně shrnuty. Cílová hodnota obsahu kyslíku přitom činí 1,3 % obj.
- 40 **PŘÍKLAD 1**
- | | |
|--|--|
| Prosazení čistírenských kalů: | 12 750 kg/h |
| Obsah suché látky: | 40 % |
| 45 Výhřevnost: | 14 000 kJ/kgGV |
| Teplota vířivé vrstvy: | 850 °C |
| Teplota vířicího plynu: | 702 °C |
| Teplota volného prostoru: | 920 °C |
| Množství vířicího plynu: | 15 191 m ³ /h i.N. (normálních m ³ /h, |
| 50 neboli m ³ /h objemu při normálních podmínkách, dále „i.N.“) | |
| Množství vířicího vzduchu: | 6844 m ³ /h i.N. |

Množství přídavného kyslíku:	5500 m ³ /h i.N.
Množství zemního plynu:	644 m ³ /h i.N.
Množství kouřového plynu ve volném prostoru:	26 695 m ³ /h i.N.
5 Koncentrace kyslíku ve volném prostoru:	1,3 % obj. such.
Koncentrace dusíku ve volném prostoru:	28,6 % obj.
Koncentrace oxidů dusíku ve volném prostoru:	60 až 180 mg/m ²

10 Proud 21 přídavného kyslíku se před přívodním dnem 2 přiměšuje do vzduchového proudu 4. V případě, že vzduchový proud není přehřátý, je z bezpečnostních důvodů dodržována koncentrace kyslíku maximálně 28 % obj. za přívodním místem 20. Při přehřívání vzduchového proudu na až 500 °C musí být mezní hodnota koncentrace kyslíku ve vzduchovém proudu 4 obohaceném kyslíkem, relevantní pro bezpečnost, po přívodním místu 20 snížena na 26 % obj. Tato mezní hodnota se snižuje na 24 % obj., když vzduchový proud 4 obohacený kyslíkem, je přehříván na teplotu od 500 °C do 750 °C.

20 Neexistují žádná množstevní omezení nebo omezení koncentrací NO_x, když je kyslík vyfukován vysokorychlostními tryskami s výstupními Machovými čísly nejméně 0,8, s výhodou s Machovým číslem vyšším než 1, jako proud 16 přídavného kyslíku přímo do vířivé vrstvy 3. Vysoké rychlosti jsou potřebné pro dostatečné proměšování kyslíku s vířivou vrstvou 3, aby se při zvyšování prosazení čistírenských kalů (prosazovacího výkonu) a konstantních množství kouřových plynů, tj. rychlostech fluidizace, dosáhlo rovnoměrného proměšování čistírenských kalů s kyslíkem, tj. homogenní teploty ve vířivé vrstvě 3.

25 Na obr. 2 je znázorněn další příklad provedení pro pec 1 s vířivou vrstvou podle vynálezu.

Na rozdíl od provedení znázorněného na obr. 1 může být u této pece 1 s vířivou vrstvou vzduchový proud přehříván jak rekuperačně ve výměníku 14 tepla kouřovým plynem 12, tak i současně do vzduchového proudu 4 přiměšován kouřový plyn 12.

30

PATENTOVÉ NÁROKY

35

1. Způsob spalování organické zbytkové látky, při kterém se zbytkovou látkou, při vytváření fluidizované vrstvy částic fluidizačním zařízením, nechává ve spalovacím prostoru zespodu proudit fluidizační plyn obsahující kyslík a zbytková látka se spaluje, přičemž vznikající kouřový plyn se odtažuje přes volný prostor nad vrstvou částic a v pásmu pro dodatečnou reakci nebo spalovací komoře pro dodatečné spalování se dodatečně spaluje,

40

vyznačený tím, že se fluidizovaná vrstva (3) částic obohacuje kyslíkem, přičemž se použije čistý kyslík nebo plynná směs s obsahem kyslíku nejméně 80 % obj., a ve volném prostoru (6) se nastavuje střední obsah kyslíku v rozsahu od 0 do 3 % obj.

45

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačený tím**, že se do fluidizačního plynu (4) v prvním přívodním pásmu (20) přivádí před fluidizačním zařízením (2), z hlediska směru proudění, kyslík.

50

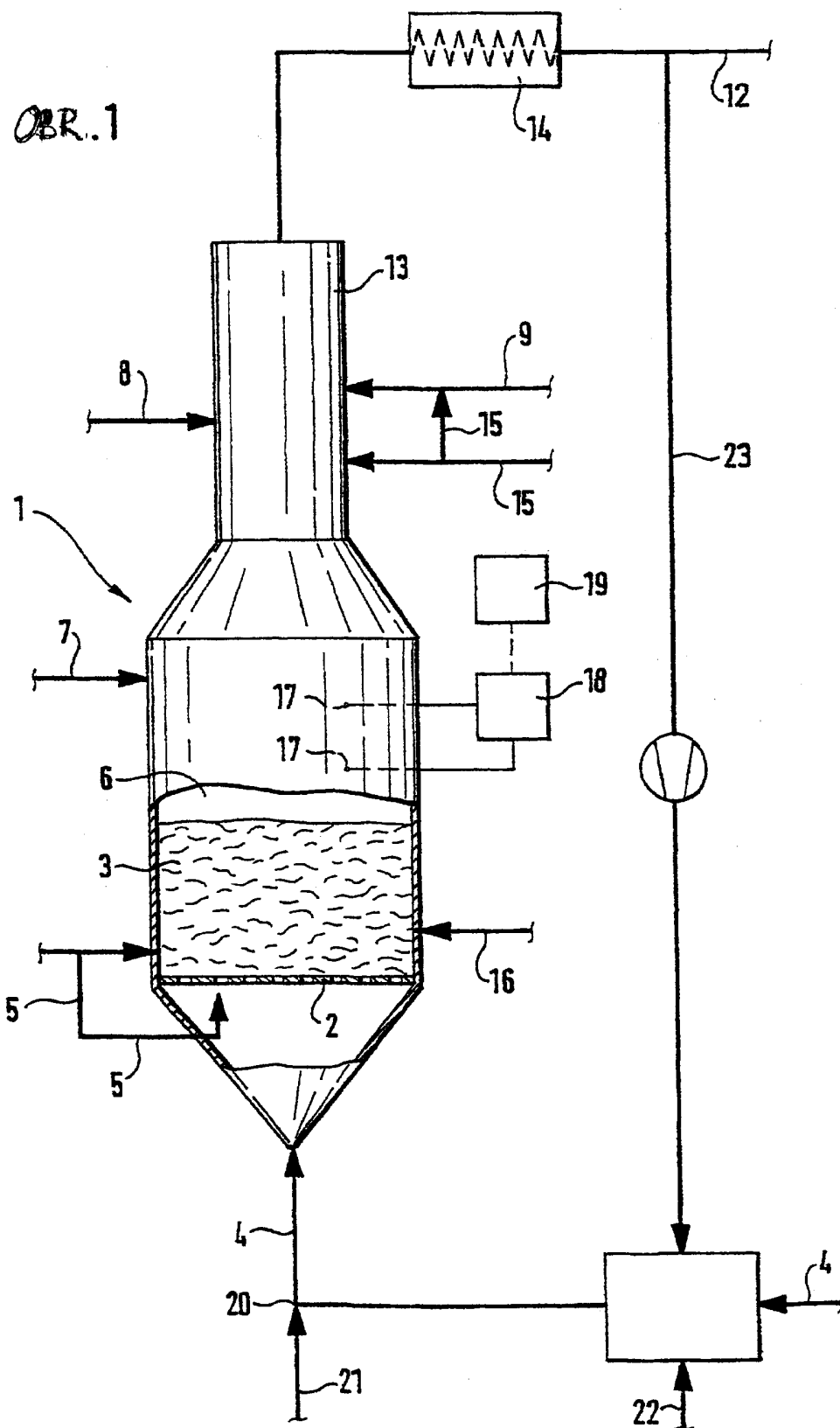
3. Způsob podle nároku 2, **vyznačený tím**, že se obsah kyslíku fluidizačního plynu (4) po prvním přívodním pásmu (20) nastavuje na mezní hodnotu kyslíku v rozmezí od 10 % obj. do 28 % obj.

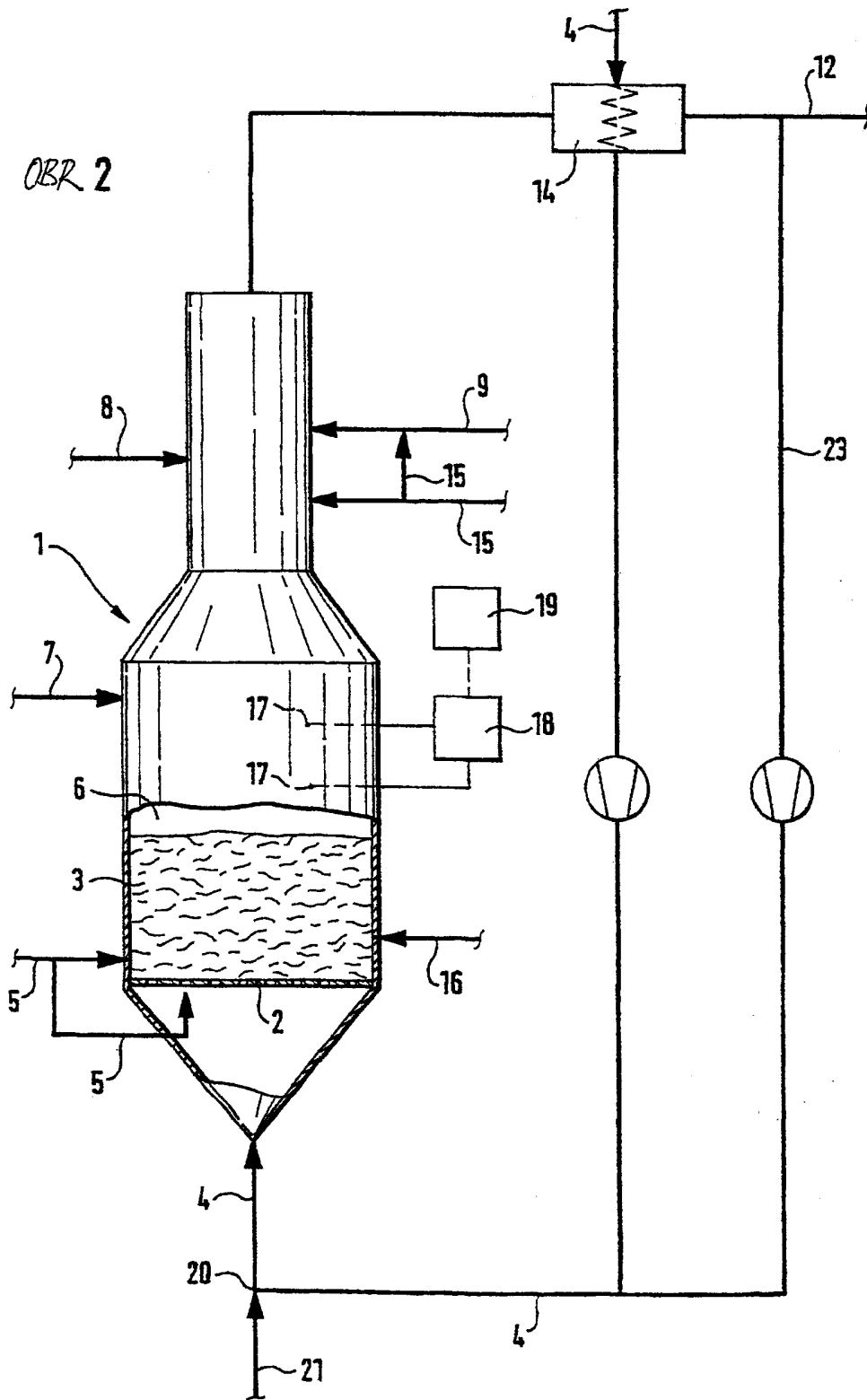
4. Způsob podle nároku 3, **vyznačený tím**, že se obsah kyslíku nastavuje na mezní hodnotu kyslíku maximálně 26 % obj., přičemž fluidizační plyn se předehřívá na teplotu nižší než 500 °C.
5. Způsob podle nároku 4, **vyznačený tím**, že fluidizační plyn se rekuperačně předehřívá kouřovým plynem (12).
6. Způsob podle nároku 3, **vyznačený tím**, že obsah kyslíku se nastavuje na mezní hodnotu kyslíku maximálně 24 % obj., přičemž fluidizační plyn (4) se předehřívá na teplotu od 500 °C do 750 °C.
7. Způsob podle nároku 6, **vyznačený tím**, že fluidizační plyn se předehřívá spalováním s palivem (22).
8. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 7, **vyznačený tím**, že se do fluidizované vrstvy přivádí kyslík v druhém přívodním pásnu (16) nad fluidizačním zařízením (2).
9. Způsob podle nároku 8, **vyznačený tím**, že se v druhém přívodním pásnu (16) kyslík přivádí příčným nadzvukovým injektováním do vrstvy (3) částic.
10. Způsob podle nároku 8 nebo 9, **vyznačený tím**, že se ekvivalentní obsah kyslíku ve fluidizované vrstvě (3) částic nad druhým přívodním místem (16) nastavuje na koncentraci vyšší než 28 % obj.
11. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 10, **vyznačený tím**, že se obsah kyslíku ve volném prostoru (6) průběžně měří a z měření se zjišťuje střední obsah kyslíku a na základě střední hodnoty se reguluje přívod kyslíku do fluidizované vrstvy (3) částic a/nebo přívod organické zbytkové látky (7) ke spalovacímu prostoru.
12. Způsob podle nároku 11, **vyznačený tím**, že se střední obsah kyslíku zjišťuje na základě měření na nejméně dvou měřicích místech (17) ve volném prostoru (6), ležících ve vzájemných odstupech.
13. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 12, **vyznačený tím**, že alespoň část fluidizačního plynu (4) je tvořena zpět vedeným kouřovým plynem (23).
14. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 13, **vyznačený tím**, že nespálené pevné nebo plynné hořlavé látky v kouřovém plynu jsou spalovány v pásnu (13) pro dodatečné spalování nebo spalovací komoře pro dodatečné spalování spolu se sekundárním palivem (8) při přidávání sekundárního vzduchu (9), přičemž pro dodržování předem určeného minimálního obsahu kyslíku v kouřovém plynu (12) se kouřový plyn (12) obohacuje sekundárním kyslíkem (15) nebo plynem obsahujícím kyslík, který obsahuje kyslík v množství nejméně 80 % obj.
15. Způsob podle nároku 14, **vyznačený tím**, že se sekundární kyslík nebo plyn obsahující kyslík přímo vefukuje do pásma (13) pro dodatečné spalování nebo spalovací komory pro dodatečné spalování rychlostí odpovídající výstupnímu Machovu číslu $0,25 < M < 1$.
16. Způsob podle nároku 14 nebo 15, **vyznačený tím**, že se sekundární kyslík (15) nebo plyn obsahující kyslík přidává do sekundárního vzduchu (9).
17. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 16, **vyznačený tím**, že kyslík se přivádí do vrstvy částic příčným nadzvukovým injektováním vrstvy částic.

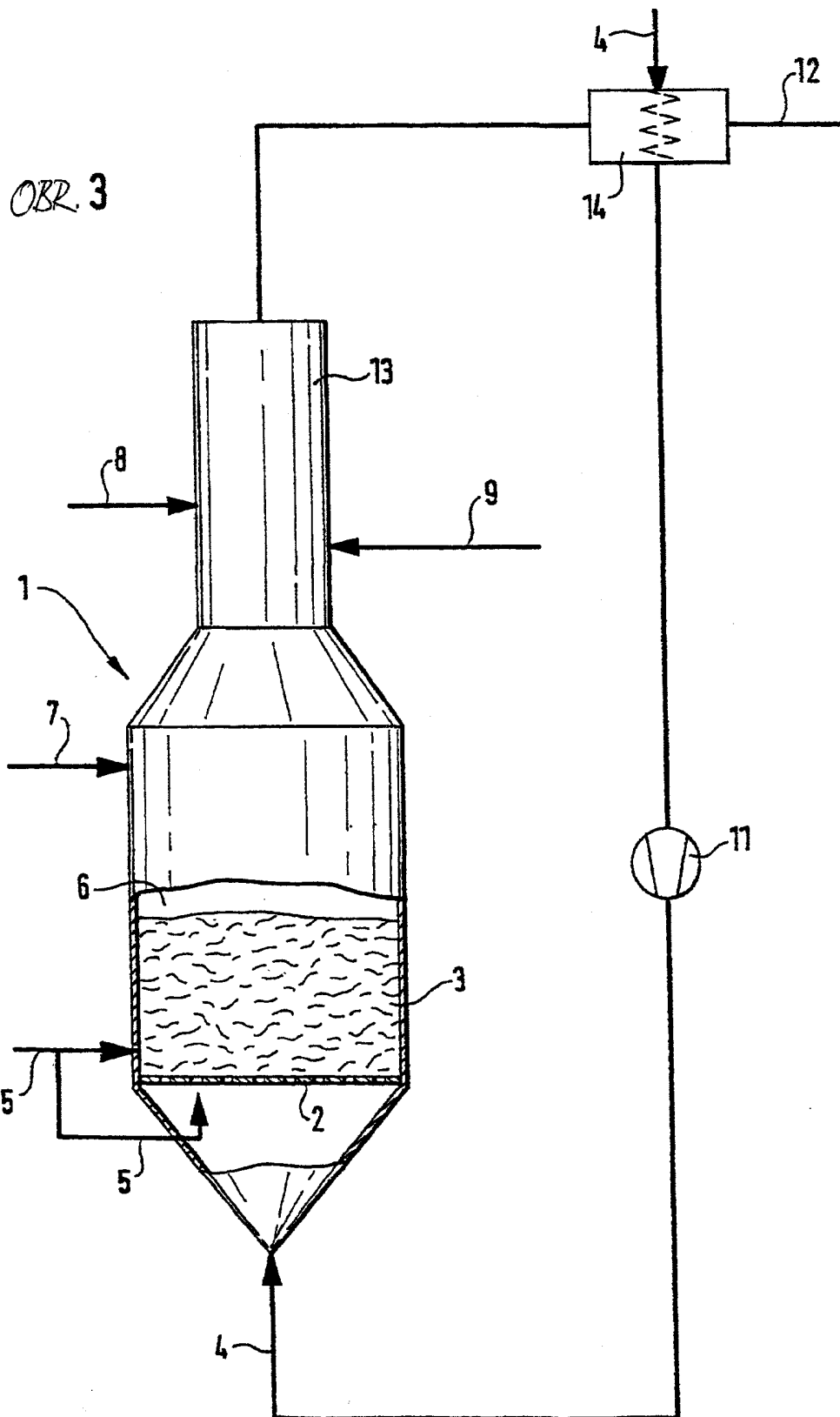
18. Zařízení pro provádění způsobu podle kteréhokoli z nároků 1 až 17, se spalovacím prostorem pro přijímání organické zbytkové látky, s přívodním zařízením pro přívod organické zbytkové látky ke spalovacímu prostoru, se vstupem plynu, zahrnující fluidizační zařízení pro zavádění fluidizačního plynu pro vytváření fluidizované vrstvy částic, a s měřicím zařízením pro měření koncentrace plynu ve volném prostoru nad vrstvou částic,

- v y z n a ě n é t í m**, že je zajištěn přívod pro plyný proud (16, 21) obsahující kyslík do fluidizované vrstvy (3) částic, a měřicí zařízení obsahuje nejméně dvě měřicí místa (17) obsahu kyslíku, umístěná ve volném prostoru (6) ve vzájemném odstupu, pro průběžné měření každého jednoho obsahu kyslíku ve volném prostoru, přičemž měřicí zařízení je spojeno s ústrojím (19) pro vytváření střední hodnoty z naměřených obsahů kyslíku a s regulací pro přívod organické zbytkové látky (7) a/nebo pro přívod plyného proudu (16, 21) obsahujícího kyslík k fluidizované vrstvě částic (3).

19. Zařízení podle nároku 18, **v y z n a ě n é t í m**, že obsahuje vysokorychlostní trysky.







Konec dokumentu