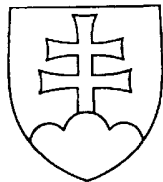


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ÚŽITKOVÝ VZOR

- (21) Číslo prihlášky: **5016-2011**
(22) Dátum podania prihlášky: **25. 9. 2009**
(24) Dátum nadobudnutia účinkov úžitkového vzoru: **3. 2. 2012**
(31) Číslo prioritnej prihlášky: **A1504/2008**
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky: **26. 9. 2008**
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority: **AT**
(43) Dátum zverejnenia prihlášky: **5. 9. 2011**
Vestník ÚPV SR č.: **9/2011**
(45) Dátum oznámenia o zápise úžitkového vzoru: **3. 2. 2012**
Vestník ÚPV SR č.: **2/2012**
(47) Dátum zápisu a sprístupnenia úžitkového vzoru verejnosti: **22. 12. 2011**
(62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:
(67) Číslo pôvodnej patentovej prihlášky v prípade odbočenia:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT: **PCT/EP2009/062411**
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT: **WO2010/034791**
(96) Číslo podania európskej patentovej prihlášky:

(11) Číslo dokumentu:

6016

(13) Druh dokumentu: **Y1**

(51) Int. Cl. (2012.01):

B01D 53/00
C10J 3/00
F27D 17/00

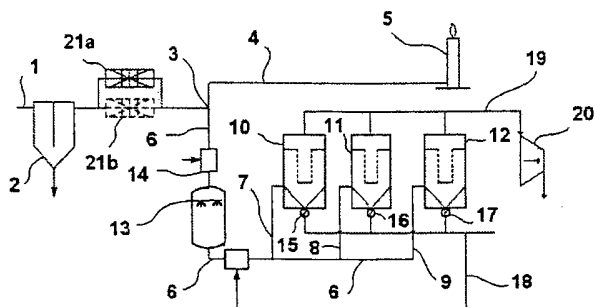
(73) Majiteľ: **SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES GMBH, Linz, AT;**

(72) Pôvodca: **Fleischanderl Alexander, Grönuau, AT;**
Hackl Andreas, Gmunden, AT;

(74) Zástupca: **Bušová Eva, JUDr., Bratislava, SK;**

(54) Názov **Zariadenie na odlučovanie prachu za sucha a na čistenie plynu pri výrobe železa alebo splyňovaní uhlia**

(57) Anotácia:
Zariadenie obsahuje prívodné potrubie (1) na vedenie prúdu plynu z jednotky na výrobu surového železa v žemliach alebo jednotky na výrobu železa, v ktorom je predbežné odlučovacie zariadenie (2). Prívodné potrubie (1) je rozvetvené v mieste (3) rozvetvenia na obtokové potrubie (4) a na primárne plynové potrubie (6). Zariadenie obsahuje aspoň jedno zariadenie (10, 11, 12) na odstraňovanie prachu. Primárne potrubie (6) je pripojené k zariadeniu (10, 11, 12) na odstraňovanie prachu prostredníctvom spojovacieho potrubia (7, 8, 9). Zariadenie (13) na nastavenie teploty prúdu plynu je usporiadané v smere prúdenia pred zariadením (10, 11, 12) na odstraňovanie prachu v prívodnom potrubí (1) alebo v primárnom plynovom potrubí (6). Zariadenie (14) na pridávanie prísad v primárnom plynovom potrubí (6) je umiestnené medzi miestom (3) rozvetvenia a prvým spojovacím potrubím (7, 8, 9) pri pohľade od miesta (3) rozvetvenia.



Oblasť techniky

Technické riešenie sa týka zariadenia na odlučovanie prachu zasucha a na suché čistenie plynu s obsahom prachu a nečistôt, ako je plyn, produkovaný v jednotkách pre výrobu surového železa v žemliach počas výroby surového železa v žemliach, alebo plyn, produkovaný v jednotkách pre výrobu železa počas výroby železa, alebo plyn, produkovaný v zariadeniach na odpľňovanie uhlia.

Doterajší stav techniky

Počas výroby surového železa v žemliach v jednotkách pre výrobu surového železa v žemliach, napríklad vo vysokej peci, zariadení COREX®, zariadení FINEX® a tavnom splyňovacom zariadení, alebo výroby železa v jednotkách pre výrobu železa, napríklad v zariadeniach MIDREX®, zariadeniach HYL® a zariadeniach na priamu redukciu (DR) na základe výstupného plynu COREX®/FINEX®, sú produkované veľké množstvá plynov.

Tieto plyny unášajú veľké množstvá prachu s vysokým pomerom jemných tuhých častíc a tiež veľké množstvá plynných nečistôt.

Prevažne počas nestabilnej prevádzky, t. j. najmä pri prevádzkových situáciách, ako je spustenie alebo zastavovanie procesov pre výrobu surového železa v žemliach, alebo železa, alebo spontánnych procesných anomálií, ako je spontánny posun stĺpca materiálu v jednotkách, môžu vznikať najmä vysoké množstvá prachu a nečistôt v plynch a tiež vysoké špičky teploty plynu. Pred vypúšťaním plynov do okolitého prostredia alebo pred ich využívaním v nasledujúcich procesoch musí byť prach odlúčený a plyn musí byť vyčistený od nečistôt.

Príkladnou formou sú znázornené vlastnosti plynov, produkovaných počas výroby surového železa v žemliach vo vysokej peci, zariadení COREX® alebo zariadení FINEX®:

	Vysoká pec	COREX®	FINEX®
Množstvo plynu [Nm ³ /h]	350 000 - 750 000	250 000 - 400 000	150 000 - 350 000
Teplota plynu [°C]	100 - 200; max. 800	300; max. 600	400 - 450; max. 600
Tlak plynu [kPa]	250; max. 350	320	220 - 320; max. 600
Zloženie plynu [% objemové]			
CO	20 - 25	35 - 40	20 - 25; max. 75
CO ₂	20 - 22	30 - 35	30 - 35
H ₂	2 - 4	15 - 20	10 - 15
N ₂	50 - 55	10 - 15	15 - 20
Množstvo prachu v produkovanom plyne [mg/Nm ³]	20 000 - 25 000	20 000 - 25 000	12 000 - 37 000
Nečistoty v produkovanom plyne [mg/Nm ³]			
HCl		0,4	7
HF		0,1	<0,2
H ₂ S		70 - 100	30 - 100
BTX		150	150
PAH		40; max. 140	40; max. 300

Je známe odstraňovať prach a nečistoty z plynu, produkovaného pri mokrých procesoch, ale u takýchto procesov vzniká problém, že je nutné spracúvať riedku kašu a premývaciu vodu, ktoré sú tu vytvárané.

Čínska patentová prihláška CN 1 818 080 opisuje spôsob suchého odstraňovania prachu z prúdu plynu, vychádzajúceho z vysokých pecí.

Pri tomto spôsobe je v prúde plynu za sucha odstraňovaný prach prostredníctvom filtračných odlučovačov po predbežnom odlúčení za sucha v odlučovacej komore.

Počas prevádzkových situácií, ktoré sú mimo rámec stabilnej prevádzky vysokej pece, napríklad počas spúšťania alebo odstavenia, alebo v prípade, kde sú teploty výstupného plynu pod hodnotou rosného bodu

vody alebo rosného bodu kyseliny vo vlhkosti, prítomné v prúde plynu, však u takých spôsobov môže vzniknúť problém, že filtračný materiál odlučovačov sa zlepjuje a môže spôsobiť zablokovanie, pretože zložky, unášané súčasne v plyne, napríklad vodná vlhkosť alebo organické zložky, kondenzujú.

To vedie k výrazným stratám tlaku vo filtračnom materiáli a tiež k stratám účinnosti filtra, pričom môže byť nutné vymeniť filtračný materiál, ktorý je združený s časom prevádzkovej odstávky.

Pokiaľ zariadenie, v ktorom je odstraňovanie prachu uskutočňované, nie je dostupné v dôsledku takých problémov, musí byť plyn s obsahom prachu vypúšťaný do okolitého prostredia prostredníctvom obtokového potrubia a to bez ďalšieho čistenia.

Taká obtoková situácia spôsobuje nebezpečenstvo pre okolité prostredie, pričom nie je prípustná v celom rade priemyselných krajín.

Za účelom zníženia rizika zlepenia alebo blokovania v dôsledku poklesu teploty plynu pod hodnotu rosného bodu a v dôsledku s tým súvisiace kondenzáty sú v spise CN 1 818 080 opísané tepelné výmenníky, ktoré v prípade, kde teplota prúdu plynu, vychádzajúceho z predbežného odlučovacieho zariadenia, je príliš nízka, sú využívané na zvýšenie teploty plynu nad rosný bod.

Žiadne vybavenia pre čistenie výstupných plynov od nečistôt nie sú uvedené v spise CN 1 818 080.

Úlohou predmetného technického riešenia je vyvinúť zariadenie na odstraňovanie prachu za sucha z výstupných plynov, vytváraných počas výroby surového železa, pri tomto zariadení bude riziko zlepenia a zablokovania filtrov na odstraňovanie prachu znížené, pričom budú súčasne výstupné plyny čistené od nečistôt.

Podstata technického riešenia

Táto úloha bola splnená tým, že bol vyvinutý spôsob odstraňovania prachu za sucha a čistenia plynu s obsahom prachu a nečistôt za sucha, ako je plyn, vytváraný v jednotkách pre výrobu surového železa v žemliach počas výroby surového železa v žemliach, alebo plyn, vytváraný v jednotkách pre výrobu železa počas výroby železa, alebo plyn, vytváraný v zariadeniach na splyňovanie uhlia, pri týchto procesoch je prúd plynu, ktorý obsahuje taký plyn, podrobený odstraňovaniu prachu po predbežnom odlučovaní na odlučovanie hrubých tuhých častíc, počas tohto odstraňovania prachu tuhé častice, prítomné v prúde plynu, ktorý vo vhodnom prípade už bol podrobený predbežnému odlučovaniu, sú odlučované z prúdu plynu, pričom teplota prúdu plynu pred odstraňovaním prachu je nastavená tak, že teplota prúdu plynu je väčšia, než 60 °C výhodne väčšia, než 100 °C, a menšia, než teplota, ktorá by mohla spôsobiť poškodenie zariadení, uskutočňujúcich odstraňovanie prachu.

Predmetný spôsob je charakterizovaný tým, že reakčné činidlo s obsahom prísady, a prípadne adsorpčné činidlo je pridávané do prúdu plynu pred začatím odstraňovania prachu.

V príkladnom prípade môže byť jednotkou pre výrobu surového železa v žemliach vysoká pec, redukčná šachta alebo taviace splyňovacie zariadenie v súlade s procesom COREX® alebo FINEX®.

Tuhé alebo roztavené surové železo v žemliach alebo primárny ocelový výrobok sú vyrábané v takých jednotkách.

Príkladnou formou môže byť jednotka pre výrobu železa tvorená zariadením MIDREX®, zariadenie HYL® alebo zariadením na priamu redukciu na základe výstupného plynu COREX®/FINEX®.

Hubovité železo alebo briketované železo je vyrábané v takých jednotkách.

Počas predbežného odlučovania, ktoré je prípadne uskutočňované, môžu byť hrubé tuhé častice, unášané v prúde plynu, odlučované, a to napríklad v gravitačných komorách (prachových vreciach) alebo v cyklónach.

Za hrubé tuhé častice je tu nutné považovať hlavné tuhé častice, majúce priemer častíc väčší, než 10 µm.

Pretože pri predbežnom odlučovaní sú efektívne odlučované iba hrubé tuhé častice až do zhora uvedenej spodnej medze ich rádovej veľkosti, tak tuhé častice, ktoré sú pod touto spodnou medzou, sú stále prítomné v prúde plynu po uskutočnení predbežného odlučovania.

Také tuhé častice, obsahujúce jemné častice prachu s veľkosťou 2,5 µm, pričom pokiaľ nie je uskutočňované žiadne predbežné odlučovanie, tak tiež tuhé hrubé častice, sú odstraňované z prúdu plynu počas odstraňovania prachu až do koncentrácií prachu s veľkosťou 5 mg/Nm³.

Pokiaľ je uskutočňované predbežné odlučovanie, je teplota prúdu plynu pred odstraňovaním prachu nastavená podľa jedného uskutočnenia predmetného spôsobu po predbežnom odlučovaní.

Teplota plynu počas výroby surového železa v žemliach alebo počas výroby železa kolíše, a to napríklad v závislosti od použitého postupu alebo v závislosti od vzniku nestabilného stavu procesu, napríklad v prípade kolapsu stĺpca materiálu v redukčnej alebo taviacej šachte, alebo v prípade situácie spúšťania či odstavenia.

Na odstraňovanie prachu dochádza vo filtračných zariadeniach, ako sú tkaninové filtre, vytvorené zo sklenených vlákien alebo zo syntetických vlákien, ako sú Aramid® alebo P84® (polyimidové vlákna), majúce konštrukciu kruhového typu, kovové filtre alebo keramické filtre.

Za účelom ochrany zariadenia, v ktorých je uskutočňované odstraňovanie prachu, voči problémom z hľadiska kondenzácie, ktoré spôsobujú zlepenie filtračného koláča, odlúčeného počas odstraňovania prachu, a voči teplotným špičkám v prúde plynu, je teplota prúdu plynu pred odstraňovaním prachu a po prípadnom predbežnom odlučovaní nastavená tak, že teplota prúdu plynu, podrobeného odstraňovaniu prachu, je väčšia, než 60 °C výhodne väčšia, než 100 °C, a menšia, než teplota, ktorá by mohla spôsobiť poškodenie zariadení, uskutočňujúcich odstraňovanie prachu.

V prípade tkaninových filtrov musí byť teplota nižšia, než 260 °C, výhodne nižšia, než 200 °C, pretože u tkaninových filtrov dochádza v dôsledku pôsobenia tepla k rozkladu filtračnej tkaniny pri teplote vyššej, než 260 °C.

V prípade keramických filtrov alebo kovových filtrov je možné využívať teploty plynu až do 1 000 °C. Plyn, vytváraný počas výroby surového železa v žemliach v jednotkách na výrobu surového železa v žemliach, alebo plyn, vytváraný počas výroby železa v jednotkách na výrobu železa, obsahuje okrem iného sírovodík, chlorovodík, fluorovodík, ťažké kovy, organické nečistoty, ako sú dioxíny alebo furány, polycyklické aromatické a iné uhľovodíkové zlúčeniny.

Tieto zlúčeniny, škodlivé pre životné prostredie, musia byť odstránené pred vypúšťaním odpadových plynov do okolitého životného prostredia pokiaľ je to ekonomicky prijateľné.

Podľa tohto technického riešenia sú prísady vo forme častíc, suché prísady alebo prísady vo forme suspenzie prísad vo vode pridávané do prúdu plynu pred začatím odstraňovania prachu.

Prísady obsahujú reakčné činidlá, a prípadne adsorpčné činidlá.

Reakčné činidlá sú zvolené tak, že reagujú s nečistotami, prítomnými v odpadovom plyne zo zariadenia na výrobu surového železa v žemliach, na vytváranie časticových produktov, ktoré môžu byť odstránené z prúdu plynu prostredníctvom odstraňovania prachu.

Využívané reakčné činidlá sú napríklad CaCO_3 , Ca(OH)_2 , Mg(OH)_2 alebo kyslý uhličitán sodný, alebo zmesi dvoch alebo viac týchto látok.

Základnou úlohou reakčného činidla je oddeliť kyslé znečisťujúce zlúčeniny, ako sú H_2S , HCl alebo HF .

Prísady môžu tiež obsahovať organické a/alebo anorganické adsorpčné činidlá, napríklad koks z nístejovej pece (HOK), aktivovaný uhlík alebo koks alebo jemne rozomletý zeolit.

Nečistoty prítomné v odpadových plynach, napríklad ťažké kovy alebo organické nečistoty, môžu byť odstraňované z prúdu plynu adsorpciou prostredníctvom adsorpčného činidla, kde je produkt adsorbentu s obsahom nečistôt, vytváraného adsorpciou, časticovitý, takže môže byť preto tiež odstraňovaný z prúdu plynu počas odstraňovania prachu.

Prísadou môže tiež byť zmes vápna a uhlíka s prísadami, ktorá je tiež známa napríklad pod obchodným názvom Sorbalit®.

Časticové prísady alebo časticové reakčné produkty alebo častice či adsorpčne obsiahnuté zložky prísad sú odstraňované z prúdu plynu opäť počas odstraňovania prachu.

Prísady môžu byť tiež vstrekané do prúdu plynu vo forme suspenzie vo vode, napríklad ako vápenné mlieko. Vhodne vysoká teplota plynu, väčšia než 150 °C, je vyžadovaná pre pridávanie prísad vo forme suspenzie.

Pokiaľ sú prísady pridávané do prúdu plynu vo forme suspenzie, tak sa kvapalina odparuje v prúde horúceho plynu, v dôsledku čoho môžu byť prísady odstránené pri odstraňovaní prachu ako časticové suché prísady.

Pretože je tiež uskutočňované chladenie plynu, pokiaľ sú prísady pridávané vo forme suspenzie, môže byť tento typ pridávania spojený s procesným krokom z hľadiska nastavenia teploty plynu.

Pridávanie prísad podľa tohto technického riešenia má výhodu, že nečistoty, prítomné v plyne môžu byť odstraňované súčasne s odstraňovaním prachu z prúdu plynu.

Ďalšia výhoda spočíva v tom, že ako reakčné činidlo, tak adsorpčné činidlo môžu viazať vlhkosť, prítomnú v prúde plynu, v dôsledku čoho je znížené riziko kondenzácie vlhkosti z prúdu plynu.

Ďalšia výhoda spočíva v tom, že prísady alebo časticové produkty, vytvárané v dôsledku reakcie s reakčným činidlom alebo adsorpcie na adsorpčnom činidle, sú ukladané v zariadeniach na filtrovanie a na odstraňovanie odlúčeného prachu, pričom tieto zariadenia sú potom potiahnuté.

Na jednej strane tento poťah prísady, ktorá obsahuje odlúčený filtračný koláč, prispieva na odstraňovanie prachu, pretože prúd plynu musí cez neho prechádzať.

Na druhej strane však bráni filtrovaniu a oddeľovaniu častí zariadenia na odstraňovanie prachu, pretože prúd odpadových plynov iba na neho naráža pri prechode povlakom.

Riziko zablokovania alebo zlepenia častí filtračného a odlučovacieho zariadenia v prípade zariadenia na odstraňovanie prachu je teda znížené, pretože obsah organických plynov v prúde plynu alebo vlhkosti a/alebo jemných adhezívnych tuhých častíc môže byť čiastočne už oddelený vo filtračnom koláči.

Takto dosahovaná ochrana súčastí zariadenia má za dôsledok zvýšenie životnosti.

Povlak prísady je pravidelne odstraňovaný spoločne s filtračným koláčom prachu, ktorý sa vytvára počas odstraňovania prachu na súčastiach filtračného a odlučovacieho zariadenia pri zariadení na odlučovanie prachu.

Toto odstraňovanie je menej nákladné a menej zložité, než odstraňovanie tuhých častíc, ktoré preniknú do súčastí filtračného a odlučovacieho zariadenia pri zariadení na odstraňovanie prachu.

Podľa jedného uskutočnenia je pridávanie prísad uskutočňované v závislosti od obsahu nečistôt v plyne.

V tejto súvislosti je obsah nečistôt meraný, pričom je vhodné množstvo prísad pridávané alebo zvýšené, pokiaľ prahové hodnoty v nespracovanom plyne alebo vyčistenom plyne, vopred stanovené obsluhou, sú prekročené.

V tejto súvislosti je za surový či nespracovaný plyn považovaný plyn pred suchým čistením, pričom za vyčistený plyn je považovaný plyn po suchom čistení.

Je výhodné, aby bolo možné zistiť jednotlivé typy nečistôt.

Podľa výhodného uskutočnenia je typ reakčného činidla v prísade zvolený na základe zistených nečistôt.

Je preto možné pridávať reakčné činidlo, ktoré je optimálne vhodné pre príslušné nečistoty.

Náklady na spotrebu reakčného činidla tak môžu byť minimalizované, pričom výsledné množstvá tuhých častíc, odlúčených počas odstraňovania prachu, môžu byť znížené.

Tým je zjednodušené vhodné ďalšie využívanie.

Pokiaľ je uskutočňované predbežné odlučovanie, sú prísady pridávané do prúdu plynu podľa jedného uskutočnenia pred začatím odstraňovania prachu po predbežnom odlučovaní.

Odstraňovanie prísad z prúdu plynu, tak nie je nutné ani pred odstraňovaním prachu.

Čas trvania, po ktorý prísady zostávajú v prúde plynu, tak môže byť znížený v porovnaní s odlučovaním počas odstraňovania prachu, pričom tiež príslušne čistiacia kapacita prísad môže byť využívaná v menšom rozsahu.

Pretože sú prísady pridávané do prúdu plynu iba po predbežnom odlučovaní, tak materiál, získaný počas predbežného odlučovania neobsahuje žiadne prísady. V dôsledku neprítomnosti prísad je tento materiál obzvlášť vhodný na využívanie.

Pretože materiál neobsahuje žiadne prísady, tak nie je nutné tiež brať žiadne prísady do úvahy v prípade takého využívania.

Využívanie môže byť napríklad uskutočňované pri aspoň čiastočnej recirkulácii materiálu do procesu, v ktorom je vytváraný plyn, ktorý má byť vyčistený. Materiál však môže byť tiež využívaný aj v iných procesoch.

Pokiaľ je plyn, ktorý má byť vyčistený, vytváraný v jednotkách na výrobu surového železa v žemliach počas výroby surového železa v žemliach alebo v jednotkách na výrobu železa počas výroby železa, tak materiál, získaný počas predbežného odlučovania, obsahuje prach s obsahom železa, čo je cenná surovina, ktorá môže byť napríklad recirkulovaná späť do výroby surového železa v žemliach, alebo do výroby železa.

Pokiaľ je plyn, ktorý má byť vyčistený, vytváraný v zariadeniach na splyňovanie uhlia, tak materiál, získaný počas predbežného odlučovania, obsahuje prach s obsahom uhlíka, čo je cenná surovina, ktorá môže byť napríklad recirkulovaná späť do zariadenia na splyňovanie uhlia.

Predbežné odlučovanie má tú výhodu, že súčasti zariadenia, cez ktoré plyn prúdi po predbežnom odlučovaní, sú vystavené menšiemu zanášaniu prostredníctvom styku s tuhými časticami.

Predmetný spôsob má ten účinok, že odstraňovanie prachu môže byť uskutočňované menším prerušovaním v porovnaní so známym stavom techniky, a to i v prevádzkových stavoch, ako je spúšťanie a odstavenie alebo v prípade prevádzkových porúch u jednotiek na výrobu surového železa v žemliach alebo železa, počas ktorých je riziko zablokovania alebo zlepenia súčastí filtračného a odlučovacieho zariadenia pri zariadení na odstraňovanie prachu najmä vysoké v dôsledku rizika kondenzácie.

Pretože odstraňovanie prachu a čistenie od nečistôt môže byť uskutočňované aj v takých prevádzkových stavoch, nie je v skutočnosti naďalej nutné vypúšťať plyn s obsahom prachu a nečistôt cez obtokové potrubie do okolitého prostredia.

Podľa jedného uskutočnenia prísad zostáva z jednej alebo oboch zložiek reakčného činidla a adsorpčného činidla. Je tomu tak preto, že prídavné zložky prísady, ktoré nepôsobia ako reakčné činidlo alebo adsorpčné činidlo znižujú dosiahnuteľný účinok prísady na jednotku hmotnosti prísady.

Časticová suchá prísada, ktorá je pridávaná, má veľkosť zŕn od 0,1 do 200 μm . Toto rozmedzie veľkosti zŕn zaisťuje, že prísada je rozložená rovnomerne v prúde plynu.

Pokiaľ výrazný pomer veľkosti zŕn leží nad týmto rozmedzím, tak bude rovnomerné rozloženie v prúde plynu zložité, čo povedie k nízkej rýchlosti odlučovania počas odstraňovania prachu.

Čím menšia je veľkosť zŕn prísady, tým väčšia je jej špecifická merná plocha. Ako sa špecifická merná plocha zväčšuje, tak je možné zaistiť oveľa efektívnejší proces reakcie a adsorpcie nečistôt, ako aj viazanie vlhkosti.

Náklady na prísady sa však zvyšujú, pokiaľ je veľkosť zŕn menšia, takže využívanie prísad, majúcich veľkosť zŕn nižšiu než 0,1 μm , už nie je naďalej ekonomicky výhodné.

Odpadový plyn z jednotiek na výrobu surového železa v žemliach má obvykle vysoký tlak. Absolútny tlak odpadových plynov z jednotiek na výrobu surového železa v žemliach je od 2×10^5 Pa do 6×10^5 Pa, t. j. od 2 do 5 barov.

5 Tento tlak musí byť prekonávaný počas pridávania prísady do prúdu plynu. To je výhodne uskutočňované prostredníctvom pneumatického vstrekovania prísady.

Ako alternatíva môže byť tiež suchá prísada privádzaná prostredníctvom gravitačného dávkovania, v tomto prípade musí byť zaistené, že nadmerný tlak je utesnený vzhľadom k vonkajšku, napríklad prostredníctvom hviezdicových podávačov alebo dvojitého rotačného zámku.

10 Počas pridávania prísady do prúdu plynu je nutné zaistiť, že prísada je privádzaná a rozložená rovnomerne. To môže byť realizované napríklad s využitím takzvaného statického miešača (v prípade gravitačného dávkovania) alebo vhodného počtu vstrekovacích trubíc (v prípade tlakového vstrekovania).

Suspenzie sú výhodne privádzané prostredníctvom dvojitého tekutinového dýz, pričom tekuté suspenzie sú rozprašované prostredníctvom plynu alebo pary.

15 Tuhé častice, ktoré sú odlučované počas odstraňovania prachu v zariadeniach na filtrovanie a odstraňovanie odlúčeného prachu, sú odvádzané pravidelne z týchto zariadení.

Odlúčené tuhé častice tiež obsahujú prísady, ktoré môžu stále reagovať s nečistotami, prítomnými v odpadových plynoch, pohlcovať nečistoty alebo viazať vlhkosť.

20 Preto podľa jedného uskutočnenia tohto technického riešenia je čiastočné množstvo tuhých častíc, odlúčených počas odstraňovania prachu ako filtračný koláč, pridávané do prúdu plynu pred začatím odstraňovania prachu po dokončení prípadného predbežného odlučovania.

Táto recirkulácia prísad do prúdu plynu zvyšuje dosiahnuteľný účinok na jednotku množstva prísady.

Je tomu tak preto, že potenciály pre reakciu, adsorpciu a viazanie vlhkosti, ktoré zostávajú dosiaľ nevyužívané po prvom pridaní prvej prísady môžu byť využívané po novom pridaní do prúdu plynu.

25 V porovnaní s postupom bez recirkulácie je preto možné dosiahnuť rovnaké účinky s menším množstvom čerstvej prísady, čo automaticky znižuje veľkosť filtračného koláča, ktorý musí byť odstraňovaný.

V dôsledku tlaku odpadových plynov je pridávanie výhodne uskutočňované prostredníctvom pneumatického tlakového vstrekovania, pričom však môže byť tiež uskutočňované napríklad prostredníctvom gravitačného dávkovania.

30 Tuhé častice, odlúčené pomocou zariadenia na filtrovanie a odstraňovanie odlúčeného prachu, tiež obsahujú uhlíkaté nosiče, ako je uhľový prach, koks z nístejovej pece (HOK), Sorbalit® a prach s obsahom rudy a prach s obsahom železa.

35 Na využívanie tohto materiálu pri výrobe surového železa v žemliach alebo pri výrobe železa alebo pri splyňovaní uhlia podľa výhodného uskutočnenia tohto technického riešenia aspoň čiastočné množstvo tuhých častíc, odlúčených počas predbežného odlučovania a/alebo odstraňovania prachu ako filtračný koláč, je využívané ako východiskový materiál pre výrobu surového železa v žemliach alebo pre výrobu železa alebo pre plyn, vyrábaný v zariadeniach na splyňovanie uhlia.

Tým je zlepšená ich ekonomická životnosť a využívanie odlúčených tuhých častíc jednoduchším spôsobom, než by bolo ich vyradenie do odpadu.

40 Materiál však môže byť napríklad tiež využívaný po prípadných krokoch predbežného spracovania pri výrobe ocele (konvertor, elektrická pec) alebo pri slinovaní.

Podľa jedného uskutočnenia technického riešenia je teplota prúdu plynu na odstraňovanie prachu nastavená prostredníctvom odparovacieho chladiča. To má výhodu, že teplota môže byť regulovaná stabilným spôsobom na požadovanú teplotu, a to aj na pomerne dlhé časové obdobie.

45 Podľa ďalšieho uskutočnenia tohto technického riešenia je teplota nastavená prostredníctvom tepelného výmenníka doskového typu. To má tú výhodu, že nemusí byť uskutočňované žiadne prídavné vstrekovanie vody a že hlavná teplota plynu alebo zjavné teplo plynu je vyššie.

Tým je napríklad zvyšovaná energetická účinnosť pre následné využitie v plynovej expanznej turbíne v porovnaní s nastavovaním teploty pomocou odparovacieho chladiča.

V tomto prípade existujú všeobecne dva varianty uskutočnenia.

50 Buď je plyn vedený cez akumulátor tepla iba vtedy, keď je maximálna prevádzková teplota zariadení, uskutočňujúcich odstraňovanie prachu (napríklad 260 °C) presiahnutá, a je vedený za akumulátor tepla opäť, kde táto teplota poklesne, alebo ďalšie dva tepelné výmenníky doskového typu sú zapojené paralelne.

55 Pokiaľ výstupná teplota jedného akumulátora tepla presiahne maximálnu prevádzkovú teplotu, tak je prepnuté na druhý akumulátor tepla, pričom horný akumulátor je medzi tým ďalej ochladzovaný napríklad okolitým vzduchom.

Zariadenia na splyňovanie uhlia, ktoré môžu byť skonštruované napríklad ako splyňovač s pevným lôžkom alebo ako splyňovač s unášaným prúdom, vyrábajú plyn, porovnateľný z hľadiska jeho vlastností, najmä z hľadiska obsahu prachu a obsahu nečistôt s plynom z jednotiek na výrobu surového železa v žemliach a na výrobu železa.

Plyn zo zariadenia na splyňovanie uhlia je okrem iného využívaný ako redukčný plyn počas výroby surového železa v žemliach alebo železa.

Podľa jedného uskutočnenia tohto technického riešenia pochádza plyn, ktorý je podrobený odstraňovaniu prachu za sucha a čistenia za sucha, zo zariadenia na splyňovanie uhlia.

5 Zariadenie podľa tohto technického riešenia obsahuje prírodné potrubie na vedenie prúdu plynu z jednotky na výrobu surového železa v žemliach alebo z jednotky na výrobu železa alebo zo zariadenia na splyňovanie uhlia, v ktorom je predbežné odlučovacie zariadenie, pričom prírodné potrubie je rozvetvené v mieste rozvetvenia na obtokové potrubie a na primárne plynové potrubie,

10 obsahujúce aspoň jedno zariadenie na odstraňovanie prachu, pričom primárne plynové potrubie je pripojené na zariadenie na odstraňovanie prachu prostredníctvom spojovacieho potrubia,

prírodné zariadenie na nastavenie teploty prúdu plynu je usporiadané v smere prúdenia pred zariadením na odstraňovanie prachu v prírodnom potrubí alebo v primárnom plynovom potrubí.

15 Predmetné zariadenie je charakterizované tým, že je tu zariadenie na pridávanie prísad v primárnom plynovom potrubí, pričom zariadenie na pridávanie prísad je umiestnené medzi miestom rozvetvenia a prvým spojovacím potrubím pri pohľade od miesta rozvetvenia.

20 Jednotkou na výrobu surového železa v žemliach, z ktorej vychádzajúci odpadový plyn má byť čistený a zbavovaný prachu, môže byť napríklad vysoká pec, redukčná šachta alebo tavný splyňovač v súlade s procesom COREX® alebo FINEX®.

Jednotkou na výrobu železa môže byť napríklad zariadenie MIDREX®, zariadenie HYL® alebo zariadenie na priamu redukciu na základe výstupného plynu COREX®/FINEX®.

25 Prírodné potrubie, ktoré privádza prúd plynu z jednotky na výrobu surového železa v žemliach alebo z jednotky na výrobu železa, je pripojené k jednotke na výrobu surového železa v žemliach alebo k jednotke na výrobu železa.

Predbežné odlučovacie zariadenie obsahuje napríklad gravitačnú usadzovaciu komoru, cyklónu, Hurriclon® alebo elektrostatický filter. Tieto zariadenia môžu byť využívané pre efektívne odlučovanie hrubých tuhých častíc z prúdu plynu.

30 Zariadenie na odstraňovanie prachu obsahuje napríklad kruhový filter s filtračnými vreckami z textilnej tkaniny, keramickej alebo kovovej tkaniny. Také zariadenia môžu byť využívané na efektívne odlučovanie mimoriadne jemných tuhých častíc menších než 10 µm z prúdu plynu.

Predbežné odlučovacie zariadenia a zariadenia na odstraňovanie prachu tohto typu sú schopné pracovať pri tlaku plynu, z ktorého má byť prach odstraňovaný.

35 Podľa jedného uskutočnenia zariadenia podľa tohto technického riešenia je zariadenie na nastavenie teploty prúdu plynu umiestnené medzi predbežným odlučovacím zariadením a zariadením na odstraňovanie prachu.

Podľa jedného uskutočnenia zariadenia tohto technického riešenia je zariadenie na pridávanie časticových suchých prísad tvorené zariadením pre pneumatické tlakové vstrekovanie.

40 Podľa ďalšieho uskutočnenia zariadenia podľa tohto technického riešenia je zariadením na pridávanie prísad zariadenia pre gravitačné dávkovanie.

Podľa jedného uskutočnenia zariadenia podľa tohto technického riešenia zariadenia na odstraňovanie prachu obsahuje zariadenie na odvádzanie odlúčených tuhých častíc.

Podľa jedného uskutočnenia zariadenia podľa tohto technického riešenia predbežné odlučovacie zariadenie obsahuje zariadenie na odvádzanie odlúčených tuhých častíc z predbežného odlučovacieho zariadenia.

45 Podľa ďalšieho uskutočnenia zariadenia podľa tohto technického riešenia vychádza potrubie tuhých častíc zo zariadenia na odvádzanie odlúčených tuhých častíc a ústi do primárneho plynového potrubia v smere prúdenia pred prvým spojovacím potrubím pri pohľade v smere prúdenia prúdu plynu alebo pri pohľade od miesta rozvetvenia v obtokovom potrubí a v primárnom plynovom potrubí.

50 Miesto ústia je výhodne vybavené zariadením pre pneumatické tlakové vstrekovanie, prostredníctvom ktorého môžu byť tuhé častice privádzané do primárneho plynového potrubia proti tlaku prúdu plynu.

Podľa ďalšieho uskutočnenia zariadenia podľa tohto technického riešenia prídavné potrubie vychádza zo zariadenia na odvádzanie odlúčených tuhých častíc a/alebo zo zariadenia na odvádzanie odlúčených tuhých častíc z predbežného odlučovacieho zariadenia a ústi do zariadenia na pridávanie materiálu do jednotky na výrobu surového železa v žemliach alebo do jednotky na výrobu železa.

55 Podľa ďalšieho uskutočnenia zariadenia podľa tohto technického riešenia zariadenia na nastavenie teploty prúdu plynu obsahuje odparovací chladič.

Podľa ďalšieho uskutočnenia zariadenia podľa tohto technického riešenia zariadenia na nastavenie teploty prúdu plynu obsahuje tepelný výmenník doskového typu alebo iné typy tepelných výmenníkov, ako sú zväzky rúrok, chladiče s núteným pohybom vzduchu a tepelné výmenníky Ljungstromovho typu.

Podľa ďalšieho uskutočnenia zariadenia podľa tohto technického riešenia zariadenie na nastavenie teploty prúdu vzduchu obsahuje horák.

Horák umožňuje rýchlo zvýšiť teplotu prúdu plynu nad spodnú medzu s veľkosťou 60 °C, a to všeobecne pomocou jednoduchého vybavenia a ľahko regulovateľným spôsobom.

5 Palivom, privádzaným do horáku, je horľavý plyn alebo horľavá zmes plynov.

Je výhodné využívať aspoň niektorý plyn, zbavený prachu za sucha a vyčistený za sucha, získaný pri uskutočňovaní procesu, ako palivo pre horák.

Podľa ďalšieho uskutočnenia zariadenia podľa tohto technického riešenia privodné potrubie privádza prúd plynu zo zariadenia na splyňovanie uhlia, ktoré je tu pripojené.

10 Predmetné technické riešenie tiež spĺňa úloha zjednodušenia využívania energie, prítomné v plyne, napríklad na výrobu elektrického prúdu v turbíne po uskutočnení procesu odstraňovania prachu a čistenia, napríklad v expanznej turbíne, alebo v zložkách plynu, napríklad v chemických procesoch.

15 Také využívanie je zjednodušené prostredníctvom čistenia odstraňovania prachu podľa tohto technického riešenia, pretože časti zariadenia, využívané pre tieto využitia, sú vystavené v menšom rozsahu pôsobenia tuhých častíc a nečistôt, ktoré môžu mať napríklad abrazívne a korozívne vlastnosti.

Pokiaľ je ohrievanie, napríklad pomocou horáku, nevyhnutné pre nastavenie teploty prúdu plynu, tak je výhodné regenerovať tepelnú energiu, privádzanú do procesu, aspoň čiastočne pomocou využívania tepelnej energie plynu v smere prúdenia za odstraňovaním prachu a čistením.

20 Horný plyn má napríklad špecifickú tepelnú kapacitu zhruba 1,4 kJ/Nm³K, pričom ohrievanie zhruba 500 000 Nm³/h vyžaduje výhrevnú energiu zhruba 200 kW/K.

Za účelom ohrievania z teploty 60 °C na teplotu 100 °C, 200 x 40 = zhruba 8 MW výhrevnej energie je potrebné, pričom táto energia musí byť dodaná napríklad horákom alebo tepelným výmenníkom.

Zhruba 10 MW tejto energie môže byť regenerované s využitím plynovej expanznej turbíny TRT.

25 Obdobne bola týmto technickým riešením splnená úloha možnosti využívania tuhých látok, prítomných v plyne, a ďalších látok, unášaných v plyne, pretože materiály, získané počas predbežného odlučovania, odstraňovania prachu a čistenia, sú získavané vzájomne na sebe nezávisle.

Prehľad obrázkov na výkresoch

30 Predmetné technické riešenie je znázornené príkladným spôsobom a schematicky na priložených obrázkoch výkresov, pričom bude vysvetlené na základe nasledujúceho opisu.

Obr. 1 znázorňuje zariadenie podľa tohto technického riešenia.

Obr. 2 znázorňuje modifikovanú verziu zariadenia podľa nároku 1.

Príklady uskutočnenia technického riešenia

40 Privodné potrubie 1, znázornené na obr. 1, vedie prúd plynov, vytváraných v jednotke na výrobu surového železa v žemliach (nie je znázornené), ku ktorej je privodné potrubie 1 pripojené počas výroby surového železa v žemliach.

Predbežné odlučovacie zariadenie 2, v tomto prípade vírový odprašovač alebo cyklóna, je usporiadané v privodnom potrubí 1.

45 Hrubé tuhé častice, odlúčené počas predbežného odlučovania a majúce veľkosť zrn od 10 do 200 μm, môžu byť odvádzané z cyklóny, čo je znázornené šípkou, vychádzajúcou z cyklóny.

Materiál, odvádzaný z cyklóny, neobsahuje žiadne prísady. Tento materiál obsahuje prach s obsahom železa, čo je hodnotná surovina, ktorá v dôsledku neprítomnosti prísad je obzvlášť výhodná na privádzanie do výrobných jednotiek na výrobu surového železa v žemliach (nie je znázornené).

50 Pretože materiál neobsahuje žiadnu prísadu, tak nie je žiadna prísada privádzaná do jednotky na výrobu surového železa v žemliach, pokiaľ k takému privádzaniu dochádza.

Privodné potrubie 1 sa rozvetvuje v mieste 3 rozvetvenia na obtokové potrubie 4, ktoré vedie do komína 5, a na primárne plynové potrubie 6.

55 Primárne plynové potrubie 6 je pripojené k trom spojovacím potrubiam 7, 8 a 9, ktoré vedú do príslušných zariadení 10, 11 a 12 na odstraňovanie prachu. Prúd plynu, ktorý už bol podrobený predbežnému odlučovaniu, je vedený cez primárne plynové potrubie 6 a cez spojovacie potrubie 7, 8 a 9 do zariadenia 10, 11 a 12 na odstraňovanie prachu.

60 Zariadenie na nastavenie teploty prúdu plynu, odvádzaného zo zariadenia na predbežné odlučovanie, v tomto prípade z usporiadania tepelných výmenníkov 21a a 21b doskového typu, zapojených paralelne, je usporiadané medzi zariadením 2 na predbežné odlučovanie a miestom 3 rozvetvenia v primárnom plynovom potrubí 6.

Pokiaľ výstupná teplota jedného tepelného výmenníku doskového typu presiahne maximálnu prípustnú teplotu plynu pre zariadenie na odstraňovanie prachu, dochádza na prepnutie do ďalšieho tepelného výmenníku doskového typu, tento tepelný výmenník doskového typu je medzi tým ďalej ochladzovaný napríklad pomocou okolitého vzduchu.

5 Ďalšie zariadenie na nastavenie teploty prúdu plynu odvádzaného zo zariadenia na predbežné odlučovanie, v tomto prípade odparovací chladič 13, v ktorom je prúd plynu spracovávaný pomocou vody a/alebo suspenzia prísady, je usporiadané medzi predbežným odlučovacím zariadením 2 a zariadeniami 10, 11 a 12 na odstraňovanie prachu v primárnom plynovom potrubí 6.

Okrem toho je zariadenie 14 na pridávanie časticovej suchej tuhej prísady, v tomto prípade zariadenia na pneumatické tlakové vstrekovanie, usporiadané v primárnom plynovom potrubí 6.

10 Toto zariadenie je usporiadané v smere prúdenia za chladičom doskového typu a pred odparovacím chladičom. Pridávanie prísady je symbolizované šípkou.

Zariadenia 10, 11 a 12 na odstraňovanie prachu obsahujú zariadenia 15, 16 a 17 na odvádzanie odlúčených tuhých častíc. Tuhé častice, odlúčené počas odstraňovania prachu, sú pridávané do prúdu plynu prostredníctvom potrubia 18 tuhých častíc, ktoré vychádza z uvedených zariadení a vedie do primárneho plynového potrubia 6 pred prvým spojovacím potrubím 7, ako je vidieť v smere prúdenia prúdu plynu alebo od miesta 3 rozvetvenia. Pridávanie je uskutočňované s využitím zariadenia na pneumatické tlakové vstrekovanie (nie je znázornené).

15 Plyn, ktorý je vytváraný v jednotkách na výrobu surového železa v žemliach počas výroby surového železa v žemliach alebo v jednotkách na výrobu železa počas výroby železa a je zbavený prachu a je vyčistený, môže byť tepelne využívaný v procesoch v smere prúdenia za odstraňovania prachu, napríklad v ohrievačoch vetra, koksových peciach, zariadeniach na sušenie surového materiálu, napríklad v zariadeniach na vysušanie uhlia alebo zariadeniach na vysušanie jemného uhlia, v parných elektrárnach alebo plynových a parných elektrárnach.

20 Môže tiež byť využívaný v interných procesoch na výrobu surového železa v žemliach alebo železa ako redukčný plyn po spracovaní plynu, napríklad prostredníctvom reformovania CO₂ pomocou zemného plynu alebo odstraňovania CO₂ a môže byť recirkulovaný späť do procesu na výrobu surového železa v žemliach alebo železa.

25 Pri uskutočnení technického riešenia, znázorneného na obrázku, je prachu zbavený a vyčistený plyn využívaný v ďalšom procese. Výstupný plyn, ktorý bol podrobený odstraňovaniu prachu a je pri tlaku od 2 do 6 x 10⁵ Pa, t. j. od 2 do 6 barov, je privádzaný do plynovej expanznej turbíny (TRT) 20 prostredníctvom výstupného potrubia 19, ktoré vedie do všetkých zariadení na odstraňovanie prachu.

30 V tejto plynovej expanznej turbíne je tlaková energia výstupného plynu využívaná na výrobu elektrickej energie. Prúd vzduchu je vedený cez obtokové potrubie 4 iba v prípade prevádzkovej poruchy zariadenia na odstraňovanie prachu.

35 Na obr. 2 je znázornené zariadenie, zobrazené na obr. 1, ale s nasledujúcimi odlišnosťami v porovnaní s obr. 1.

Nie je tu žiadny odparovací chladič. Zariadenie na odvádzanie odlúčených tuhých častíc z predbežného odlučovacieho zariadenia 22 je tu znázornené.

40 Z dôvodov jasnosti nie je na obr. 2 znázornené miesto, v ktorom toto zariadenie ústi do zariadenia na pridávanie materiálu do jednotky na výrobu surového železa v žemliach, z ktorej vychádza prúd plynu.

V smere prúdenia pred tepelným výmenníkom 21a a 21b doskového typu pri pohľade v smere prúdenia prúdu plynu je usporiadaný horák 23 v prívodnom potrubí 1 ako súčasť zariadenia na nastavenie teploty prúdu plynu.

45 Tepelná energia, privádzaná horákom, je využívaná v určitom rozsahu v plynovej expanznej turbíne, v smere prúdenia v spodnej jednotke na využívanie tepelnej energie vyčisteného a prachu zbaveného plynu, na prevádzkanie na elektrickú energiu a pre energetické využitie. V dôsledku toho je proces oveľa hospodárnejší.

50 N Á R O K Y N A O C H R A N U

1. Zariadenie, obsahujúce prívodné potrubie (1) na vedenie prúdu plynu z jednotky na výrobu surového železa v žemliach alebo jednotky na výrobu železa, v ktorom je predbežné odlučovacie zariadenie (2), pričom prívodné potrubie je rozvetvené v mieste (3) rozvetvenia na obtokové potrubie (4) a na primárne plynové potrubie (6),

55 obsahujúce aspoň jedno zariadenie (10, 11, 12) na odstraňovanie prachu,

príčom primárne potrubie (6) je pripojené k zariadeniu (10, 11, 12) na odstraňovanie prachu prostredníctvom spojovacieho potrubia (7, 8, 9),

60 pričom zariadenie (13) na nastavenie teploty prúdu plynu je usporiadané v smere prúdenia pred zariadením (10, 11, 12) na odstraňovanie prachu v prívodnom potrubí (1) alebo v primárnom plynovom potrubí (6),

v y z n a č u j ú c e s a t ý m , ž e

je tu zariadenie (14) na pridávanie prísad v primárnom plynovom potrubí, pričom zariadenie (14) na pridávanie prísad je umiestené medzi miestom (3) rozvetvenia a prvým spojovacím potrubím (7, 8, 9) pri pohľade od miesta (3) rozvetvenia.

5 2. Zariadenie podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m ,** že zariadením (14) na pridávanie prísad je zariadenie na pneumatické tlakové vstrekovanie.

3. Zariadenie podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m ,** že zariadením (14) na pridávanie prísad je zariadenie pre gravitačné dávkovanie.

10 4. Zariadenie podľa jedného z nárokov 1 až 3, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m ,** že zariadenie (10, 11, 12) na odstraňovanie prachu obsahuje zariadenie (15, 16, 17) na odvádzanie odlúčených tuhých častíc.

5. Zariadenie podľa jedného z nárokov 1 až 3, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m ,** že predbežné odlučovacie zariadenie (2) obsahuje zariadenie (22) na odvádzanie odlúčených tuhých častíc z predbežného odlučovacieho zariadenia (2).

15 6. Zariadenie podľa nároku 5, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m ,** že potrubie (18) tuhých častíc vychádza zo zariadenia (15, 16, 17) na odvádzanie odlúčených tuhých častíc a vedie do primárneho plynového potrubia (6) v smere prúdenia pred prvým spojovacím potrubím (7) pri pohľade od miesta (3) rozvetvenia.

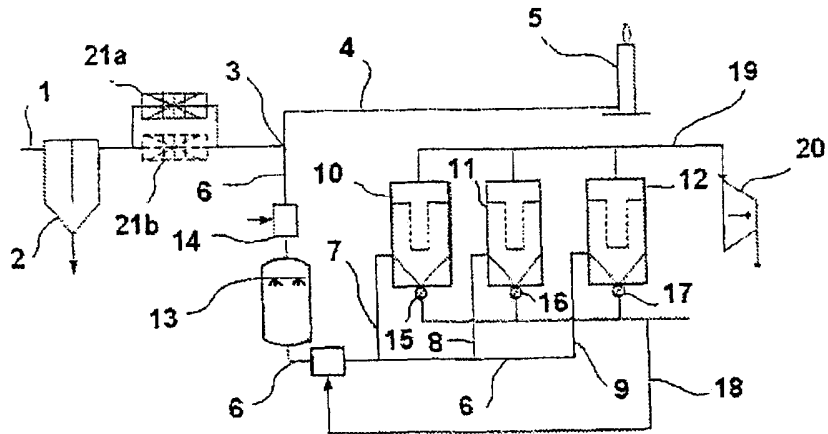
20 7. Zariadenie podľa nárokov 5 a 6, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m ,** že prídavné potrubie vychádza zo zariadenia (15, 16, 17) na odvádzanie odlúčených tuhých častíc a/alebo zo zariadenia (22) na odvádzanie odlúčených tuhých častíc z predbežného odlučovacieho zariadenia a vedie do zariadenia na pridávanie materiálu do jednotky na výrobu surového železa v žemliach alebo do jednotky na výrobu železa.

8. Zariadenie podľa jedného z nárokov 1 až 7, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m ,** že zariadenie (13) na nastavenie teploty prúdu plynu obsahuje odparovací chladič a/alebo tepelný výmenník (21a, 21b) doskového typu.

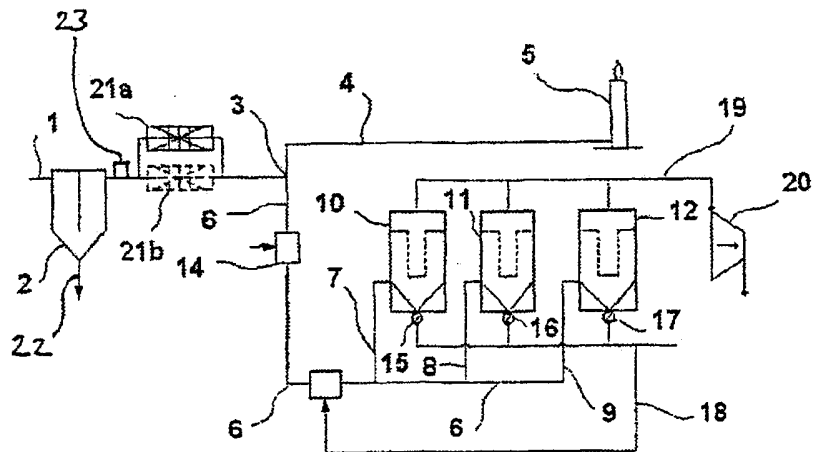
25 9. Zariadenie podľa jedného z nárokov 1 až 7, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m ,** že zariadenie (13) na nastavenie teploty prúdu plynu obsahuje horák (23).

1 výkres

Obrázok 1



Obrázok 2



Koniec dokumentu