

UŽITNÝ VZOR

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2012 - 26834**
(22) Přihlášeno: **17.10.2012**
(47) Zapsáno: **25.04.2013**

(11) Číslo dokumentu:

25278

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

F23C 10/00 (2006.01)

F23C 10/28 (2006.01)

(73) Majitel:

Mikoda Jiří Ing. CSc., Ústí nad Labem, CZ

(72) Původce:

Mikoda Jiří Ing. CSc., Ústí nad Labem, CZ

(54) Název užitého vzoru:

Uhelný fluidní kotel

CZ 25278 U1

Uhelný fluidní kotel

Oblast techniky

Technické řešení se týká fluidních kotlů na uhlí a spalitelné látky s oxidační fluidní spalovací vrstvou hrubozrnného křemičitého písku.

5 Dosavadní stav techniky

Přestavba roštových uhelných kotlů na kotle fluidní s oxidační fluidní spalovací vrstvou hrubozrnného křemičitého písku je známa a je řešena českým patentem č. 283 457. Oxidační fluidní spalovací vrstva hrubozrnného křemičitého písku jako systém spalování kusových uhlí je popsána v autorském osvědčení CZ 230 120. Základní technické uspořádání ekologizovaného roštového kotle spočívá v:

- vyřazení pasového roštu a v jeho náhradě fluidním topeništěm s recyklem spalin do fluidního topeniště; fluidní oxidační spalovací vrstvu tvoří fluidní vrstva hrubozrnného křemičitého písku o granulometrii 1 až 2 mm;
- nástřiku vody do spalin před cyklonovou baterii.

- 15 V uspořádání fluidního kotle podle příkladu provedení českého patentu č. 283 457 s instalací částečně obezděného mezibubnu ve spalovací komoře fluidního kotle se podařilo pro všechna uhlí těžená v České republice splnit emisní limity čistoty spalin stanovené zákonem o ovzduší č. 309/92 Sb. pro nové fluidní kotle s tepelným výkonem 5 až 50 MW. Při použití tohoto řešení k ekologizaci roštových kotlů s pasovými rošty a s volným objemem spalovací komory mezi pasovým roštem a stropem kotle se potvrdila efektivnost řešení pouze při spalování kusových uhlí ořech o2 a průmyslová směs PS1, jak dokládá český patent č. 300 379. Uhlí PS 1 má rozsah granulometrie 10 až 40 mm, uhlí o2 má rozsah granulometrie 10 až 25 mm a uhlí hp 1 má rozsah granulometrie 0 až 10 mm s vysokým podílem úletové frakce uhlí při standardní pracovní rychlosti fluidace ve fluidním topeništi 0,6 až 0,8 Nm/s. Při spalování uhlí hruboprach hp1 se podařilo splnit pouze emisní limity čistoty spalin roštových kotlů ekologizovaných prvky fluidní techniky. Plánované zpřísnění emisních limitů čistoty spalin k 2018 vyžaduje, aby na roštových uhelných kotlích ekologizovaných spalovací fluidní technikou byly splněny emisní limity čistoty spalin pro nové fluidní kotle pro veškerá jimi spalovaná uhlí. Základním problémem ekologizace roštových uhelných kotlů se tak stala jejich přestavba na kotle fluidní se zvládnutím spalování uhlí hruboprach hp 1 tak, aby byly splněny emisní limity nových fluidních kotlů pro oxid uhelnatý CO a kyslíčníky dusíku NO_x.

- 35 Druhým problémem ekologizace roštových uhelných kotlů fluidní spalovací technikou je požadavek na extrémně vysokou čistotu spalin z hlediska obsahu oxidu siřičitého SO₂ ve spalinách, spočívající ve snížení jeho koncentrace na současnou úroveň zachycení SO₂ ve velkoelektrárnách. Instalace věžového absorberu SO₂ podle českého patentu č. 294 531 ani instalace nástřiku vody před cyklonovou baterii podle českého patentu č. 300 379 nepostačují.

Podstata technického řešení

- Řešení problematiky fluidního spalování sirných nízkopopelnatých uhlí s přívodem vápence spočívá v tom, že fluidní topeniště je zespoda vymezeno trubkovým propadovým roštem se shora uzavřenými nátrubky s bočními otvory s tím, že přes membránové stěny spalovací komory tlakového celku fluidního kotle je ve výšce minimálně 1 m nad trubkovým propadovým roštem přiváděna směs uhlí s vápencem a sekundárním vzduchem, trubkový propadový rošt je spojen s ventilátorem směsi primárního spalovacího vzduchu a recykláží spalin s tím, že obsah kyslíku v oxidační fluidní spalovací vrstvě hrubozrnného křemičitého písku o granulometrii v rozsahu 0,4 až 3 mm je v rozmezí 3 až 11 % objemu spalovacího vzduchu a recykláží spalin a teplota spalin na vstupu do tepelného výměníku fluidního kotle je v rozsahu 680 až 780 °C, v trase spalin

před tkaninovým filtrem je instalován vodní chladič spalin s pneumatickými vodními tryskami, teplota spalin za tkaninovým filtrem je v rozsahu 100 až 145 °C.

Řešení fluidního kotle vychází z následujících poznatků získaných při výzkumu a vývoji fluidního spalování uhlí rozdílné granulometrie v oxidační fluidní spalovací vrstvě hrubozrnného křemičitého písku a dvoustupňové desulfatace spalin vápencem.

1. a/ V oxidační fluidní spalovací vrstvě hrubozrnného křemičitého písku o expandované výšce 1,2 m, jejímž základem je křemičitý písek o granulometrii v rozsahu 0,4 až 3 mm, lze spalovat uhlí bez úpravy jeho granulometrie. Křemičitý písek oddrcuje vyhořelou povrchovou vrstvu z uhelné částice a tato uhelná částice se zmenšuje až na úletovou frakci spalin. Obdobně se křemičtým pískem oddrcuje zkalcinovaná a částečně nasulfatovaná vrstva vápence. Na oxidační fluidní spalovací vrstvu hrubozrnného křemičitého písku navazuje silně expandovaná fluidní vrstva jemných částic křemičitého písku, uhlí a vápence. Ta dosahuje výšky přibližně 4,5 m. Do této silně expandované fluidní vrstvy je přiváděno uhlí s vápencem a sekundárním vzduchem. Existence jen částečně nasulfatovaných částic oxidu vápenatého CaO ve spalinách umožňuje při této spalovací fluidní technologii nástřikem vody do spalin převést nezreagovaný CaO na síran vápenatý CaSO₄.

b/ Start fluidního kotle probíhá při uzavřeném recyklu spalin a otevřeném přívodu sekundárního vzduchu. Po ukončení startu teplota oxidační fluidní spalovací vrstvy hrubozrnného písku dosáhne přibližně 820 °C, obsah oxidů dusíku převedených na oxid dusičitý NO₂ označovaných jako NO_x však překračuje emisní limity stanovené pro uhelné roštové kotle. Obsah kyslíku O₂ ve spalinách do komína na fluidních kotlích s vyzdřeným topeništěm bez tepelné vestavby je 13,3 % objemových. Při instalaci tepelné vestavby fluidního topeniště se tato hodnota snižuje úměrně s růstem podílu tepla přeneseného tepelnou vestavbou vůči tepelnému výkonu fluidního kotle. Obsah kyslíku O₂ ve spalinách fluidního kotle s odvodem tepla v úrovni 40 % tepelného výkonu fluidního kotle je po ukončení startu 5,5 % objemových. Po otevření recyklu spalin se obsah O₂ ve spalinách sníží a klesne obsah NO_x bez enormního růstu obsahu CO. Při spalování hruboprachu hp1 jsou splněny emisní limity čistoty spalin pro roštové kotle. Při spalování kusových uhlí jsou za těchto podmínek splněny emisní limity čistoty spalin pro nové fluidní kotle s tepelným výkonem 5 až 50 MW. Jedná se o jednostupňové spalování v oxidační fluidní spalovací vrstvě hrubozrnného křemičitého písku.

c/ Stav se systémově změní, pokud při zachování celkového průtoku primárního spalovacího vzduchu a recyklu spalin

-zvýšíme recykl spalin ve fluidačním médiu tak, že poklesne obsah O₂ v oxidační fluidní spalovací vrstvě hrubozrnného křemičitého písku přibližně o 2 až 4 % oproti pracovnímu režimu jednostupňového spalování,

- zintenzívní se přívod sekundárního vzduchu tak, aby teplota spalin na vstupu do výměníků fluidního kotle byla v úrovni 740 °C.

Jako sekundární vzduch je využitelný vzduch okolní, odbočka proudu fluidačního média nebo směs okolního vzduchu a recyklu spalin s odlišným poměrem vzduchu a spalin oproti fluidačnímu médiu.

Výše popsání spalování je dvojestupňovým spalováním s oxidační atmosférou v obou fluidních spalovacích vrstvách fluidního topeniště. Při tomto typu spalování

- v oxidační fluidní spalovací vrstvě hrubozrnného křemičitého písku vzniká NO_x s koncentrací pod úrovní emisních limitů 400 mg/m³ (ref. podmínky, 6 % O₂, suché spaliny, NTP) a CO nad úrovní emisního limitu 250 mg/m³,

- v silně expandované fluidní spalovací vrstvě jemného křemičitého písku a vápence při intenzivním přívodu sekundárního vzduchu souběžně s uhlím dochází k dohoření CO na oxid uhličitý CO₂ na koncentraci CO pod 250 mg/m³ při zachování koncentrace NO_x pod 400 mg/m³.

2. a/ Z hlediska intenzifikace zachycení SO_2 nástríkem vody platí, jak je uvedeno v užitém vzoru č. 19 622, že v prostředí spalin je hydratace CaO na hydroxid vápenatý $\text{Ca}(\text{OH})_2$ z hlediska reakční kinetiky pomalá reakce. V prostředí spalin je i sulfatace $\text{Ca}(\text{OH})_2$ na síran vápenatý CaSO_4 z hlediska reakční kinetiky pomalá reakce. Intenzifikace desulfatace spalin proto vyžaduje co nejdelší dobu zdržení sulfatované částice vápenného aditiva v trase spalin.

b/ Nástríkem vody do spalin dojde nejen ke snížení teploty spalin, ale i ke zvlhčení popelovin. Ty se musí v trase spalin usušit na úkor vstupní entalpie spalin; z chemicko - inženýrského hlediska je trasa spalin s nástríkem vody proudovou sušárnou zvlhčených popelovin. Její projekční řešení musí odpovídat tomuto poznání a závěrům vyplývajícím z kinetiky intenzifikace desulfatace spalin nástríkem vody do spalin

- nejefektivnější metodou odsušení odpadů ve spalinách spojeného s poklesem teploty spalin je instalace nástríku vody do spalin bezprostředně před cyklonovou baterii spalin; při teplotě spalin 120°C jsou odpady odsušeny pod 1 % vlhkosti; doba kontaktu SO_2 a CaO v cyklonové baterii je však minimální a efekt desulfatace je proto zanedbatelný; na průmyslové jednotce musel být podstatně zvýšen parciální tlak vodní páry ve spalinách přívodem ostré páry z kotle do spalin, tak aby se efekt desulfatace SO_2 projevil,
- tento poznatek akceptuje řešení intenzifikace SO_2 podle českého patentu č. 294 531.

Provoz vertikálního desulfatačního reaktoru však prokázal nízkou intenzitu výměny hmoty a tepla v trase spalin při standardních rychlostech proudění spalin 10 až 15 Nm/s. K odsušení odpadů na úroveň vlhkosti zaručující nenalepování odpadů na stěny reaktoru při teplotách spalin 105 až 115°C by požadovaná výška desulfatačního reaktoru přesáhla výrazně 20 m. Kritickým místem tohoto vertikálního desulfatačního absorbéru je jeho strop, pod kterým se směr proudění spalin mění o 180° .

c/ Závažným zjištěním je poznání, že při spalování nízkopopelnatých paliv je doba usušení popelovin a doba sulfatace částic vápenného aditiva kratší než doba intervalů profuků tkaninového filtru. Na ploše tkaninového filtru tak dojde k dosušení popelovin a k dokončení intenzifikace desulfatace spalin. Lze tak dosáhnout 40% sulfatace vápence, což znamená výraznou minimalizaci spotřeby vápence CaCO_3 k zachycení oxidu siřičitého SO_2 .

Prezentované řešení umožňuje ekologizaci uhelných roštových kotlů s využitím jejich stávající palivové základny, tj. spalovat uhlí hruboprach hp 1 při splnění současně platných emisních limitů čistoty spalin SO_2 : 800 mg/m^3 , NO_x : 400 mg/m^3 , CO : 250 mg/m^3 . Toto řešení zajišťuje splnění čistoty spalin vyžadované v návrhu emisních limitů čistoty spalin pro období po 2018 s limity SO_2 : 400 mg/m^3 , NO_x : 500 mg/m^3 , CO : 400 mg/m^3 . Emisní limity pro roštové kotle v současném znění jsou SO_2 : $2\,500\text{ mg/m}^3$, NO_x : 650 mg/m^3 , CO : 400 mg/m^3 .

35 Přehled obrázků na výkresech

Technické řešení je podrobně popsáno na obrázku 1. Obrázek 1 je strojně - technologickým schématem kotlové jednotky s fluidním kotlem vytvořeným přestavbou z původně horkovodního roštového kotle.

Příklad provedení technického řešení

40 Základem uhelné kotelny s ekologizovanými roštovými kotli je fluidní kotel vzniklý spojením tlakového celku 1 roštového kotle s fluidním topeništěm 2. Tlakový celek 1 tvoří membránové stěny 1.1 zespodu spojené s podélnými a příčnými trámcí, které jsou zavodňovacími trubkami spojeny s bubnem 1.2. Výměníky tlakového celku 1 tvoří ohříváče vody 1.3 a 1.4. Do ohříváčů vody 1.3 a 1.4 a do tepelné vestavby 2.5 fluidního topeniště 2 je voda přiváděna čerpadlem 9.

45 Fluidní topeniště 2 je z boků vymezeno membránovými stěnami 2.1 krytými žárobetonem 1.5. Žárobetonem 1.5 je kryta i spodní část membránových stěn 1.1 tlakového celku 1. Zespoda je fluidní topeniště 2 vymezeno trubkovým propadovým roštem s centrální rozvodnou trubicí 2.2 a příčnými rozvodnými trubicími 2.3 s nátrubky 2.4, které jsou shora uzavřeny, a fluidační médium

proudí přes boční otvory v nátrubcích 2.4. Do membránových stěn 2.1 je přiváděna voda z ohřivače vody 1.4, která po průchodu membránovými stěnami 2.1 vstupuje do bubnu 1.2. Fluidačním médiem je směs okolního vzduchu a spalin.

Uhlí a vápenec jsou do fluidního kotle dávkovány dvěma šnekovými dávkovači 3 bez osového hřídele. Spolu s uhlím a vápencem je přiváděn ventilátorem 6 sekundární spalovací vzduch. Trasa sekundárního spalovacího vzduchu je pneutrasou částí odpadů odloučených při změně směru proudu ve spalínových kanálech fluidního kotle. Odpady jsou do trasy sekundárního vzduchu dákovány turniketem 7. Fluidační médium je ventilátorem 4 dopravováno do trubkového propadového roštu. V trase fluidačního média je instalována startovací spalovací komora 5. Vápenec je ve zde neznázorněné palivové trase dákován turniketem ze zásobníku vápence na šikmý uhelný dopravní pas. Sekundárním vzduchem je okolní vzduch.

V trase spalin jsou instalovány vodní chladič 10 s pneumatickými vodními tryskami, tkaninový filtr 13 s řízeným profukem plachetky a kouřový ventilátor 8. Technická voda je dodávána čerpadlem 11. Tlakový vzduch je dodáván šroubovým kompresorem 12. Turniketem 14 jsou odpady z tkaninového filtru 13 dákovány do pneutrasy odpadů se zde neznázorněným centrálním zásobníkem odpadů.

Technologické proudy médií:

- I - přívod uhlí a vápence
- II - ohřátá teplárenská voda
- 20 III - odpady tvořené popílkem a odpady desulfatace spalin, tj. CaSO_4 a $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- IV - přírodní voda z teplárenského vodního okruhu
- V - vzduch
- VI - vzduch
- VII - technická voda
- 25 VIII - spaliny do komína.
- IX - topná nafta.

Technické parametry kotlové parní jednotky:

	tepelný výkon fluidního kotle:	6,7 MW
	teplota teplárenské vody výstupní:	130 °C
30	teplota teplárenské vody vstupní:	80 °C
	palivo:	
	uhlí:	hruboprach hp 1 SD a.s.
		výhřevnost: 16,9 MJ/kg
		obsah síry: 0,77 %
35	vápenec:	Čížkovice 0,5 až 2 mm
		obsah CaO: 45 %
	křemičitý písek:	0,4 až 2 mm
	teplota oxidační fluidní spalovací vrstvy hrubozrnného křemičitého písku:	820 °C
	teplota spalin před ohřivačem vody 1.3:	740 °C
40	teplota spalin za ohřivačem vody 1.4:	195 °C
	teplota spalin na vstupu do komína:	107 °C
	čistota spalin při referenčních podmínkách: 6 % kyslíku O_2 , NTP, suché spaliny	
	CO:	224 mg/m ³
	NO _x :	370 mg/m ³
45	SO ₂ :	387 mg/m ³
	tuhé látky:	18 mg/ m ³
	dávkování vápence s molárním poměrem Ca/S = 2,15	
	obsah kyslíku v oxidační fluidní spalovací vrstvě hrubozrnného křemičitého písku:	8,1 %
	obsah kyslíku ve spalinách za ohřivačem vody 1.4:	7,0 %
50	volný průřez fluidního topeniště 2:	2 560 × 2 040 mm
	výška tlakového celku 1 od zavodňovacích trámů k ose bubnu 1.2:	5 000 mm

tepelný výkon tepelné vestavby 2.5: 1,2 MW
tlakový celek 1 je tlakovým celkem roštového kotle ČKD R 5,8 H.

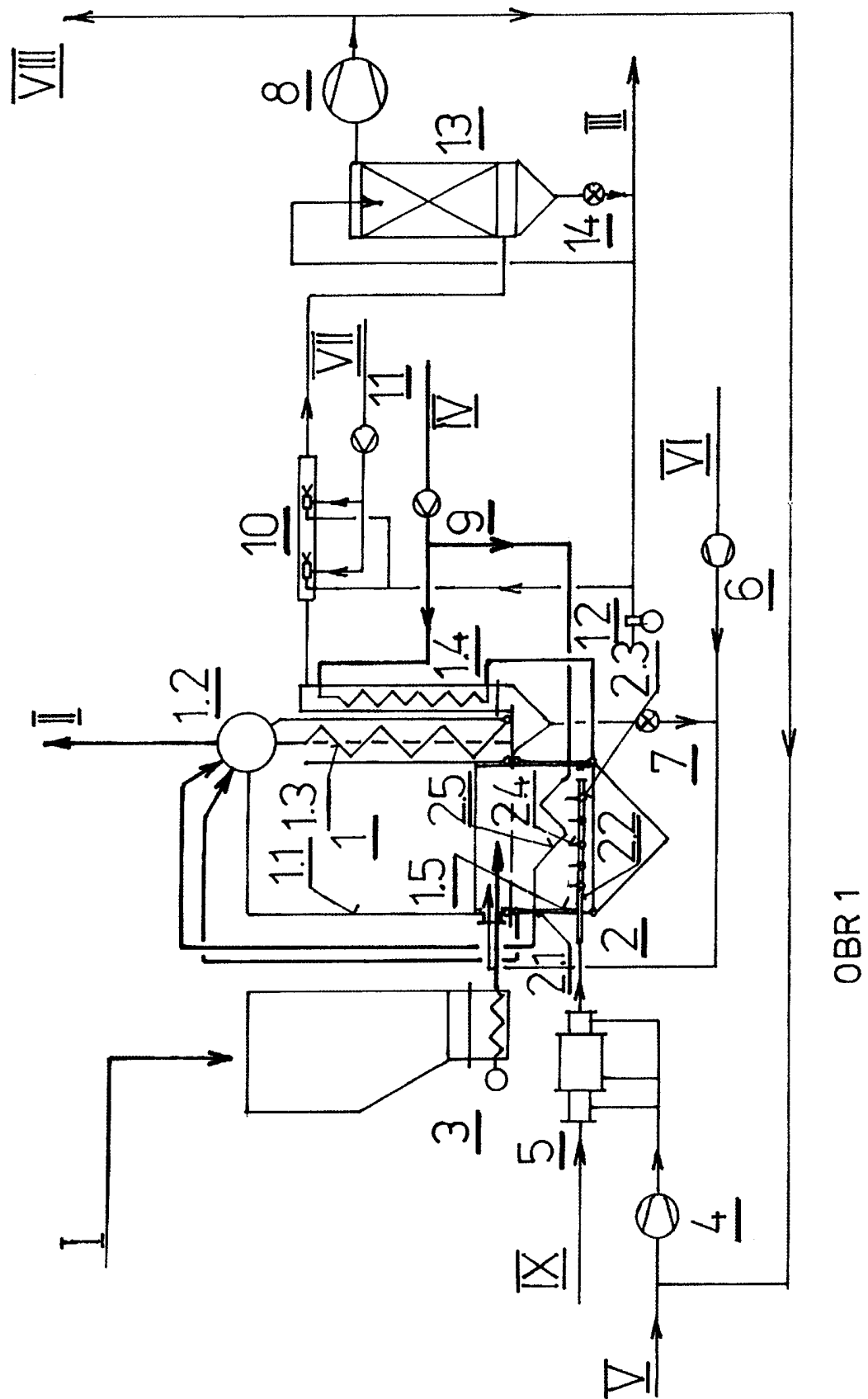
Průmyslová využitelnost

5 Fluidní kotel podle technického řešení umožňuje ekologizaci roštových uhelných kotlů při zachování jejich původního paliva hp 1 a zachování tlakového celku kotle. Konstrukční spojení tlakového celku kotle a fluidního topeniště je technickým řešením nově realizovaných fluidních kotlů. Při změně technických parametrů fluidního kotle z horkovodního na parní s produkcí energetické páry (330 °C, 2,5 MPa) lze fluidní kotelnu doplnit výrobou elektrické energie minimálně v úrovni její spotřeby. Uhlí jako palivo fluidního kotle lze doplnit spalitelnými kusovými
10 nebo granulovanými odpady.

N Á R O K Y N A O C H R A N U

1. Fluidní kotel na uhlí s přívodem vápence, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že fluidní topeniště (2) je zespodu vymezeno trubkovým propadovým roštem se shora uzavřenými nátrubky (2.4) s bočními otvory s tím, že přes membránové stěny (1.1) spalovací komory tlakového celku
15 (1) fluidního kotle je ve výšce minimálně 1 m nad trubkovým propadovým roštem přiváděna směs uhlí s vápencem a sekundárním vzduchem, trubkový propadový rošt je spojen s ventilátorem (4) směsí primárního spalovacího vzduchu a recyklážních spalin s tím, že obsah kyslíku O₂ v oxidační fluidní spalovací vrstvě hrubozrnného křemičitého písku o granulometrii v rozsahu 0,4 až 3 mm je v rozmezí 3 až 11 % objemu spalovacího vzduchu a recyklážních spalin a teplota
20 spalin na vstupu do tepelného výměníku (1.3) je v rozsahu 680 až 780 °C a v trase spalin před tkaninovým filtrem (13) je instalován vodní chladič (10) s pneumatickými vodními tryskami, teplota spalin za tkaninovým filtrem (13) je v rozsahu 100 až 145 °C.

1 výkres



Konec dokumentu