

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **1998-4319**
(22) Přihlášeno: **28.12.1998**
(40) Zveřejněno: **16.08.2000**
(Věstník č. 8/2000)
(47) Uděleno: **03.08.2005**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **12.10.2005**
(Věstník č. 10/2005)

(11) Číslo dokumentu:

295 708

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁷:

F 27 D 13/00

C 04 B 7/48

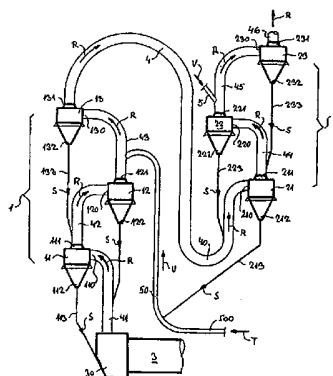
(56) Relevantní dokumenty:
GB 1449760; DE 19511304; GB 2094959; CZ 253863.

(73) Majitel patentu:
PSP ENGINEERING A. S., Přerov, CZ

(72) Původce:
Pospíšil Jaroslav Ing., Přerov, CZ
Žajdlík Josef Ing., Přerov, CZ
Michálek Zdeněk Ing., Přerov, CZ
Krejčí Petr Ing., Přerov, CZ
Pumpřla Alois Ing., Přerov, CZ

(54) Název vynálezu:
Cyklonový výměník tepla

(57) Anotace:
Cyklonový výměník je tvořen soustavou cyklonů (11, 12, 13, 21, 22, 23) pro předehřátí a následné odloučení prachové suroviny před jejím dalším tepelným zpracováním, rozdělenou na vysokoteplotní část (1) a nízkoteplotní část (2), které jsou spojeny propojovacím potrubím (4) horkého plynu, na jehož konci, bližším nízkoteplotní části (2), je vytvořena vratná smyčka (40) jejíž nejnižší část leží pod úrovní dolního cyklonu (21) nízkoteplotní části (2), přičemž ohřívána prachová surovina je z nízkoteplotní části (2) převáděna do vysokoteplotní části (1) dopravním potrubím (50), do kterého je přiváděn proud horkého dopravního plynu a do tohoto proudu je přiváděna prachová surovina z dolního cyklonu (21). Vysokoteplotní část (1) a nízkoteplotní část (2) jsou přitom umístěny tak, že napojení přívodu (130) teplého plynu nejvyššího cyklonu (13) vysokoteplotní části (1) leží výše, než napojení přívodu (210) teplého plynu dolního cyklonu (21). Do vývodního potrubí (41), upraveného mezi vstupní komorou (30) rotační pece (3) a prvním cyklonem (11) vysokoteplotní části (1), je výhodně zaústěn přívod (6) paliva a přívod (60) spalovacího vzduchu a/nebo přívod (51) horkých plynů a předkalcinované suroviny.



Cyklonový výměník tepla

Oblast techniky

5

Vynález se týká cyklonového výměníku tepla pro předehřev práškové suroviny, tvořeného soustavou cyklonů, které jsou vzájemně výškově přesazeny, zařazeny sériově a propojeny potrubími horkého plynu tak, že přívod prvního cyklonu je připojen ke zdroji horkého plynu a vývod každého cyklonu je přiřazen k přívodu cyklonu následujícího a výstup suroviny z každého

10

Dosavadní stav techniky

Dosud známé výměníky tepla pro předehřev práškových surovin před jejich dalším zpracováním, kupříkladu pro předehřev surovinové moučky při suchém způsobu výroby cementářského slínku, jsou realizovány prostřednictvím sériově řazených teplovýměnných stupňů. Ty jsou řazeny vzájemně sériově nad sebou, což zejména u jednotek s větším teplotním spádem, a tedy s větším počtem teplovýměnných stupňů, jakož i u jednotek s vyššími výkony, vyvolá velké nároky na stavbu a montáž souvisejícího zařízení, které se mimo jiné projevuje nevýhodně zvýšením nákladů na jednotku konečného produktu.

20

Problém nežádoucí nadměrné stavební výšky může být řešen tak, že sériově řazené teplovýměnné cyklony jsou umístěny vedle sebe a jednotlivá potrubí plynů, která je propojují, musí výrazně klesat pod úroveň jednotlivých cyklonů. To ovšem znamená podstatné zvětšení vlastního technologického zařízení, navíc na úkor plynulého pohybu materiálu a zahřívacích plynů během technologického procesu, což se opět odrazí ve zvýšení investičních i provozních nákladů.

25

Podstata vynálezu

30

Nevýhody dosud realizovaných konstrukčních uspořádání v podstatné míře odstraňuje předmět vynálezu, kterým je cyklonový výměník tepla pro předehřev práškové suroviny, tvořený soustavou cyklonů, které jsou zařazeny sériově a propojeny potrubím horkého plynu tak, že přívod prvního cyklonu je připojen ke zdroji horkého plynu a vývod každého cyklonu je přiřazen k přívodu cyklonu následujícího, přičemž výstup odloučené práškové suroviny je z každého cyklonu zaveden do potrubí, přiřazeného k vývodu horkého plynu od předchozího cyklonu.

35

Podstatou vynálezu je, že soustava cyklonů je rozdělena do dvou částí, vysokoteplotní části, bližší ke zdroji horkého plynu a nízkoteplotní části, z nichž každá je tvořena alespoň dvěma cyklony a které jsou vzájemně spojeny propojovacím potrubím, na jehož konci, bližšímu nízkoteplotní části, je vytvořena vratná smyčka tak, že její nejnižší část leží pod úrovní dolního cyklonu nízkoteplotní části, a že vysokoteplotní část a nízkoteplotní část jsou vzájemně situovány tak, že napojení přívodu teplého plynu nejvyššího cyklonu vysokoteplotní části leží výše, než napojení přívodu teplého plynu dolního cyklonu nízkoteplotní části, přičemž výstup práškové suroviny následného cyklonu nízkoteplotní části je zaústěn do vzestupné části vratné smyčky, přičemž vysokoteplotní část je dále opatřena dopravním potrubím, do kterého je zaústěno výpadevé potrubí dolního cyklonu nízkoteplotní části a které je zaústěno do potrubí, které spojuje přívod horkých plynů nejvyššího cyklonu vysokoteplotní části a jejich vývod z předchozího

45

50

Přitom je výhodně vstupní část dopravního potrubí situována pod úrovní výstupu práškové suroviny z dolního cyklonu nízkoteplotní části.

55

Další podstatou vynálezu je, že vysokoteplotní část a/nebo nízkoteplotní část je tvořena alespoň dvěma cyklony.

Podstatou vynálezu konečně je, že do vývodního potrubí, upraveného mezi vstupní komorou rotační pece a prvním cyklonem vysokoteplotní části, je zaústěn přívod paliva a přívod spalovacího vzduchu, případně, že do vývodního potrubí, upraveného mezi vstupní komorou rotační pece a prvním cyklonem vysokoteplotní části je zaústěn přívod horkých plynů a předkalcinované suroviny.

Uspořádáním podle vynálezu se docílí výrazné snížení stavební výšky cyklonového výměníku při současném optimálním využití tepla, které je obsaženo v plynech, přiváděných do dopravního potrubí práškové suroviny. Vzhledem k podstatně menší stavební výšce se řešení mimoto výhodně uplatní v oblastech se zvýšenou seismickou činností, kde by kupříkladu nebylo možno obvyklé vysoké konstrukce realizovat.

Další výhodou řešení podle vynálezu je, že může být využito i u kalcinačních výměníků, kdy je například do vývodního potrubí plynu mezi rotační pecí a spodním cyklonem výměníku tepla možno přidavně zavést palivo a spalovací vzduch, nebo plyny s předkalcinovanou surovinou z připojeného kalcinátoru.

Přehled obrázků na výkresech

Příkladná provedení konstrukce podle vynálezu jsou schématicky znázorněna na připojených výkresech, kde je na obr. 1 znázorněna konstrukční varianta cyklonového výměníku tepla, na obr. 2 jednodušší varianta nízkoteplotní části výměníku podle obr. 1, na obr. 3 variantní provedení počátku vysokoteplotní části výměníku tepla podle obr. 1 a na obr. 4 variantní řešení převodu práškové suroviny mezi oběma částmi cyklonového výměníku.

Příklady provedení vynálezu

Cyklonový výměník tepla v příkladném provedení podle obr. 1 je rozdělen na dvě části, vysokoteplotní část 1 a nízkoteplotní část 2.

Vysokoteplotní část 1 je tvořena trojicí cyklonů, prvním cyklonem 11 s přívodem 110 horkých plynů, vývodem 111 horkých plynů a výstupem 112 suroviny, druhým cyklonem 12 s přívodem 120 horkých plynů, vývodem 121 horkých plynů a výstupem 122 suroviny a třetím cyklonem 13 s přívodem 130 horkých plynů, vývodem 131 horkých plynů a výstupem 132 suroviny. Cyklony 11, 12 a 13 jsou vzájemně propojeny ve směru proudění horkých plynů za sebou tak, že vývod 111 prvního cyklonu 11 je potrubím 42 spojen s přívodem 120 druhého cyklonu 12, jehož vývod 121 je potrubím 43 spojen s přívodem 130 třetího cyklonu 13. Přívod 110 prvního cyklonu 11 je vývodním potrubím 41 připojen ke vstupní komoře 30 rotační pece 3. Výstup 132 třetího cyklonu 13 je prostřednictvím výpádového potrubí 133 zaústěn do dolní části potrubí 42 a podobně je výstup 122 druhého cyklonu 12 zaústěn do dolní části vývodního potrubí 41. Výstup 122 suroviny z prvního cyklonu 11 je konečně zaveden výpádovým potrubím 113 do vstupní komory 30 rotační pece 3 k dalšímu tepelnému zpracování.

Podobně je nízkoteplotní část 2 tvořena dolním cyklonem 21 s přívodem 210 horkých plynů, vývodem 211 horkých plynů a výstupem 212 suroviny, středním cyklonem 22 s přívodem 220 horkých plynů, vývodem 221 horkých plynů a výstupem 222 suroviny a horním cyklonem 23 s přívodem 230 horkých plynů, vývodem 231 horkých plynů a výstupem 232 suroviny. Analogicky jako u vysokoteplotní části 1 jsou i zde cyklony 21, 22 a 23 vzájemně propojeny ve směru proudění horkých plynů za sebou tak, že vývod 211 dolního cyklonu 21 je potrubím 44 spojen s přívodem 220 středního cyklonu 22, jehož vývod 221 je spojen potrubím 45 s přívodem 230 horního cyklonu 23. Jeho vývod 231 pak zakončuje oblast cyklonového výměníku tepla podle vynálezu a je výstupním potrubím 46 připojen k další technologické části. Výstup 232 horního cyklonu 23 je prostřednictvím výpádového potrubí 233 zaústěn do dolní části potrubí 44.

- Vysokoteplotní část 1 a nízkoteplotní část 2 jsou vzájemně propojeny propojovacím potrubím 4 horkého plynu, které spojuje vývod 131 nejvyššího – třetího cyklonu 13 vysokoteplotní části 1 s přívodem 210 dolního cyklonu 21 nízkoteplotní části 2, a to tak, že před přívodem 210 dolního cyklonu 21 je na propojovacím potrubí 4 vytvořena vratná smyčka 40, která leží pod úrovní
5 dolního cyklonu 21. Výstup 222 suroviny ze středního cyklonu 22 je pak prostřednictvím výpádového potrubí 223 zaústěn do vzestupného ramene dolní části vratné smyčky 40, které je přivraceno dolnímu cyklonu 21.
- Přívod 5 práškové suroviny, která má být před vstupem do vstupní komory 30 rotační pece 3 předeřhřátá, je zaústěn do dolní části potrubí 45 mezi vývodem 221 středního cyklonu 22 nízkoteplotní části 2 a přívodem 230 do horního cyklonu 23 a po projití nízkoteplotní části 2 je surovina přivedena do třetího – nejvyššího – cyklonu 13 vysokoteplotní části 1 dopravním potrubím 50, které je zaústěno do dolní části potrubí 43 mezi jejím druhým cyklonem 12
10 a nejvyšším – třetím cyklonem 13. Doprava je realizována proudem teplého plynu, který je v dolní části 500 dopravního potrubí 50 přiváděn směrem šipky T. Do proudu teplého plynu je výpádovým potrubím 213 zaústěn výstup 212 dolního cyklonu 21 nízkoteplotní části 2.
- Jak je na obr. 1 dále znázorněno, je vysokoteplotní část 1 vzhledem k nízkoteplotní části 2 výškově přesazena tak, že napojení přívodu 130 nejvyššího, tedy třetího cyklonu 13 leží podle
20 vynálezu výše, než napojení 210 dolního cyklonu 21.
- Na obr. 2 je znázorněno variantní provedení cyklonového výměníku podle vynálezu. Nízkoteplotní část 2 je v tomto případě na rozdíl od konstrukce podle obr. 1 tvořena pouze dvěma
25 cyklony, středním cyklonem 22 a dolním cyklonem 21. Přívod 5 suroviny je v tomto případě situován v dolní části potrubí 44, zatímco potrubí 45 slouží k vyvedení horkých plynů z cyklonového výměníku. Přívod 210 horkých plynů dolního cyklonu 21 je stejně jako v předchozím případě spojen propojovacím potrubím 4 s neznázorněnou vysokoteplotní částí, podobně je výstup 212 suroviny z dolního cyklonu 21 vyveden výpádovým potrubím 213 do dopravního
30 potrubí 50. Podmínka nižší polohy dolního cyklonu 21 ve vztahu k poloze třetího cyklonu 13 podle vynálezu zůstává zachována.
- Jak je znázorněno na obr. 3, může být konstrukce cyklonového výměníku tepla podle vynálezu dále výhodně doplněna tak, že do vývodního potrubí 41, kterým je propojena vstupní komora 30
35 rotační pece 3 s přívodem 110 horkých plynů do prvního cyklonu 11, je zaveden dodatečný přívod 6 paliva a přívod 60 spalovacího vzduchu, nebo vstup 51 plynů a předkalcinované suroviny, případně obojí.
- Na obr. 4 je znázorněna podstatná část konstrukční varianty způsobu přepravy práškové suroviny
40 mezi nízkoteplotní částí 2 a vysokoteplotní částí 1 výměníku. V tomto případě je dopravní potrubí 50 realizováno v podstatě v úrovni jeho zaústění do spojovacího potrubí 43 vysokoteplotní části 1 výměníku, stejně jako u příkladné konstrukce podle obr. 1. Konstrukce cyklonového výměníku je doplněna přepravním zařízením 7 některé z běžně užívaných konstrukcí k jehož počátku je přivedeno výpádové potrubí 213 výstupu 212 dolního cyklonu 21. Výstup
45 přepravního zařízení 7 je opatřen dopravníkem 70, kupříkladu korečkovým dopravníkem, který je pak napojen na dopravní potrubí 50. Zbývající prvky, zobrazené na obr. 4, odpovídají shodným prvkům podle obr. 1 a nejsou blíže popsány. Dopravník 70 může být nahrazen jiným, funkčně ekvivalentním zařízením.
- Činnost cyklonového výměníku tepla podle vynálezu je následující. Ve výměníku předeřhřátá
50 prášková surovina, v tomto příkladu surovinová moučka pro suchý způsob výroby cementářského slínku, je přiváděna výpádovým potrubím 113 do vstupní komory 30 rotační pece 3. Ze vstupní komory 30 je naopak vývodním potrubím 41 vyváděn horký plyn, který vznikl v předchozím tepelném procesu a nese s sebou značné množství tepelné energie. Tento horký plyn pak postupně směrem šipek R prochází vývodním potrubím 41 a potrubími 42 a 43 prvním cyklonem
55

11, druhým cyklonem 12 a třetím cyklonem 13 vysokoteplotní části 1 výměníku a je následně propojovacím potrubím 4 veden do dolního cyklonu 21 nízkoteplotní části 2 výměníku a následně prochází směrem šipek R prostřednictvím potrubí 44 a 45 jejími zbývajících cyklony, středním cyklonem 22 a horním cyklonem 23, ze kterého je odveden výstupním potrubím 46.

5 Prášková surovina je přiváděna směrem šipky V přívodem 5 do dolní části potrubí 45, ve které se smísí s proudícím horkým plynem, který vychází z vývodu 221 středního cyklonu 22 a proudí k přívodu 230 následujícího, v tomto případě horního cyklonu 23. V průběhu proudění směsí
10 prášek–plyn se část tepelné energie plynu předá práškové surovině, prášková surovina je v horním cyklonu 23 odloučena od plynu, který je odváděn směrem šipky R do výstupního potrubí 46 zatímco zahřátá prášková surovina je výpadovým potrubím 233 odváděna směrem šipky S z výstupu 232 horního cyklonu 23. Výpadové potrubí 233 je zaústěno do dolní části potrubí 44 v předchozím stupni odloučení a zahřátá prášková surovina se opět smísí s horkým plynem, který
15 proudění směsí prášek–plyn se prášková surovina zahřeje na teplotu, která je vyšší, než předchozí, zatímco teplota plynu se sníží. Uvedený postup se opakuje v každém z cyklonů nízkoteplotní a vysokoteplotní části výměníku, přičemž po průchodu každým cyklonem se zvýší teplota práškové suroviny, která pokračuje v postupu ke vstupní komoře 30 rotační pece 3 směrem šipek S. Naopak horký plyn postupuje směrem šipek R k výstupnímu potrubí 46 a jeho
20 teplota se postupně snižuje.

Přechod médií mezi nízkoteplotní částí 2 a vysokoteplotní částí 1 je realizován tak, že horký plyn je přiváděn z vývodu 131 třetího cyklonu 13 k přívodu 210 dolního cyklonu 21 samostatně propojovacím potrubím 4 a prášková surovina je zaváděna do proudu horkého plynu výpadovým
25 potrubím 223 do vzestupné části vratné smyčky 40, kde dochází k jejímu smísení s plynem a následnému dalšímu ohřátí. Částečně předeřtává prášková surovina, která opouští nízkoteplotní část 2 výměníku, je přivedena výpadovým potrubím 213 do dopravního potrubí 50 a jím do odpovídajícího stupně vysokoteplotní části 1 výměníku po smísení s externím proudem plynu, který je do počátku 500 dopravního potrubí 50 přiveden směrem šipky T a jehož teplota odpovídá
30 provozní teplotě mezi oběma stupni.

Při realizaci konstrukce podle obr. 3 je výkon, případně účinnost soustavy, zvyšován zavedením
přídavného paliva a spalovacího vzduchu prostřednictvím přívodů 6 a 60. Tím je možno upravit
35 teplotní poměry horkých plynů a práškové suroviny, které prochází cyklonovým výměníkem a upravit tak jejich teplotu na optimální provozní hodnotu. Podobně je možno přivedením plynů a předkalcinované práškové suroviny vstupem 51 do dolní části vývodního potrubí 41 upravit konečné složení a vlastnosti práškové suroviny, která po průchodu prvním cyklonem 11 vstupuje do vstupní komory 30.

40 U variantní konstrukce, znázorněné na obr. 4, je prášková surovina přiváděna výpadovým potrubím 213 do přepravního zařízení 7, ze kterého je převáděna do úrovně dopravního potrubí 50.

Je zřejmé, že konstrukce cyklonového výměníku tepla není omezena na uvedené příklady. Počet
45 cyklonů ve vysokoteplotní části 1 i nízkoteplotní části 2 nemusí být shodný. Předpokladem jeho funkce ovšem je, že v každém z uvedených stupňů jsou alespoň dva cyklony. Také hodnota vzájemného přesazení napojení vývodu 131 nejvyššího a tedy vzhledem ke směru R proudění horkého plynu posledního cyklonu vysokoteplotní části 1 a napojení nejnižšího, tedy vzhledem ke směru R proudění horkého plynu prvního cyklonu nízkoteplotní části 2, může být při zachování nižší úrovně napojení nízkoteplotní části 2 různá a volena podle konkrétních teplotních
50 poměrů a konstrukční situace.

Z podstaty vynálezu je také zřejmé, že počáteční část 500 dopravního potrubí 50 nemusí být situována až pod úroveň nejnižší části vratné smyčky 40 propojovacího potrubí 4, jak je to znázorněno u příkladných provedení na obr. 1, 2 a 4. Tato část dopravního potrubí může být

výhodně umístěna výše, pokud ovšem jeho poloha splňuje podmínku, aby ležela pod úrovní výstupu 212 dolního cyklonu 21 nízkoteplotní části 2.

5 Průmyslová využitelnost

Konstrukci cyklonového výměníku tepla podle vynálezu je možno využít zejména pro předeřev surovinové moučky při suchém způsobu výroby cementářského slínku.

10

PATENTOVÉ NÁROKY

15

1. Cyklonový výměník tepla pro předeřev práškové suroviny, tvořený soustavou cyklonů, které jsou zařazeny sériově a propojeny potrubím horkého plynu tak, že přívod prvního cyklonu je připojen ke zdroji horkého plynu a vývod každého cyklonu je přiřazen k přívodu cyklonu následujícího, přičemž výstup odloučené práškové suroviny je z každého cyklonu zaveden do potrubí, přiřazeného k vývodu horkého plynu od předchozího cyklonu, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že soustava cyklonů (11, 12, 13, 21, 22, 23) je rozdělena do dvou částí, vysokoteplotní části (1), bližší ke zdroji horkého plynu a nízkoteplotní části (2), z nichž každá je tvořena alespoň dvěma cyklony a které jsou vzájemně spojeny propojovacím potrubím (4), na jehož konci, bližším nízkoteplotní části (2), je vytvořena vratná smyčka (40) tak, že její nejnižší část leží pod úrovní dolního cyklonu (21) nízkoteplotní části (2), a že vysokoteplotní část (1) a nízkoteplotní část (2) jsou vzájemně situovány tak, že napojení přívodu (130) teplého plynu nejvyššího cyklonu (13) vysokoteplotní části (1) leží výše, než napojení přívodu (210) teplého plynu dolního cyklonu (21) nízkoteplotní části (2), přičemž výstup (222) práškové suroviny následného cyklonu (22) nízkoteplotní části (2) je zaústěn do vzestupné části vratné smyčky (40), přičemž vysokoteplotní část (1) je dále opatřena dopravním potrubím (50), do kterého je zaústěno výpadové potrubí (213) dolního cyklonu (21) nízkoteplotní části (2) a které je zaústěno do potrubí (43), které spojuje přívod (130) horkých plynů nejvyššího cyklonu (13) vysokoteplotní části (1) a jejich vývod (121) z předchozího cyklonu (12).

35 2. Cyklonový výměník tepla podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vstupní část (500) dopravního potrubí (50) je situována pod úrovní výstupu (212) práškové suroviny z dolního cyklonu (21) nízkoteplotní části (2).

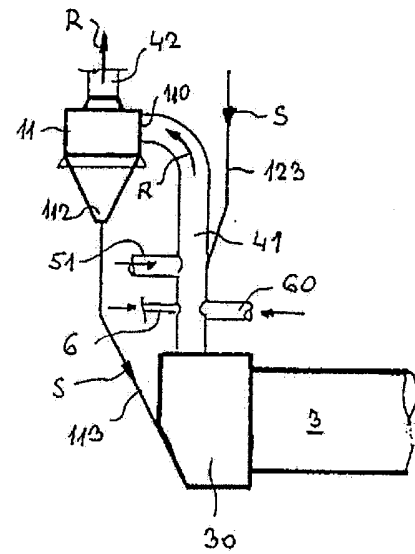
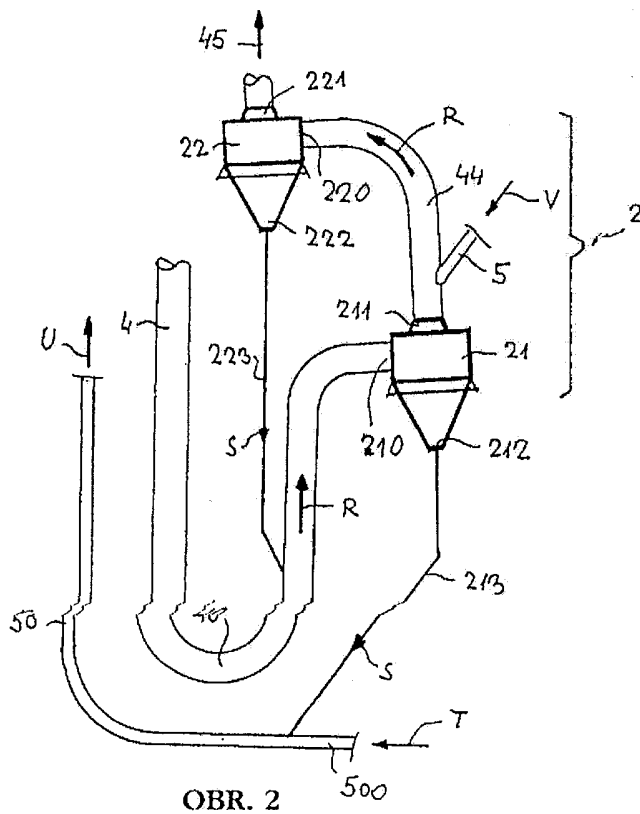
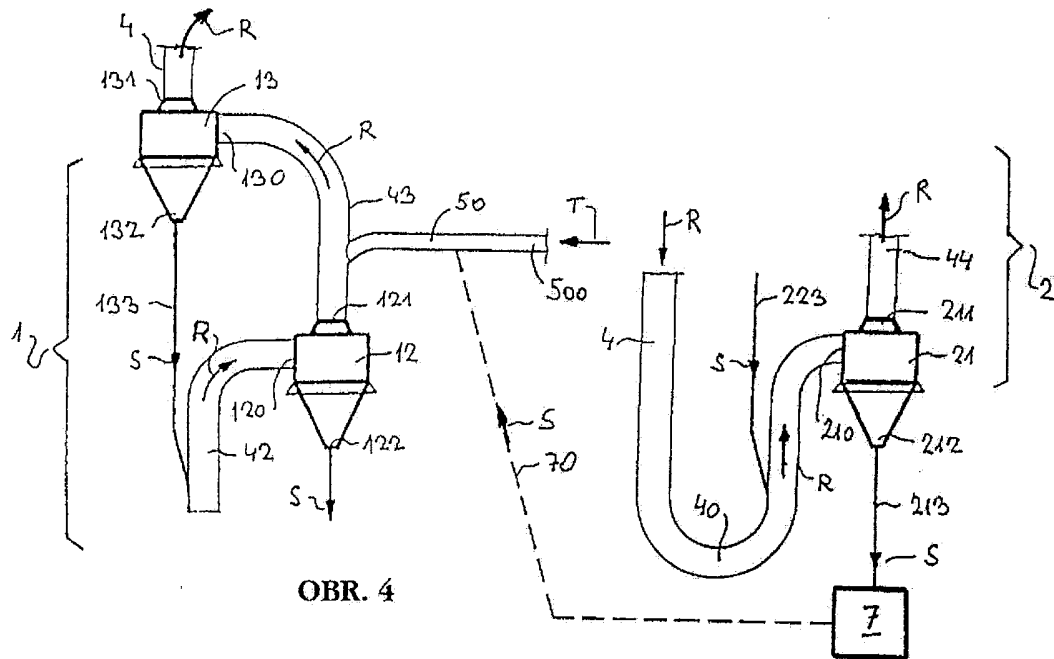
40 3. Cyklonový výměník tepla podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vysokoteplotní část (1) a/nebo nízkoteplotní část (2) je tvořena alespoň dvěma cyklony.

45 4. Cyklonový výměník tepla podle některého z nároků 1 až 3, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že do vývodního potrubí (41), upraveného mezi vstupní komorou (30) rotační pece (3) a prvním cyklonem (11) vysokoteplotní části (1) je zaústěn přívod (6) paliva a přívod (60) spalovacího vzduchu.

50 5. Cyklonový výměník tepla podle některého z nároků 1 až 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že do vývodního potrubí (41), upraveného mezi vstupní komorou (30) rotační pece (3) a prvním cyklonem (11) vysokoteplotní části (1) je zaústěn přívod (51) horkých plynů a předkalcinované suroviny.

55

2 výkresy



Konec dokumentu