

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 1996 - 2470
(22) Přihlášeno: 28.12.1995
(30) Právo přednosti:
31.12.1994 KR 1994/9440302
(40) Zveřejněno: 16.04.1997
(Věstník č. 4/1997)
(47) Uděleno: 07.05.2003
(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 16.07.2003
(Věstník č. 7/2003)
(86) PCT číslo: PCT/KR95/00182
(87) PCT číslo zveřejnění: WO 96/021045

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl. ⁷:

C 21 B 13/14

C 22 B 5/14

(73) Majitel patentu:

POHANG IRON & STEEL CO., LTD., Pohang City,
KR;
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE
& TECHNOLOGY, Pohang City, KR;

(72) Původce vynálezu:

Lee Il Ock, Pohang City, Kyongsangbook-do, KR;
Kim Yong Ha, Pohang City, Kyongsangbook-do, KR;
Jung Bong Jim, Pohang City, Kyongsangbook-do, KR;
Kim Hang Goo, Pohang City, Kyongsangbook-do, KR;
Hauzenberger Franz, Linz, AT;

(74) Zástupce:

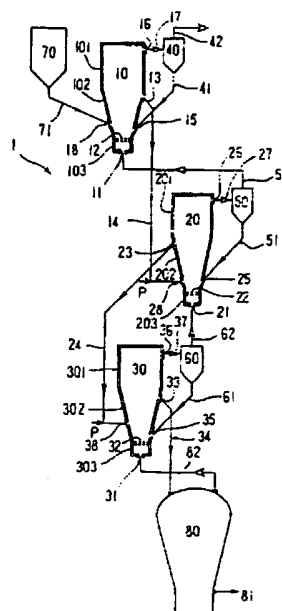
PATENTSERVIS PRAHA a.s., Jivenská 1273, Praha 4,
14021;

(54) Název vynálezu:

**Zařízení pro redukci železných rud a způsob
redukce železných rud**

(57) Anotace:

Redukční zařízení a způsob pro účinné redukování jemných železných rud se širokým rozsahem velikostí zm, kdy řečené zařízení obsahuje v uspořádání za sebou postupně vysoušecí, předehřívací pec, první redukční pec pro předredukování a druhou redukční pec pro konečné redukování, přičemž z uvedených pecí využívá pro ohřev probublávací fluidní lože je propojena s přidruženým vírovým odprašovačem odsávaných plynů a má kuželovitý tvar, který se pravidelně rozšiřuje směrem vzhůru, čímž je jednak významně snižuje elutriace jemných částec a jednak se zvyšuje účinnost procesu redukování současně se zdokonaleným využitím redukčního plynu.



Zařízení pro redukci železných rud a způsob redukce železných rud

Oblast techniky

5

Přihlašovaný vynález se týká redukčního zařízení typu vířivého lože pro redukování jemných železných rud v postupu výroby surového železa nebo ingotového železa a způsobu redukování částeczek železné rudy s použitím takového zařízení a především se týká redukčního zařízení majícího schopnost účinného redukování jemných železných rud v širokém rozsahu velikostí ve stále vířivém stavu a způsobu redukování jemných železných rud s použitím tohoto zařízení.

10

Dosavadní stav techniky

Mezi obvykle používané způsoby výroby surového železa z redukovaných železných rud obecně patří způsob, který využívá vysoké pece, a způsob, který využívá šachtové pece. Ve druhém z těchto způsobů jsou železné rudy, jež byly redukovány šachtové peci, taveny v elektrické peci.

15

V případě způsobu výroby surového železa s použitím vysokých pecí je použito značné množství koksu jako zdroje tepla a redukčního činidla. Podle tohoto způsobu jsou železné rudy naváženy v podobě aglomerovaných rud, aby byla zlepšena propustnost vzduchu a tím i redukce. Z tohoto důvodu vyžadují běžně používané způsoby uplatňující vysoké pece koksovnu pro výrobu koksu a zařízení pro přípravu aglomerovaných rud. Protože však ve světě existují potíže s distribucí vysoce kvalitního koksovatelného uhlí a rezervy této suroviny se zmenšují, stává se tento problém stále vážnějším, protože poptávka po oceli neustále roste. V druhém případě jde o to, že způsob redukování železných rud s využitím šachtových pecí vyžaduje krok předběžné úpravy, kterým je peletizace železných rud.

20

25

Protože tento způsob využívá zemní plyn jako zdroj tepla a redukční činidlo, má nedostatek v tom, že může být uplatňován pouze v oblastech, kde je zajištěna snadná dostupnost ke zdrojům zemního plynu.

30

V nedávné době se objevil nový pozoruhodný způsob výroby železa, kdy tento způsob uplatňuje natavování spojené s redukováním s použitím nekoksovatelného uhlí namísto koksu v procesu výroby ingotového železa ze železných rud.

35

Takový způsob natavování spojeného s redukováním zavádí systém, ve kterém železné rudy, jež jsou předredukovány v oddělených pecích, jsou úplně redukovány v tavicí peci, kde je vyroben roztavený kov. V redukční peci jsou železné rudy redukovány v pevné fázi před roztavením. Jinými slovy to znamená, že železné rudy navážené do redukční pece jsou redukovány tehdy, když jsou ve styku s horkým redukčním plynem generovaným v tavicí peci.

40

Redukční proces uplatněný v tomto způsobu je přiřazován k typu pohyblivého lože nebo typu vířivého lože v souvislosti s podmínkou, že železné rudy jsou ve styku s redukčním plynem. Je známo, že jedním z nejslibnějších způsobů redukování jemných železných rud se širokým rozsahem distribuovaných velikostí je využití typu vířivého lože, v němž jsou rudy redukovány ve vířivém stavu redukčním plynem dodávaným z distributoru, který je umístěn v dolní části reaktoru.

45

Příklad redukční pece typu vířivého lůžka je popsán v japonské patentové publikaci JP 03215621. Tato pec obsahuje válcovou redukční pec a vírový odprašovač. Jsou-li železné rudy navážené skrze vstupní otvor a redukční plyn je přiváděn do redukční pece z potrubí a distributor dodává redukční plyn v potřebném proudícím poměru, vytvářejí částecčky železné rudy vířivé lože nad distributorem tak, aby byly rozmíchány a vystaveny účinku redukčního plynu. V tomto

50

stavu mohou být železné rudy redukovány redukčním plynem. Redukční plyn přiváděný do pece vytváří bubliny ve vrstvě částeczek železné rudy a tím, jak plyn probublává a při tom prostupuje vzhůru vrstvou částeczek, vytváří vířivé lože z částeczek železné rudy. Redukované železné rudy jsou odváděny z redukční pece výstupem.

5

V případě redukčního zařízení typu vířivého lože, které bylo popsáno ve zmíněné publikaci, je nutné minimalizovat poměr proudění redukčního plynu při vytváření účinného vířivého lože ne jenom proto, aby se snížila elutriace železných rud, ale také proto, aby se zvýšila účinnost redukčního plynu. V této souvislosti by měly být velikosti zrn částeczek železné rudy přísně omezeny na určitý rozměr tehdy, když je poměr proudění redukčního plynu ve vířivém loži stálý ve směru podélné osy vířivého lože. Jinými slovy to znamená, že rychlost proudění redukčního plynu vyžadovaná pro vytvoření účinného vířivého lože by měla být řízena mezi minimální vířivou rychlostí a konečnou rychlostí. Proto by v případě takové redukční pece typu vířivého lože měly být částecčky železných rud tříděny z hlediska velikosti zrn tak, aby pouze podobné velikosti zrn byly navezeny do redukční pece. Pokud je tato činnost prováděna při vysoké rychlosti proudění redukčního plynu, což je vyžadováno při víření hrubé železné rudy (která nemůže vířit při nízké rychlosti plynu), objeví se výsledný účinek ve velkém rozsahu elutriace jemné železné rudy, protože konečná rychlost jemné rudy je nižší než provozní rychlost proudění plynu. To má za následek snížení schopnosti zachycování prachu ve vírovém odprašovači, čímž se zvyšuje ztrátovost suroviny. Navíc poměr účinnosti redukce cirkulující železné rudy je snížen, protože efektivní doba jejího pobytu v redukční peci je kratší, než je tomu v případě hrubé železné rudy.

Je znám proces pro přímou fluidní redukci železné rudy popsáný v patentu US 5 370 727. Používá fluidní lože a zahrnuje podávání částeczek surové železné rudy do vícestupňového reaktoru s protiproudem redukčního plynu vzniklého při procesu a jeho recyklaci v zařízení reaktoru. Zařízení k provádění tohoto způsobu výroby oceli je velmi složité, obsahuje značný počet jednotlivých komponent a je velmi citlivé na správné sladění všech částí. Obdobně je využíván redukční plyn z předchozího stadia vícestupňového redukčního procesu u způsobu podle patentu US 4 434 001, kde však musí být kusy vzniklého kysličníku železa navíc ještě mechanicky rozmělněny pro další postup. Rovněž proces výroby s tímto zařízením je právě z důvodu zařazení nutného rozmělnění nákladnější než jiné známé postupy, což je jeho nevýhodou. Přitom je tento proces v uvedeném patentu popsán jen teoreticky, bez uvedení jakéhokoliv zařízení, a není jasné, jak dalece a s jakým výsledkem je prakticky využitelný.

35

Vynález je předkládán s vědomím, že řeší uvedené problémy, nevýhody a nedostatky již známých a používaných způsobů, přičemž tento vynález je založen na jejich výzkumu a pokusech. Vynálezem se docílí oproti dosud používaným způsobům při zjednodušeném výrobním zařízení nižších ztrát železné rudy, zvýšeného stupně redukce a lepšího využití odváděného plynu, snížení elutriace železných rud a nižší spotřeby paliva, celkově tedy při nižších pořizovacích a provozních nákladech vyšší kvality výroby.

40

Podstata vynálezu

45

Cílem tohoto vynálezu je vyvinout redukční zařízení typu vířivého lože a způsob pro redukování jemných železných rud s použitím tohoto zařízení, které může účinně redukovat jemné železné rudy se širokým rozsahem velikostí zrn ve stále vířivém stavu, výsledkem čehož je významné snížení elutriace částeczek železných rud, zvýšení poměru redukování železných rud a podpoření účinnosti redukčního plynu.

50

Vynález přináší zařízení pro redukci železných rud s více fluidními loži a recirkulací redukčního plynu, obsahující předehřívací/vysoušecí pec s distributorem plynu, napojenou na alespoň jednu redukční pec s distributorem plynu, opatřenou alespoň jedním vírovým odprašovačem pro zachy-

cování prachové železné rudy z plynu odváděného z předehřívací/ vysoušecí pece a/nebo z alespoň jedné redukční pece, kde podstata vynálezu spočívá v tom, že předehřívací/vysoušecí pec i alespoň jedna redukční pec sestává vždy ze své horní válcovité části, pod ní uspořádané střední, vzhůru se rozšiřující kuželovité části a ze spodní válcovité části menšího průměru než je horní válcovitá část, která je opatřena vždy svým distributorem plynu ze vstupního otvoru ve spodní válcovité části, kde střední kuželovitá část předehřívací/vysoušecí pece je opatřena vstupem železné rudy z násypky a vstupním otvorem prachové železné rudy z prvního vírového odprašovače napojeného na výstup plynu z horní válcovité části předehřívací/vysoušecí pece a kde střední kuželovitá část alespoň jedné redukční pece je opatřena vstupním otvorem prachové železné rudy z přívodního potrubí od druhého vírového odprašovače propojeného nahoře odváděcím potrubím plynu se vstupním otvorem ve spodní válcovité části předehřívací/vysoušecí pece, a kde střední kuželovitá část alespoň jedné redukční pece je opatřena jednak vstupem předehřáté železné rudy z předehřívací/vysoušecí pece, jednak výstupem redukované železné rudy, přičemž na výstup plynu z horní válcovité části redukční pece je napojen druhý vírový odprašovač a kde na výstup vysušené předehřáté železné rudy z předehřívací/vysoušecí pece je napojeno první přísunové potrubí napojené na vstup předehřáté železné rudy do redukční pece.

Zařízení může být též uspořádáno tak, že na výstup redukované železné rudy z první redukční pece je napojen její vstup do střední kuželovité části druhé redukční pece, opatřené ve své horní válcovité části výstupem plynu do třetího vírového odprašovače propojeného druhým odváděcím potrubím se vstupním otvorem plynu do spodní válcovité části první redukční pece a napojeného přívodním potrubím prachové železné rudy na střední kuželovitou část druhé redukční pece.

Alternativně je zařízení provedeno tak, že na výstup redukované železné rudy z redukční pece je napojen tavební zplynovač napojený nahoře odváděcím potrubím plynu do vstupního otvoru redukční pece a dole na výstupní linku surového železa.

Je též možné takové provedení zařízení podle vynálezu, kdy střední kuželovitá část předehřívací/vysoušecí pece i alespoň jedné redukční pece má úhel sešikmení v rozsahu od 3° do 25°.

Alternativně pak je na výstup redukované železné rudy z první redukční pece napojeno druhé přísunové potrubí napojené na vstup předredukované železné rudy do druhé redukční pece.

Proveditelné je i takové uspořádání zařízení podle vynálezu, kdy první přísunové potrubí a/nebo druhé přísunové potrubí je opatřeno alespoň jedním vstupním otvorem pro přívod menšího množství plynu.

Podle dalšího význaku vynálezu pak má střední kuželovitá část předehřívací/ vysoušecí pece i alespoň jedné redukční pece výšku 5 až 9krát větší než je rozměr vnitřního průměru v její dolní oblasti.

Alternativně má horní válcovitá část předehřívací/vysoušecí pece i alespoň jedné redukční pece výšku 2 až 4krát větší než je vnitřní průměr horní části na ni bezprostředně napojené střední kuželovité části předehřívací/vysoušecí pece a alespoň jedné redukční pece.

Podstata způsobu redukce železných rud, prováděného zařízením podle vynálezu, spočívá v tom, že ruda je podrobena nejprve sušení a předehřátí ve vířivém loži předehřívací/vysoušecí pece a poté v předehřátém stavu redukci ve vířivém loži redukční pece, kdy je rychlost proudění plynu ve volně průchozí zóně jak předehřívací/vysoušecí pece, tak i redukční pece udržována v rozsahu jedno- až trojnásobku minimální rychlosti proudu plynu nutného pro víření částeczek železné rudy s průměrnou velikostí zrn v peci a teplota plynu dodávaného do redukce je v rozsahu 800 až 900 °C.

Alternativně může být způsob podle vynálezu prováděn tak, že po první redukci železné rudy v první redukční peci následuje ještě druhá redukce ve druhé redukční peci za stejných podmínek jako v první redukční peci.

- 5 Způsob podle vynálezu je možno též provádět tak, že tlak plynu dodávaného do redukční pece je v rozsahu od 202,6 kPa do 405,2 kPa a pokles tlaku v předehřívací/ vysoušecí peci nebo v redukční peci je v rozsahu 30,4 kPa do 60,8 kPa.

- 10 Způsob podle vynálezu je též proveditelný tak, že pokles teploty plynu v předehřívací/vysoušecí peci a/nebo v redukční peci je v rozsahu 30 až 80 °C.

Je možné i alternativní provádění způsobu podle vynálezu tak, že čas pobytu částeczek železné rudy v předehřívací vysoušecí peci a/nebo v redukční peci je vždy v rozsahu 30 až 50 minut.

- 15 Konečně je pak možné i takové provádění způsobu podle vynálezu, kdy čas pobytu částeczek železné rudy v předehřívací vysoušecí peci a v obou redukčních pecích je vždy rozsahu 30 až 40 minut.

20 Přehled obrázků na výkresech

Další cíle a znaky tohoto vynálezu se stanou zřejmými z následujícího popisu provedení ve spojení s připojenými výkresy, na nichž:

- 25 obr. 1 je blokové schéma znázorňující běžně používanou redukční pec typu vířivého lože pro redukování železných rud, a

obr. 2 je blokové schéma znázorňující redukční zařízení typu vířivého lože pro redukování jemných železných rud podle přihlašovaného vynálezu.

30

Příklady provedení vynálezu

- Na obr. 2 je znázorněno třístupňové zařízení typu vířivého lože podle vynálezu pro redukování jemných železných rud se širokým rozsahem velikostí zrn. Na obr. 2 je vidět, že třístupňové redukční zařízení 1 typu vířivého lože obsahuje předehřívací/vysoušecí pec 10 pro vysoušení a předehřívání železných rud, které jsou dodávány jako suroviny z násypky 70, kdy vysoušení a předehřívání železných rud je prováděno v probublávajícím vířivém stavu. První vírový odprašovač 40, který slouží ke shromažďování prachových železných rud obsažených v odváděném plynu z předehřívací/předehřívací pece 10, je připojen k uvedené předehřívací/vysoušecí peci 10. Pod předehřívací/vysoušecí pecí 10 je umístěna první redukční pec 20 tak, aby do ní vstupovaly vysušené/předehřáté železné rudy, které jsou odváděny z předehřívací/vysoušecí pece 10. V první redukční peci 20 jsou vysušené/předehřáté železné rudy předredukovány v probublávajícím vířivém stavu. K první redukční peci 20 je připojen druhý vírový odprašovač 50, který shromažďuje prachové železné rudy obsažené v odváděném plynu z první redukční pece 20. Pod první redukční pecí 20 je rovněž umístěna druhá redukční pec 30. Druhá redukční pec 30 přijímá předredukované železné rudy z první redukční pece 20 a dokončuje redukování předehřátých železných rud v probublávajícím vířivém stavu. K druhé redukční peci 30 je připojen třetí vírový odprašovač 60, který shromažďuje prachové železné rudy obsažené v odváděném plynu z druhé redukční pece 30.

50

Předehřívací/vysoušecí pec 10 má kuželovitý tvar, který se souměrně rozšiřuje vzhůru. Řečeno podrobněji, skládá se z rozšířené horní válcové části 101, prostřední kuželovité části 102 a zúžené dolní válcové části 103. Předehřívací/vysoušecí pec 10 má první vstupní otvor 11 pro

vstup plynu, který je přiváděn z první redukční pece 20. Mezi kuželovitou částí 102 a zúženou válcovou částí 103 je umístěn první distributor 12 plynu, který rovnoměrně rozděluje plyn vstupující prvním vstupním otvorem 11.

- 5 Část boční stěny kuželovité části 102 je vybavena prvním vstupním otvorem 18 pro dodávání železných rud navážených do násypky 70. Násypka 70 je propojena s prvním vstupním otvorem 18 pro železnou rudu zásobovací linkou 71. Další část boční stěny kuželovité části 102, která se nachází na opačné straně ve vztahu k té části stěny, kde je první vstupní otvor 18, je vybavena prvním výstupním otvorem 13, jenž slouží pro odvádění vysušených/předehřátých železných rud z předehřívací/vysoušecí pece 10, a rovněž je vybavena prvním vstupním otvorem 15 pro vstup prachových částíček železné rudy, které jsou zachycovány v prvním vírovém odprašovači 40.

- 15 První výstup 16 pro odvádění plynu je utvořen v horní části zvětšené válcové části 101. Tento první výstup 16 pro odvádění plynů je propojen s prvním vírovým odprašovačem 40 prostřednictvím prvního vedení 17 pro odvádění plynu.

- Na vršek prvního vírového odprašovače 40 je napojeno první odváděcí potrubí 42 pro odvádění vyčištěného plynu z prvního vírového odprašovače 40 mimo zařízení. K dolní části prvního vírového odprašovače 40 je připojen jeden konec přívodního potrubí 41 pro přivádění prachové rudy. 20 Druhý konec prvního přiváděcího potrubí 41 pro přivádění prachové rudy je připojen k prvnímu vstupnímu otvoru 15 pro vstup prachové rudy, který je umístěn v kuželovité části 102 předehřívací/vysoušecí pece 10 tak, aby prachové částíčky železných rud zachycené v prvním vírovém odprašovači 40 byly recyklovány do předehřívací/vysoušecí pece 10.

- 25 Podobně jako v případě předehřívací/vysoušecí pece 10 má i první redukční pec 20 kuželovitý tvar, který se souměrně rozšiřuje vzhůru. To znamená, že první redukční pec 20 se skládá z rozšířené horní válcové části 201, prostřední kuželovité části 202 a zúžené dolní válcové části 203. První redukční pec 20 má druhý vstupní otvor 21 pro vstup plynu, který je přiváděn z druhé redukční pece 30. Mezi kuželovitou částí 202 a zúženou válcovou částí 203 je umístěn druhý distributor 22 plynu, který rovnoměrně rozděluje plyn vstupující druhým vstupním otvorem 21. 30 První redukční pec 20 má na jedné straně ve stěně kuželovité části 202 utvořen druhý výstupní otvor 23 pro odvádění předredukovaných železných rud z první redukční pece 20 a druhý vstupní otvor 28 pro vstup vysušených/předehřátých částíček železné rudy z předehřívací/vysoušecí pece 10. Na druhé straně kuželovité části 202 má první redukční pec 20 druhý vstupní otvor 25 pro vstup prachových železných rud, které jsou zachycovány v druhém vírovém odprašovači. 35 50.

- Druhý výstup 26 pro odvádění plynu je utvořen v horní části zvětšené válcové části 201. Tento druhý výstup 26 pro odvádění plynů je propojen s druhým vírovým odprašovačem 50 prostřednictvím druhého vedení 27 pro odvádění plynu.

- 40 Na vrchní část druhého vírového odprašovače 50 je napojen jeden konec druhého odváděcího potrubí 52 pro odvod vyčištěného plynu z druhého vírového odprašovače 50 mimo zařízení. K dolní části druhého vírového odprašovače 50 je připojeno druhé přívodní potrubí 51 pro přivádění prachové rudy.

- 45 Druhý konec druhého odváděcího potrubí 52 pro odvádění vyčištěného plynu je propojen s prvním vstupem 11 pro přívod plynu umístěným v dolní části předehřívací/vysoušecí pece 10 za účelem dodávání odváděného plynu, který je zbaven železnorudného prachu v druhém vírovém odprašovači 50, do předehřívací/vysoušecí pece 10. Druhý konec druhého přívodního potrubí 51 pro přivádění prachové rudy je připojen ke druhému vstupnímu otvoru 25 pro vstup prachové rudy, který je umístěn v kuželovité části 202 první redukční pece 20 tak, aby prachové částíčky železných rud zachycené ve druhém vírovém odprašovači 50 byly recyklovány do první redukční pece 20.

Druhý vstupní otvor 28 pro přísun železné rudy první redukční pece 20 je propojen s prvním výstupním otvorem 13 předehřívací/vysoušecí pece 10 prostřednictvím prvního přísunového potrubí 14.

- 5 Podobně jako v případě první redukční pece 20 má i druhá redukční pec 30 kuželovitý tvar, který se souměrně rozšiřuje vzhůru. To znamená, že druhá redukční pec 30 se skládá z rozšířené horní válcové části 301, prostřední kuželovité části 302 a zúžené dolní válcové části 303. Druhá redukční pec 30 má třetí vstupní otvor 21 pro vstup plynu, který je přiváděn z tavebního zplynovače 80. Mezi kuželovitou částí 302 a zúženou válcovou částí 303 je umístěn třetí distributor 32,
10 který rovnoměrně rozděluje plyn vstupující třetím vstupním otvorem 31.

- Druhá redukční pec 30 má na jedné straně ve stěně kuželovité části 202 utvořen třetí vstupní otvor 38 pro vstup předredukovaných železných rud z první redukční pece 20. Na opačné straně kuželovité části 302 má první redukční pec 20 třetí vstupní otvor 35 pro vstup prachových železných rud, které jsou zachycovány ve třetím vírovém odprašovači 60, a třetí výstupní otvor 33 pro odvádění úplně redukováných železných rud z druhé redukční pece 30.
15

- Druhá redukční pec 30 má u vršku zvětšené válcové části 301 umístěn třetí vývodní otvor 36 pro odvádění plynu, který je propojen s třetím vírovým odprašovačem 60 prostřednictvím třetího odváděcího potrubí 37.
20

- Jeden konec třetího odváděcího potrubí 62 pro odvádění vyčištěného vzduchu je připojen k horní části vírového odprašovače 60. K dolní části třetího vírového odprašovače je připojen jeden konec třetího přívodního potrubí 61 pro přívod prachových železných rud.
25

- Druhý konec třetího odváděcího potrubí 62 pro odvádění vyčištěného plynu je propojen s druhým vstupem 21 pro přívod plynu umístěným v dolní části první redukční pece 20 za účelem dodávání odváděného plynu, který je zbaven prachových železných rud ve třetím vírovém odprašovači 60, do první redukční pece 10. Druhý konec třetího přívaděcího potrubí 61 pro
30 přivádění prachové rudy je připojen ke třetímu vstupnímu otvoru 35 pro vstup prachové rudy, který je umístěn v kuželovité části 302 druhé redukční pece 30, aby prachové částičky železné rudy zachycené ve třetím vírovém odprašovači 60 byly recyklovány do druhé redukční pece 30.

- Třetí vstupní otvor 38 pro přísun železné rudy druhé redukční pece 30 je propojen s výstupním otvorem 23 pro odvádění předredukovaných železných rud z první redukční pece 20 prostřednictvím druhého přísunového potrubí 24.
35

- Třetí výstupní otvor 33 pro odvádění redukováných železných rud je propojen s tavebním zplynovačem pomocí třetího přísunového potrubí 34, zatímco třetí vstupní otvor 31 pro přívod plynu je propojen s tavebním zplynovačem pomocí potrubí 82 pro odvádění plynu z tavebního zplynovače 80.
40

- Dolní část tavebního zplynovače 80 je připojena k výstupní lince 81 pro výstup surového železa, které je vyrobeno v procesu tavební redukce v tavebním zplynovači 80.
45

- V zakřiveném úseku prvního přísunového potrubí 14 je umístěn vstupní otvor P pro přívod menšího množství plynu do řečeného prvního přísunového potrubí, aby bylo znemožněno ucpání tohoto potrubí 14 přemisťovanými částčkami železné rudy. Z téhož důvodu je umístěn další vstupní otvor 9 v zakřiveném úseku druhého přísunového potrubí 24.
50

Ačkoli je přihlašovaný vynález popisován jako sestavení redukčního zařízení typu třístupňového vířivého lože, může být konstrukčně řešen nebo modifikován v provedení typu dvoustupňového vířivého lože. Redukční zařízení typu dvoustupňového vířivého lože má v podstatě totéž konstrukční řešení jako redukční zařízení typu třístupňového vířivého lože s výjimkou toho, že

obsahuje pouze jednu redukční pec, kterou může být buď první nebo druhá redukční pec 20 nebo 30.

5 V tomto případě jsou částčky železné rudy nejprve vysušeny a předehřáty v předehřívací/vysoušecí peci a poté téměř úplně redukovány v jediné redukční peci.

Kuželovité části 102, 202 a 302 vysoušecí/předehřívací pece 10, první redukční pece 20 a druhé redukční pece 30 mají výhodně úhel skosení od 3° do 25°.

10 Rovněž je výhodné, když kuželovité části 102, 202 a 302 předehřívací/vysoušecí pece 10, první redukční pece 20 a druhé redukční pece 30 mají výšku 5,0 až 9,0krát větší, než je vnitřní průměr na každém dolním konci. Rozšířené válcové části 102, 202 a 302 předehřívací/vysoušecí pece 10, první redukční pece 20 a druhé redukční pece 30 mají výhodně výšku 2,0 až 4,0krát větší, než je vnitřní průměr na horním konci každé odpovídající kuželovité části.

15 Nyní bude popsán způsob výroby redukováného železa nebo taveného surového železa s použitím redukčního zařízení typu vířivého lože.

20 Na obr. 2 je znázorněno, že železné rudy obsažené v násypce 70 jsou přisunovány do předehřívací/vysoušecí pece 10 zásobovací linkou 71 a prvním vstupním otvorem 18. Do předehřívací/vysoušecí pece 10 je také přiváděn plyn z první redukční pece 20 přes druhý vírový odprašovač 50 prostřednictvím druhého odváděcího potrubí 52 a navazujícího prvního vstupního otvoru 11. Tento přiváděný plyn je v předehřívací/vysoušecí peci 10 rovnoměrně rozptýlován pomocí prostředků prvního distributoru 12. Rovnoměrně rozptýlovaný plyn uvádí do pohybu částčky železné rudy, čímž je vytvořeno probublávající vířivé lože, v němž jsou částčky železné rudy vysušovány a předehřívány. Vysušené/předehřáté železné rudy jsou následně přemístěny do první redukční pece 20 přes první výstupní otvor 13 pro odvádění železné rudy a první přisunové potrubí 14.

30 Plyn použitý pro vysoušení a předehřívání je odveden z předehřívací/vysoušecí pece 10 prvním výstupním otvorem 16 pro odvádění plynu a prvním odváděcím vedením 17 do prvního vírového odprašovače 40 a po vyčištění je plyn odveden mimo zařízení prvním odváděcím potrubím 42. Prachové železné rudy, které jsou obsaženy v odváděném plynu, jsou zachycovány v prvním vírovém odprašovači 40 a následně jsou přiváděny zpět do předehřívací/vysoušecí pece 10 prostřednictvím prvního přiváděcího potrubí 41 a prvního vstupního otvoru 15 pro přivádění prachové železné rudy.

40 Vysušené/předehřáté železné rudy jsou po přisunutí do první redukční pece 20 předredukovány v probublávajícím vířivém loži, které je vytvořeno působením přiváděným plynem vstupujícím do první redukční pece 20 z třetího vírového odprašovače 60 skrze, podle pořadí, třetí potrubí 62 pro odvádění vyčištěného plynu, druhý vstupní otvor 21 pro vstup plynu a druhý distributor 22. Předredukované železné rudy jsou přisunovány do druhé redukční pece 30 druhým výstupním otvorem 23 pro odvádění železné rudy a druhého přisunového potrubí 24.

45 Plyn přiváděný z druhé redukční pece 30 je použit pro předredukování železných rud v první redukční peci 20 a z této druhé redukční pece 20 je plyn odveden druhým výstupním otvorem 26 pro odvádění plynu a druhým vedením 27 pro odvádění plynu, dále druhým vírovým odprašovačem 52 a druhým potrubím 52 pro odvádění vyčištěného plynu do předehřívací/vysoušecí pece 10. Prachové železné rudy, které jsou obsaženy v odváděném plynu, jsou zachycovány v druhém vírovém odprašovači 50 a následně jsou přiváděny zpět do první redukční pece 20 prostřednictvím druhého přiváděcího potrubí 51 a druhého vstupního otvoru 25 pro přivádění prachové železné rudy.

Mezitím jsou předredukované železné rudy, které byly přisunuty do druhé redukční pece 30, úplně zredukovány v probublávajícím vířivém loži, jež bylo vytvořeno účinkem plynu přivedeného z tavebního zplynovače 80 do druhé redukční pece 30 potrubím 82, třetím vstupním otvorem 31 pro přívod plynu a třetím distributorem 32. Úplně zredukované železné rudy jsou přemístěny do tavebního zplynovače 80 třetím výstupním otvorem 33 pro odvádění zredukovaných železných rud a třetím přísunovým potrubím 34.

Plyn, který je generován v tavebním zplynovači 80 je nejdříve použit pro úplné redukování železné rudy ve druhé redukční peci a poté je odveden třetím výstupním otvorem. 36 a třetím odváděcím vedením 37 pro odvádění plynu, třetím vírovým odprašovačem 60 a třetím potrubím 62 pro odvádění čistého vzduchu do první redukční pece 20. Prachové železné rudy, které jsou obsaženy v odváděném plynu, jsou zachycovány ve třetím vírovém odprašovači 60 a následně jsou přiváděny zpět do druhé redukční pece 30 prostřednictvím třetího přiváděcího potrubí 61 a třetího vstupního otvoru 35 pro přivádění prachové železné rudy.

Částčky železné rudy, které jsou vpraveny do tavebního zplynovače 80 jsou roztaveny, čímž je dovršena výroba taveného surového železa (žhavého železa).

Rovněž je výhodné, aby rychlost plynu ve volně průchozí zóně jak předehřívací/vysoušecí pece 10, tak i první redukční pece 20 a druhé redukční pece 30 byla udržována 1,0 až 3,0krát vyšší než minimální rychlost plynu vyžadovaná pro víření částček železné rudy se střední hodnotou velikosti, které se nacházejí v příslušné peci.

V případě předehřívací/vysoušecí pece 10, první redukční pece 20 a druhé redukční pece 30 je pokles tlaku v peci výhodně v rozmezí od 0,3 do 0,6 atmosfér, tj. v rozmezí od 0,304 do 0,608 baru a pokles teploty výhodně v rozmezí od 30 °C do 80 °C. Rovněž je výhodné, aby hodnoty tlaku a teploty plynu, který je dodáván do druhé redukční pece 30, byly v rozsahu od 2 do 4 atmosfér, tj. od 2,026 do 4,052 baru, pokud jde o tlak, a od 800 °C do 900 °C, pokud jde o teplotu.

Výhodná doba přítomnosti částček železné rudy v každé uvedené peci je od 20 do 40 minut.

Ačkoli způsob podle přihlašovaného vynálezu byl popsán na příkladu redukování jemných železných rud s použitím třístupňového redukčního zařízení typu vířivého lože, může být použit i pro redukování jemných železných rud ve dvoustupňovém redukčním zařízení typu vířivého lože. Jak již bylo uvedeno v předcházejícím textu, má dvoustupňové redukční zařízení typu vířivého lože v podstatě totéž konstrukční řešení, jako řečené třístupňové redukční zařízení typu vířivého lože, ale rozdíl spočívá v tom, že dvoustupňové redukční zařízení obsahuje pouze jednu redukční pec. V tomto případě, kdy je použito dvoustupňové redukční zařízení typu vířivého lože, jsou železné rudy, které jsou vysoušeny a předehřívány ve předehřívací/vysoušecí peci, téměř úplně zredukovány v jediné redukční peci.

V tomto případě je výhodné, aby rychlost plynu ve volně průchozí zóně bud, předehřívací/vysoušecí pece, nebo jediné redukční pece byla udržována 1,0 až 3,0krát vyšší, než je minimální rychlost plynu potřebná pro víření částček železné rudy se střední hodnotou velikosti zrna nacházejících se v příslušné peci.

V případě bud' předehřívací/vysoušecí pece, nebo jediné redukční pece je pokles tlaku projevující se v peci výhodně v rozmezí od 0,3 do 0,6 atmosfér, tj. 0,304 do 0,608 baru a pokles teploty plynu projevující se v peci výhodně v rozmezí od 30 do 80 °C. Rovněž je výhodné, aby hodnoty tlaku a teploty plynu, který je dodáván do druhé redukční pece 30, byly v rozsahu od 2 do 4 atmosfér, tj. od 2,026 do 4,052 baru, pokud jde o tlak, a od 800 °C do 900 °C, pokud jde o teplotu.

Výhodná doba přítomnosti částeczek železné rudy v každé uvedené peci je od 20 do 40 minut.

Z provedeného popisu je zřejmé, že každá pec, která je vyrobena podle tohoto vynálezu, má kuželovitý tvar, což znamená, že průměr pece se zvětšuje směrem vzhůru proto, aby bylo udržováno stálé víření částeczek železné rudy majících široký rozsah velikosti zrn. V případě využití takového tvaru je možné nejen zajistit víření hrubých částeczek železné rudy, ale i je možné zajistit i stálejší víření jemných částeczek železné rudy, čímž je dosaženo účinnější redukování jemných železných rud. Podle přihlašovaného vynálezu je redukování jemných železných rud prováděno v několika etapách, a to například ve třech etapách od vysoušení/přehřívání, dále první redukování až po druhé redukování, kdy ve všech těchto etapách či stupních jsou prováděny rozdílné činnosti. Podle přihlašovaného vynálezu je generovaný plyn, který je odváděn z každé pece, účinně a úsporně využit, což snižuje spotřebu paliva.

Důvod, proč je redukování jemných železných rud účinně prováděno s využitím pece konstruované podle tohoto vynálezu, bude nyní popsán detailněji. Protože se plocha průřezu pece podle přihlašovaného vynálezu postupně zvětšuje směrem k hornímu konci pece, postupně se snižuje rychlost plynu směrem k hornímu konci pece. Proto hrubé částecčky železné rudy, jež se nejvíce nacházejí poblíž distributoru umístěného v dolní části pece, mohou dobře vířit účinkem vysoké rychlosti plynu.

Na druhé straně jemné částecčky železné rudy, které se nejvíce nacházejí v horní části pece, mohou přiměřeně vířit při střední/nízké rychlosti plynu, přičemž jsou potlačovány a nikoli propírány. V souvislosti s tím může být pobyt částeczek železné rudy v peci udržován ve stálém časovém intervalu bez ohledu na velikost zrn.

Proto částecčky železné rudy mající značný rozsah velikostí zrn mohou být účinně redukovány ve nepřetržitě udržovaném vířivém stavu. Redukční zařízení podle tohoto vynálezu obsahuje za sebou seřazené několikastupňové pece typu vířivého lože, a to jmenovitě vysoušecí/přehřívací pec pro vysušování a přehřívání jemných železných rud, první redukční pec pro předredukování vysušených/přehřátých železných rud a druhou redukční pec pro úplné redukování předredukovaných částeczek železných rud. V tomto zařízení je generovaný plyn, který je odváděn z každé pece, použit jako redukční plyn pro předcházející redukční stupeň, čímž se zvyšuje míra využití tohoto redukčního plynu. Proto se zařízení a způsob podle přihlašovaného vynálezu jeví jako velmi zajímavý z hlediska ekonomické úspornosti.

Tento vynález bude snadněji srozumitelný s odkazem na následující příklad, ovšem účelem tohoto příkladu je pouze vynález konkrétně doložit a nikoli omezit rozsah tohoto vynálezu.

40 Příklad

Je připraveno redukční zařízení typu vířivého lože, které má konstrukční řešení podle obr. 2. Toto redukční zařízení typu redukčního lože má následující rozměry :

45 1) Vnitřní průměr a výška každé pece typu vířivého lože (přehřívací/vysoušecí pec, první redukční pec a druhá redukční pec):

Vnitřní průměr kuželovité části na dolním konci: 0,3 m

Výška kuželovité části: 1,9 m

50 Vnitřní průměr kuželovité části na horním konci: 0,7 m

Úhel sešikmení kuželovité části: 6°

Do předehřívací/vysoušecí pece 10 redukčního zařízení typu vířivého lože vyrobené podle uvedených parametrů byla přisunuta dávka jemné železné rudy a současně byl do druhé redukční pece 30 přiveden redukční plyn třetím vstupním otvorem 31 pro přívod plynu a distributorem 32, kdy jak řečený vstupní otvor 31, tak i řečený distributor 32 jsou umístěny ve druhé redukční peci 30.

Jemné železné rudy byly vysoušeny a předehřívány v probublávajícím vířivém loži, které bylo vytvořeno účinkem proudění redukčního plynu. Po vysušení a předehřátí byly tyto železné rudy přisunuty do první redukční pece 20, ve které byly následně předredukovány. Po předredukování byly železné rudy přemístěny do druhé redukční pece 30 a úplně redukovány. Z druhé redukční pece byly železné rudy dodány do tavebního zplynovače 80. V tavebním zplynovači byly železné rudy roztaveny. Uvedený postup byl proveden za těchto podmínek:

2) Přisun a vyprazdňování částeczek železné rudy při následujícím složení jemných železných rud :

Fe celkem : 62,36 %; SiO₂: 5,65 %; Al₂O₃: 2,91 %; S: 0,007 %; a P: 0,065 %.

Rozsah velikosti částeczek : 0,25 mm = 22 %; 0,25 mm až 1,0 mm = 28 %; 1,0 až 5,0 mm = 50 %.

Poměr přísunu : 20 kg/min.

Poměr vyprazdňování z třetího otvoru pro odvádění rud : 14,3 kg/min.

3) Redukční plyn

Složení: CO: 65 %; H₂: 25 %; a CO₂ + H₂O: 10 %.

Teplota: přibližně 850 °C.

Tlak : 330 kPa.

4) Rychlost plynu v každé peci (předehřívací/vysoušecí peci, první redukční peci a druhé redukční peci)

Rychlost plynu u dolního konce kuželovité části : 1,5 m/s.

Rychlost plynu u horního konce kuželovité části : 0,27 m/s.

Vyprazdňování redukováného železa začíná po 60 minutách od zahájení postupu redukování. V případě této zkoušky byl průměrný stupeň využití plynu 25 %, zatímco průměrný stupeň redukování byl 87 %. Ztráta železných rud způsobená elutriací prachových železných rud byla 0,5 %. Z tohoto výsledku může být odvozeno, že přihlašovaný vynález výrazně snižuje ztrátu železných rud ve srovnání s běžně používaným válcovým vířivým ložem, jehož obvyklá ztráta železných rud se pohybuje v rozsahu od 8 do 10 %.

Z provedeného popisu je zřejmé, že přihlašovaný vynález redukčního zařízení typu vířivého lože a způsob redukování částeczek železných rud s použitím tohoto zařízení vykazuje schopnost potlačení elutriace prachových železných rud a taktéž zvýšení stupně redukování. Podle tohoto vynálezu obsahuje řečené redukční zařízení tři pece typu vířivého lože, což umožňuje zvýšit stupeň využití odváděného plynu a snížit spotřebu paliva.

Ačkoli byla upřednostňovaná provedení podle tohoto vynálezu byla popsána z důvodů vysvětlení a znázornění, zkušeni odborníci v této oblasti ocení, že jsou možné různé modifikace, přídavky a náhrady, aniž by došlo k opuštění rozsahu a ducha vynálezu, jak je to formulováno v přípojených patentových nárocích. Ačkoli byl tento vynález popsán v souvislosti s dvou nebo třístupňovým redukčním zařízením typu vířivého lože a způsobem redukování s použitím tohoto zařízení, může být například sestaveno provedení redukčního zařízení a způsob redukování

v takovém zařízení, které má schopnost redukování částeczek železných rud v nejméně čtyřech vířivých stupních.

5 Průmyslová využitelnost

Vynález je využitelný v průmyslu výroby oceli.

10

PATENTOVÉ NÁROKY

15 1. Zařízení pro redukcí železných rud s více fluidními loži a recirkulací redukčního plynu, obsahující přehřívací/vysoušecí pec s distributorem plynu, napojenou na alespoň jednu redukční pec s distributorem plynu, opatřené alespoň jedním vírovým odprašovačem pro zachycování prachové železné rudy z plynu odváděného z přehřívací/vysoušecí pece a/nebo z alespoň jedné redukční pece, **vyznačující se tím**, že přehřívací/vysoušecí pec
20 (10) i alespoň jedna redukční pec (20, 30) sestává vždy ze své horní válcovité části (101, 201, 301), pod ní uspořádané střední, vzhůru se rozšiřující kuželovité části (102, 202, 302) a ze spodní válcovité části (103, 203, 303) menšího průměru než je horní válcovitá část (101, 201, 301), která je opatřena vždy svým distributorem (12, 22, 32) plynu ze vstupního otvoru (11, 21, 31) ve spodní válcovité části (103, 203, 303), kde střední kuželovitá část (102) přehřívací/vysoušecí
25 pece (10) je opatřena vstupem (18) železné rudy z násypky (70) a vstupním otvorem (15) prachové železné rudy z prvního vírového odprašovače (40) napojeného na výstup (16) plynu z horní válcovité části (101) přehřívací/vysoušecí pece (10) a kde střední kuželovitá část (202) alespoň jedné redukční pece (20) je opatřena vstupním otvorem (25) prachové železné rudy z přívodního potrubí (51) od druhého vírového odprašovače (50) propojeného nahoře odváděcím potrubím
30 (52) plynu se vstupním otvorem (11) ve spodní válcovité části (103) přehřívací/vysoušecí pece (10), a kde střední kuželovitá část (202) alespoň jedné redukční pece (20, 30) je opatřena jednak vstupem (28) přehřáté železné rudy z přehřívací/vysoušecí pece (10), jednak výstupem (23, 33) redukované železné rudy, přičemž na výstup (26) plynu z horní válcovité části (201) redukční pece (20) je napojen druhý vírový odprašovač (50) a kde na výstup (13) vysušené přehřáté
35 železné rudy z přehřívací/vysoušecí pece (10) je napojeno první přísunové potrubí (14) napojené na vstup (28) přehřáté železné rudy do redukční pece (20).

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že na výstup (23) redukované železné rudy z první redukční pece (20) je napojen její vstup (38) do střední kuželovité části
40 (302) druhé redukční pece (30), opatřené ve své horní válcovité části (301) výstupem (36) plynu do třetího vírového odprašovače (60) propojeného druhým odváděcím potrubím (62) se vstupním otvorem (21) plynu do spodní válcovité části (203) první redukční pece (20) a napojeného přívodním potrubím (61) prachové železné rudy na střední kuželovitou část (302) druhé redukční pece (30).

45

3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že na výstup (33) redukované železné rudy z redukční pece (30) je napojen tavební zplynovač (80) napojený nahoře odváděcím potrubím (82) plynu do vstupního otvoru (31) redukční pece (30) a dole na výstupní linku (81) surového železa.

50

4. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že střední kuželovitá část (102, 202, 302) přehřívací/vysoušecí pece (10) i alespoň jedné redukční pece (20, 30) má úhel sešikmení v rozsahu od 3° do 25°.

5. Zařízení podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že na výstup (23) redukované železné rudy z první redukční pece (20) je napojeno druhé přísunové potrubí (24) napojené na vstup (38) předredukované železné rudy do druhé redukční pece (30).
- 5 6. Zařízení podle nároku 1 nebo 5, **vyznačující se tím**, že první přísunové potrubí (14) a/nebo druhé přísunové potrubí (24) je opatřeno alespoň jedním vstupním otvorem (P) pro přívod menšího množství plynu.
- 10 7. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že střední kuželovitá část (102, 202, 302) předehřívací vysoušecí pece (10) i alespoň jedné redukční pece (20, 30) má výšku 5 až 9krát větší než je rozměr vnitřního průměru v její dolní oblasti.
- 15 8. Zařízení podle nároku 1 anebo podle nároků 1 a 6, **vyznačující se tím**, že horní válcovitá část (101, 201, 301) předehřívací/vysoušecí pece (10) i alespoň jedné redukční pece (20, 30) má výšku 2 až 4krát větší než je vnitřní průměr horní části na ni bezprostředně napojené střední kuželovité části (102, 202, 302) předehřívací vysoušecí pece (10) a alespoň jedné redukční pece (20, 30).
- 20 9. Způsob redukce železných rud prováděný zařízením podle kteréhokoliv předchozího nároku, **vyznačující se tím**, že ruda se podrobuje nejprve sušení a předehřátí ve vířivém loži předehřívací/vysoušecí pece a poté v předehřátém stavu redukcí ve vířivém loži redukční pece, kdy se rychlost proudění plynu ve volně průchozí zóně jak předehřívací/vysoušecí pece, tak i redukční pece udržuje v rozsahu jedno- až trojnásobku minimální rychlosti proudu plynu nutné-
- 25 ho pro víření částeczek železné rudy s průměrnou velikostí zrn v peci a teplota plynu dodávaného do redukce je v rozsahu 800 °C až 900 °C.
- 30 10. Způsob podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že po první redukcí železné rudy v první redukční peci následuje ještě druhá redukce ve druhé redukční peci za stejných podmínek jako v první redukční peci.
- 35 11. Způsob podle nároku 9 nebo 10, **vyznačující se tím**, že tlak plynu dodávaného do redukční pece je v rozsahu od 202,6 kPa do 405,2 kPa a pokles tlaku v předehřívací/vysoušecí peci nebo v redukční peci je v rozsahu 30,4 kPa do 60,8 kPa.
- 40 12. Způsob podle nároku 9 nebo 10, **vyznačující se tím**, že pokles teploty plynu v předehřívací/vysoušecí peci a/nebo v redukční peci je v rozsahu 30 °C až 80 °C.
- 45 13. Způsob podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že čas pobytu částeczek železné rudy v předehřívací/vysoušecí peci a/nebo v redukční peci je vždy v rozsahu 30 až 50 minut.
14. Způsob podle nároků 9 a 10, **vyznačující se tím**, že čas pobytu částeczek železné rudy v předehřívací/vysoušecí peci a v obou redukčních pecích je vždy v rozsahu 30 až 40 minut.

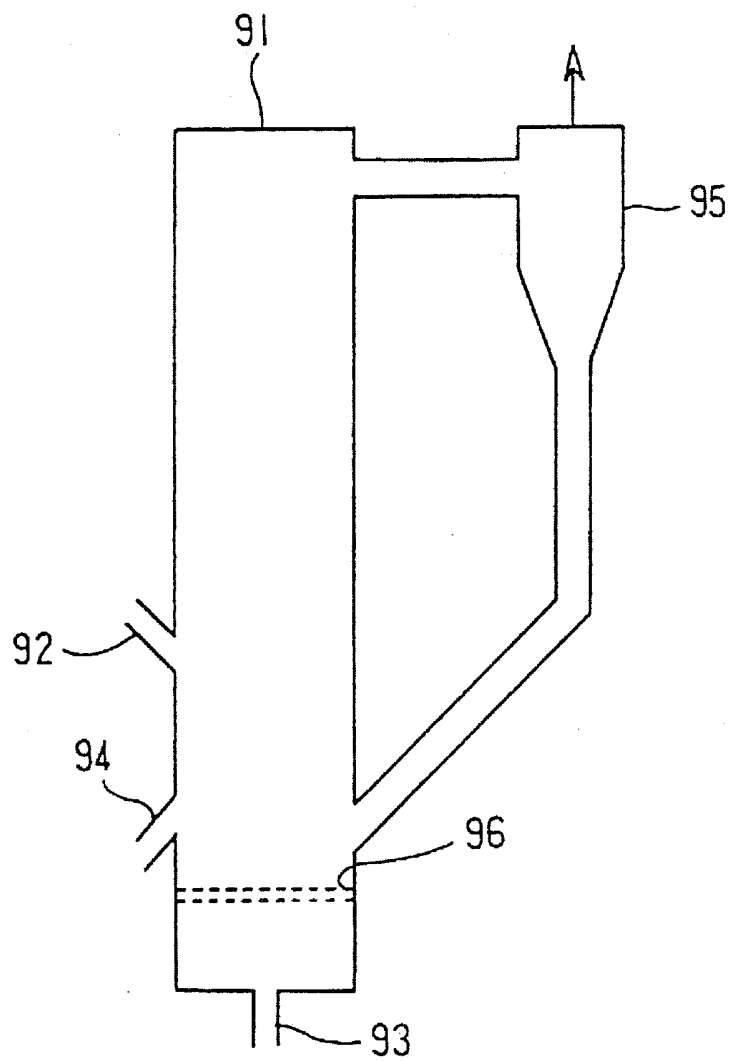


FIG. 1

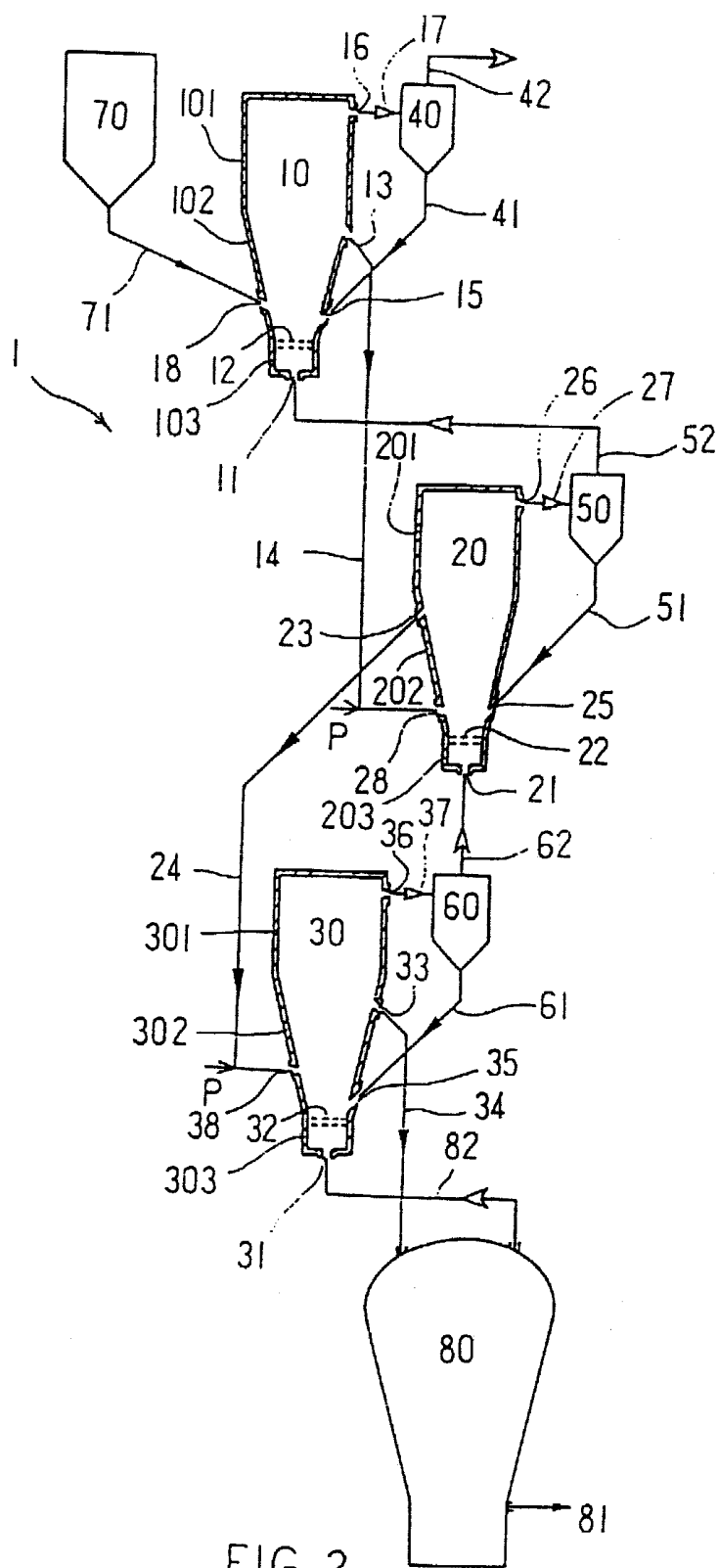


FIG. 2

Konec dokumentu