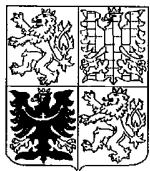


PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **18.12.1998**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **20.12.1997 12.11.1998**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1997/9771434 1998/9848452**

(33) Země priority: **KR KR**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **11.10.2000**
(Věstník č. 10/2000)

(86) PCT číslo: **PCT/KR98/00438**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO99/32668**

(21) Číslo dokumentu:

1999 -2938

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

C 21 B 13/14

(71) Přihlašovatel:

POHANG IRON & STEEL CO., LTD.,
Kyungsangbook-do, KR;
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL
SCIENCE & TECHNOLOGY, Kyungsangbook-do,
KR;
VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU
GMBH, Linz, AT;

(72) Původce:

Joo Sang Hoon, Kyungsangbook-do, KR;
Lee Sang Deuk, Kyungsangbook-do, KR;
Shin Myoung Kyun, Kyungsangbook-do, KR;
Lee Jun Hyuk, Kyungsangbook-do, KR;
Cho Min Young, Kyungsangbook-do, KR;
Kim Hang Goo, Kyungsangbook-do, KR;
Kang Heung Won, Kyungsangbook-do, KR;

(74) Zástupce:

PATENTSERVIS PRAHA a.s., Jivenská 1, Praha 4,
14000;

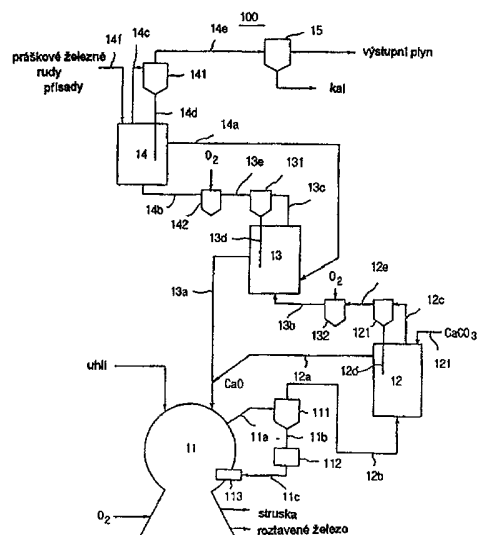
(54) Název přihlášky vynálezu:

**Zařízení a způsob pro přímou výrobu
roztaveného surového železa a práškového železa
užitím fluidního lože**

(57) Anotace:

Zařízení a způsob pro výrobu roztaveného surového železa z práškové železné rudy, ve kterém je uhlí využito k výrobě redukčního plynu a prášková železná ruda je využita k výrobě roztaveného železa a práškového železa a to jednoduchým a efektivním způsobem. Zařízení pro výrobu roztaveného železa přímo využívající uhlí jako palivo podle navrhovaného řešení spočívá v tom, že vysokoteplotní redukční plyn se převádí z tavného zplynovače (11) do fluidního lože vápence vypalovací pece (12) pro vypálení vápence. Potom se redukční plyn dodává do druhého fluidního lože redukční pece (13), přičemž dochází k přímé výrobě práškového železa. Výstupní plyn z druhého fluidního lože redukční pece (13) se dodává do

prvního fluidního lože redukční pece (14), umístěné nad druhým fluidním ložem redukční pece (13) pro předehřátí a předredukci práškové železné rudy. Vypálený vápence a konečně vyredukované železo se dodává do tavného zplynovače (11) za účelem výroby roztaveného surového železa.



ZAŘÍZENÍ A ZPŮSOB PRO PŘÍMOU VÝROBU ROZTAVENÉHO SUROVÉHO ŽELEZA A PRÁŠKOVÉHO ŽELEZA UŽITÍM FLUIDNÍHO LOŽE

Oblast techniky

Předložený vynález se týká zařízení pro výrobu roztaveného železa a přímo vyredukovaného železa užitím práškové železné rudy a způsobu výroby roztaveného surového železa za použití tohoto zařízení.

Dosavadní stav techniky

Patentový dokument U.S. č. 4,978,387 uvádí typický způsob výroby roztaveného surového železa užitím surové železné rudy a uhlí, aniž by se provedlo jejich dřívější předběžné zpracování.

Podle tohoto patentového dokumentu U.S. je přímo užitá surová železná ruda a uhlí, takže kroky předběžného zpracování, jako slinování a vaření, mohou být odlišně opomenuty u jiných vysokých pecí, tím se zjednodušují kroky procesu a výrobní zařízení.

Jak je ilustrováno na obr. 1, zařízení 400 patentový dokument U.S. č. 4,978,387 zahrnuje: tavný zplynovač 410 pro zplynování uhlí a pro tavení práškového železa; náplňovou vrstvu typu předredukční pece 432 pro nepřímé redukování železné rudy užitím redukčního plynu produkovaného tavným zplynovačem 410; a další přídavná zařízení.

Přídavná zařízení zahrnují: cyklón 411, recyklační zařízení 412, tavný zplynovač 413 a Venturiho pračku 433 a 434 plynu.

Uvnitř tavného zplynovače 410, je zplynováno uhlí, aby vytvářelo redukční plyn pro nepřímé redukování železné rudy. Dále, je užito vytvořeného tepla k tavení práškového železa, které bylo nepřímo redukováno předredukční pecí 432. Předredukční pec 432 zatím používá redukční plyn z tavného zplynovače 410 k nepřímé redukci surové železné rudy a přísad. Takto produkované práškové železo je nepřetržitě vykládáno, aby mohlo pokračovat do tavného zplynovače 410.

U tohoto způsobu může být použit surový materiál tvořený částicemi (8 až 35 mm) a proto je mez sra-
žena v surovém materiálu. Přes 80 % produkce železných rud ve světě je práškových železných rud a dra-
hých pelet, toto bývá vážnou nevýhodou.

Naproti tomu patentový dokument U.S. č. 5,192,486 uvádí přímé redukční zařízení na železnou rudu,
která používá práškové železné rudy.

Jak je znázorněno na obr. 2, tato zařízení 500 obsahuje: fluidní vrstvu typu předehřáté pece 544 pro
předehřátí železné rudy horkým vzduchem, který je ohříván spalovací komorou 547; 3-stupňové redukční pe-
ce 541, 542 a 543; přeměňovač 545 plynu pro vytváření redukčního plynu; tepelný výměník 546 pro ohřívání
přeměňovače 545 plynu; pračky 549 a 550 plynu pro čištění plynu; a briketovací zařízení 516.

Přeměňovač plynu přizpůsobuje zemní plyn k produkci redukčního plynu pro redukování železné rudy.
Poté je upravený plyn ohřát tepelným výměníkem 546, aby byl dodáván do konečné redukční pece 541. Re-
dukční plyn postupně prochází skrze druhou předredukční pec 542 a první předredukční pec 543 a je čištěn
pračkou 549 plynu tak, aby by cirkuloval procházením skrze tepelný výměník 546. Prášková železná ruda je
přiváděna do předehřívací pece, aby byla předehřáta a potom postupně prochází skrze první předredukční
pec 543, druhou předredukční pec 542 a konečnou redukční pec 541 kde je finálně redukována. Práškové
železo je slisovááno briketovacím zařízením 516 do briket.

Výše popsané zařízení používá zemní plyn a vyžaduje 4 stupňové fluidní lože typu pecí. Takto je zaří-
zení mnohem komplikovanější a proto je vysoká počáteční cena zařízení, zatímco chod je také velmi kompli-
kovaný.

Podstata vynálezu

Předložený vynález je určený k překonání výše popsaných nevýhod dosavadního stavu techniky.

Proto je cílem předloženého vynálezu zařízení a způsob pro výroby roztaveného železa užitím práš-
kové železné rudy, u které je uhlí užito pro výrobu redukčního plynu a prášková železná ruda je použita
k výrobě roztaveného železa a práškového železa jednodušším a efektivnějším způsobem.

V dosažení výše popsaného cíle, po částech nebo jako celku, zařízení pro výrobu roztaveného železa přímým užitím uhlí jako paliva podle předloženého vynálezu vyznačující se tím, že: redukční plyn mající vysokou teplotu je napájen z tavného zplynovače do fluidního lože vápence vypalovací pece k vypálení vápence; redukční plyn je dodáván do druhého fluidního lože redukční pece tak, aby se vyrobilo práškové železo; výstupní plyn z druhého fluidního lože redukční pece je dodáván do prvního fluidního lože pece (umístěné nad druhým fluidním ložem redukční pece) k předehřátí a k předredukci práškové železné rudy; a vypálený vápenc a finálně vyredukované železo je dodáváno do tavného zplynovače k výrobě roztaveného železa.

V jiném aspektu předloženého vynálezu se zařízení pro výrobu roztaveného železa přímým užitím uhlí jako paliva podle předloženého vynálezu vyznačuje tím, že redukční plyn mající vysokou teplotu je napájen z tavného zplynovače do fluidního lože vápence vypalovací pece, k vypálení vápence; redukční plyn je dodáván do druhého fluidního lože redukční pece tak, aby se vyrobilo práškové železo; výstupní plyn z druhého fluidního lože redukční pece je dodáván do prvního fluidního lože pece (umístěné nad druhým fluidním ložem redukční pece) k předehřátí a pro předredukci práškové železné rudy; tím se vyrábí práškové železo.

V dalším aspektu předloženého vynálezu se Zařízení pro výrobu roztaveného železa přímým užitím uhlí jako paliva podle předloženého vynálezu vyznačuje tím, že redukční plyn mající vysokou teplotu je z tavného zplynovače poslán do třetí redukční pece ke konečné redukci a vypálení práškové železné rudy a jemných přísad; tento redukční plyn je dodáván do druhého fluidního lože redukční pece pro druhou předredukci a vypálení práškové železné rudy a jemné přísady; výstupní plyn je dodáván do prvního fluidního lože redukční pece (umístěné nad druhým fluidním ložem redukční pece) pro první předredukování a vypálení práškové železné rudy a jemné přísady; a vypálená přísada a i konečně vyredukované železo je dodáváno do tavného zplynovače, tím se vyrábí roztavené železo.

V dalším aspektu předloženého vynálezu je poskytnut způsob výroby roztaveného železa užitím výše popsaného zařízení.

Přehled obrázků na výkresech

Předložený vynález bude nyní ozřejmený v následujícím podrobném popisu jeho příkladných provedení v kombinaci s připojenou výkresovou dokumentací, ve které představuje:

Obr. 1 schematické zobrazení konvenčního zařízení vyrábějící roztavené železo;

Obr. 2 schematické zobrazení jiného konvenčního zařízení vyrábějící roztavené železo;

Obr. 3 schematické zobrazení zařízení vyrábějící roztavené železo podle předloženého vynálezu;

Obr. 4 schematické zobrazení zařízení vyrábějící práškové železo podle předloženého vynálezu; a

Obr. 5 schematické zobrazení jiného vhodného provedení zařízení vyrábějící roztavené železo podle předloženého vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Na obr. 3 je schematické zobrazení zařízení vyrábějící roztavené železo podle předloženého vynálezu.

Jak je znázorněno na obr.3 zařízení 100 vyrábějící roztavené železo podle předloženého vynálezu zahrnuje: tavný zplynovač 11 pro zplynování uhlí a pro tavení práškového železa; třetí fluidní lože vypalovací pece 12 pro vypálení vápence užitím výstupního plynu z tavného zplynovače 11; druhé fluidní lože redukční pece 13 pro nepřímou redukci práškové železné rudy; první fluidní lože redukční pece 14 pro předehřátí a předredukci práškové železné rudy; prachový cyklón 111 pro posílání prachu (odděleného od redukčního plynu z tavného zplynovače 11) do zařízení 112 pro recyklaci prachu, a pro zásobování výstupního plynu (odděleného od prachu) do třetího fluidního lože vypalovací pece 12; tavící hořák 113 instalovaný na tavném zplynovači 11 pro tryskání jemného prachu ze zařízení 112 pro recyklaci prachu do tavného zplynovače 11; vířivé cyklóny 121, 131 a 141 pro zachytávání jemného prachu z výstupního plynu z prvního až třetího fluidní lože pecí 12, 13 a 14 k recirkulaci prachu do příslušného fluidního lože pecí.

Zařízení podle předloženého vynálezu vhodně dále zahrnuje: Venturiho pračku 15 plynu, která přijímá výstupní plyn z prvního vířivého cyklónu prvního fluidního lože pece 14, aby zachytávala zbytkový prach a ochlazovala ho; a druhý a první ohříváč plynu 132 a 142 umístěný před druhým fluidním ložem pece 13 a prvním fluidním ložem pece 14 pro přijímání kyslíku a ohřívání redukčního plynu.

Potrubí 14f přivádějící surový materiál je napojeno k prvnímu fluidnímu loži redukční pece 14, pro zásobování práškovou železnou rudou a přísadami. První fluidní lože redukční pece 14 je připojena přes první potrubí 14a odvádějící práškové železo k druhé fluidní vrstvě redukční pece 13, aby zásobovalo železnou rudou. Dále je pec 14 připojena přes první potrubí 14b přivádějící plyn k druhé fluidní vrstvě pece 13, aby dodávalo plyn. První potrubí 14c odvádějící výstupní plyn je napojeno k vrchní části pece 14, aby odvádělo výstupní plyn a potrubí 14c je připojeno k prvnímu vířivému cyklónu 141.

Dále je první fluidní lože redukční pece 14 napojeno přes první okružní prachové potrubí 14d k prvnímu cyklónu 141 aby přijímal prach.

Venturiho pračka 15 plynu je propojena druhým potrubím 14e odvádějící výstupní plyn s prvním vířivým cyklónem 141.

Druhé fluidní lože redukční pece 13 je spojeno potrubím 13a odvádějící práškové železo s tavným zplynovačem 11. Pec 13 je propojena svým dnem a druhým potrubím 13b přivádějícím plyn s třetím fluidním ložem vypalovací pece, aby přijímala plyn. Třetí potrubí 13c odvádějící výstupní plyn je napojeno k vrchní části pece 13 pro odvádění výstupního plynu. Tato potrubí 13c odvádějící výstupní plyn je spojeno s druhým vířivým cyklónem 131.

Čtvrté potrubí 13e odvádějící výstupní plyn je připojeno přes první potrubí 14b přivádějící plyn k druhému vířivému cyklónu 131, pro dodávání výstupního plynu do prvního fluidního lože redukční pece 14, s výstupním plynem odděleným od prachů. První ohřivač 142 plynu je instalován mezi prvním potrubím 14b přivádějící plyn a čtvrtým potrubím 13e odvádějící výstupní plyn.

Dále, druhé lože redukční pece 13 je připojeno přes okružní prachové potrubí 13d k druhému vířivému cyklónu 131, aby z něho přijímal prach.

Třetí fluidní lože vypalovací pece 12 je napojeno k potrubí 12f přivádějícímu vápenec, které je napojeno ke zdroji vápence (není zobrazen), pro přijímání vápence. Dále je pec 12 připojena k potrubí 12a odvádějící pálené vápno, pro odvádění páleného vápna. Potrubí 12a je připojeno k druhému potrubí 13a odvádějící práškové železo. Tudíž, třetí fluidní lože vypalovací pece 12 je propojeno skrze potrubí 12a odvádějící pálené vápno a druhé potrubí 13a odvádějící práškové železo k tavnému zplynovači 11.

Třetí fluidní lože vypalovací pece 12 je připojeno přes její dno třetím potrubím 12b přivádějícím plyn k prachovému cyklónu 111 pro přijímání plynu. Dále, páté potrubí 12c odvádějící výstupní plyn je připojeno k vrchní části pece 12 pro odvádění plynu, a ono páté potrubí 12c odvádějící výstupní plyn je připojeno k vířivému cyklónu 121.

Třetí vířivý cyklón 121 je připojen k šestému potrubí 12e odvádějící výstupní plyn, které je napojeno na potrubí 13b přivádějící plyn, aby zásobovalo výstupním plynem druhé fluidní lože redukční pece 13, ve stavu, kdy jsou prachové částice odděleny od plynu. Druhý ohřivač 132 plynu je výhodně umístěn mezi druhým potrubím 13b přivádějícím plyn a šestým potrubím 12e odvádějící výstupní plyn.

Vypalovací pec 12 je připojena přes třetí okružní prachový potrubí 12d ke třetímu vířivému cyklónu 121, aby přijímal prach.

Potrubí 11a odvádějící redukční plyn je připojeno k tavnému zplynovači 11, zatímco je také propojen s prachovým cyklónem 111. Tudíž je tavný zplynovač 11 propojen s prachovým cyklónem 111 za účelem zásobování plynem.

Zařízení 112 pro recyklaci prachu je propojeno potrubím 11b odvádějící prach s prachovým cyklónem 111 umístěným nad, a je propojen potrubím 11c vstřikují prach s tavicím hořákem 113 který je instalován na tavném zplynovači 11.

Na obr.4 je schematické zobrazení zařízení vyrábějící práškové železo podle předloženého vynálezu.

Jak je znázorněno na obr.4, zařízení 200 vyrábějící práškové železo je vytvořena tak, že druhé potrubí 13a odvádějící práškové železo z druhého fluidního lože redukční pece 13 není připojena k tavnému zplynovači, ale je propojeno s vnějškem, nebo je propojena s briketovacím zařízením 16, odlišná tavicí-redukční Zařízení 100 z obr.3.

Dále, odlišná tavicí-redukční zařízení 100 z obr. 3., zařízení 200 vyrábějící práškové železo je vytvořena tak, že druhé potrubí 13a odvádějící práškové železo z druhého fluidního lože redukční pece 13 není připojeno k tavnému zplynovači 11, ale je vytvořeno propojení vnějškem, nebo propojení s briketovacím zařízením 16. Současně potrubí 12g přivádějící pálené vápno propojuje fluidní lože vypalovací pece 12 a briketovací zařízení 16, za účelem dodávání páleného vápna z fluidního lože vypalovací pece 12 do briketovacího zařízení 16.

Na obr. 5 je schematické zobrazení jiného provedení zařízení vyrábějící železo podle předloženého vynálezu.

Jak je znázorněno na obr. 5, Zařízení 300 pro výrobu železa podle předloženého vynálezu zahrnuje: tavný zplynovač 31 pro zplynování uhlí a pro tavení práškového železa; třetí fluidní lože redukční pece 32 pro využití výstupního plynu z tavného zplynovače 31 ke konečné redukci práškové železné rudy a jemných přísad; druhé fluidní lože redukční pece 33 pro předredukci práškové železné rudy a pro druhé vypálení jemných přísad; první fluidní lože redukční pece 34 pro první předredukci a vypálení práškové železné rudy a jemných přísad; prachový cyklón 311 pro posílání prachových částic (oddělených od redukčního plynu) z tavného zplynovače 31 do zařízení 312 pro recyklaci prachu a pro dodávání redukčního plynu (odděleného od prachu) do třetího fluidního lože redukční pece 32; tavící hořák 313 instalovaný na tavném zplynovači 31, pro přijímání jemných prachových částic ze zařízení 312 pro recyklaci prachu a jejich umístování do tavného zplynovače 31; a vířivé cyklóny 321, 331 a 341 pro zachytávání jemných prachových částic z výstupního plynu z fluidního lože redukčních pecí 32, 33 a 34 a jejich cirkulaci do jednotlivých fluidních loží pecí.

Je výhodné, aby zařízení pro výrobu železa podle předloženého vynálezu dále zahrnovala: Venturiho pračku 35 plynu pro přijímání výstupního plynu z prvního vířivého cyklónu 341 z první fluidní vrstvy redukční pece 34, aby zachytávala zbytkové prachové částice a ochlazovala je; a první a druhý ohřívač plynu 342 a 332 instalovaný pod prvním fluidním ložem redukční pece 34 a druhým fluidním ložem redukční pece 33, pro vstříkování kyslíku pro upravení teploty redukčního plynu.

První fluidní lože redukční pece 34 je připojeno k potrubí 34f přivádějícímu surový materiál, pro přijímání práškové železné rudy a jemných přísad.

Potrubí 34f přivádějící surový materiál je připojeno k prvnímu potrubí 34f₁ přivádějícímu práškovou železnou rudu, které je připojena ke zdroji práškové železné rudy (není znázorněn). Dále je potrubí 34f připojeno ke druhému potrubí 34f₂ přivádějícímu přísady, které je připojeno ke zdroji přísad (není znázorněn).

První fluidní lože redukční pece 34 je propojeno prvním potrubím 34a odvádějící práškové železo s druhou fluidní vrstvou redukční pece 33, pro posílání železné rudy. Dále je dno pece 34 připojeno prvním potrubím 34b přivádějícím plyn k druhému fluidnímu loži redukční pece 33 pro přijímání plynu. Vrchní část pece 34 je připojena k prvnímu potrubí 34c k odvádění výstupního plynu a první potrubí 34c odvádějící výstupní plyn je připojeno k prvnímu vířivému cyklónu 341.

Fluidní lože redukční pece 34 je propojeno prvním prachovým okružním potrubím 34d s prvním vířivým cyklónem 341 pro cirkulaci prachových částic.

Venturiho pračka 35 plynu je připojena potrubím 34e odvádějící výstupní plyn k prvnímu vířivému cyklónu 341.

Druhé fluidní lože redukční pece 33 je propojeno skrze druhé potrubí 33a odvádějící práškové železo ke třetímu fluidnímu loži redukční pece 32. Dno pece 33 je připojeno druhým potrubím 33b přivádějícím plyn k třetí fluidní loži redukční pece 32, a její vrchní část je připojena ke třetímu potrubí 33c odvádějící výstupní plyn.

Třetí potrubí 33c odvádějící výstupní plyn je propojeno s druhým vířivým cyklónem 331, a tudíž je druhé fluidní lože redukční pece 33 propojeno skrze druhé prachové okružní potrubí 33d s druhým vířivým cyklónem 331 pro obíhání prachových částic.

Druhý vířivý cyklón 331 je připojen ke čtvrtému potrubí 33e odvádějící výstupní plyn a toto potrubí 33e je připojeno k prvnímu potrubí 34b přivádějícímu plyn pro dodávání výstupního plynu do první fluidní lože redukční pece 34, po oddělení plynu od jemných prachových částic. Je výhodné, aby první ohřívač plynu 342 byl instalován mezi první potrubí 34b přivádějící plyn a čtvrté potrubí 33e odvádějící výstupní plyn.

Třetí fluidní lože redukční pece 32 je připojeno ke druhému potrubí 32f přivádějícímu přísady a potrubí 32f je připojeno k prvnímu potrubí 34f₂ přivádějícímu přísady pro zásobování přísadami, jako je vápenec nebo dolomit ze zdroje přísad (není znázorněn).

Třetí fluidní lože redukční pece 32 je připojeno k třetímu potrubí 32a odvádějící práškové železo, pro posílání finálně vyredukovaného železa a vypáleného vápna do tavného zplynovače 31, a potrubí 32a je připojeno k tavnému zplynovači 31.

Třetí fluidní lože redukční pece 32 je propojeno skrze třetí potrubí 32a odvádějící práškové železo s tavným zplynovačem 31.

Dále třetí fluidní lože redukční pece 32 je připojeno jejím dnem a třetím potrubím 32b přivádějícím plyn k prachovému cyklónu 311 pro přijímání plynu. Vrchní část pece 32 je připojena k pátému potrubí 32c odvádějící výstupní plyn pro odvádění výstupního plynu. Potrubí 32c je připojeno ke třetímu vířivému cyklónu 321.

Třetí vířivý cyklón 321 je připojen k šestému potrubí 32e odvádějící výstupní plyn a toto potrubí 32e je připojeno ke druhému potrubí 33b přivádějícímu plyn pro dodávání výstupního plynu, po jeho oddělení od jemných prachových částic, do druhého fluidního lože redukční pece 33. Je výhodné, aby druhý ohříváč plynu 332 byl instalován mezi druhým potrubím 33b přivádějícím plyn a šestým potrubím 32e odvádějící výstupní plyn.

Dále třetí fluidní lože redukční pece 32 je propojeno skrze okružní prachové potrubí 32d s třetím vířivým cyklónem 321 pro přijímání prachových částic.

Tavný zplynovač 31 je připojen k potrubí 31a odvádějící redukční plyn a potrubí 31a je připojeno k prachovému cyklónu 311. Tudíž je tavný zplynovač 31 propojen s prachovým cyklónem 311 pro posílání plynu.

Zařízení 312 pro recyklaci prachu je propojeno skrze potrubí 31b odvádějící prach s prachovým cyklónem 311 a je propojen přes potrubí 31c vstřikující prach s tavicím hořákem 313, který je instalován na tavném zplynovači 31.

Nyní bude popsán způsob výroby roztaveného a práškového železa užitím zařízení pro výrobu roztaveného železa a zařízení pro výrobu práškového železa.

Toto bude popsáno ve vztahu k zařízením na obrázcích 3 a 4.

Prášková železná ruda a přísady mající částice o velikosti 8 mm nebo menší jsou naloženy do prvního fluidního lože redukční pece 14. Uvnitř prvního fluidního lože redukční pece 14 je vložená prášková železná ruda ohřívána a předredukována pomocí redukčního plynu, který je dodáván z druhého fluidního lože redukční pece 13. Zde by bylo výhodné, aby fluidní lože bylo udržováno za teploty 700 až 800 °C. To je podmínka pro to, aby se předešlo přechodu hematitu (Fe_2O_3) na magnetit (Fe_3O_4). Jestliže je to udržováno pod 650 °C, krevlová železná ruda je redukována poté co přejde v magnetit. Jestliže je utvořena a stabilizována magnetitová fáze, je rychlost redukce zpomalena a výsledek je, že se prodlužuje potřebný čas. Dále se snižuje poměr využití plynu, a tudíž narůstá cena paliva. Jestliže je teplota udržována nad 800 °C, první ohříváč plynu 142 vyža-

duje více kyslíku a teplota dodávaného kyslíku přílišně narůstá, a ve výsledku může nastat připečení. Proto je nejvhodnější teplota fluidního lože okolo 780 °C nebo 750 až 800 °C. Jestliže má dodávaný plyn příliš nízkou teplotu, může být dodáváno vhodné množství kyslíku do prvního ohřivače plynu 14 ke spálení části redukčního plynu a tím upravit teplotu fluidního lože. Redukční plyn, který je dodáván do prvního fluidního lože redukční pece 14 právě prošel redukční reakcí uvnitř druhého fluidního lože pece 13, a proto obsahuje značné množství CO₂, procento oxidace plynu je okolo 20 až 30 %.

Předredukováná železná ruda, která je předredukována v poměru 30 až 50 % uvnitř prvního fluidního lože redukční pece 14 je naložena do druhého fluidního lože redukční pece 13. Druhé fluidní lože redukční pece 13 užívá redukční plyn s procentem oxidace 5 až 10 %, který je dodáván z druhého fluidního lože vypalovací pece 12, tak jako k redukci předredukovévané železné rudy (dodávána z prvního fluidního lože redukční pece 14) až do redukčního poměru 90 % nebo více, tím se vyrábí konečně vyredukovávané železo. Zde by bylo výhodné udržovat fluidní lože uvnitř reakční komory při teplotě okolo 850 °C, nebo 803 až 870 °C. Jestliže je teplota fluidního lože nižší než 830 °C, redukční poměr bude nižší. Jestliže bude teplota vyšší než 870 °C, může díky vysoké teplotě nastat připečení.

Práškové železo, které bylo redukováno v druhém fluidním loži redukční pece 13 je buď vkládáno do tavného zplynovače 11, aby bylo vytvořeno roztavené železo, nebo je dodáváno do vysokoteplotního briketovacího zařízení 16, aby byly vytvořeny brikety z práškového železa.

Tavný zplynovač 11 je naplněn uhlím a produkuje redukční plyn pro redukování železné rudy a pro vypalování vápence nebo dolomitu. Za těchto podmínek, při užití spalného tepla, jemné práškové železo z druhého fluidního lože redukční pece 13 a pálené vápno z fluidního lože vypalovací pece 12 mohou být stavěny dohromady, aby vytvořili roztavené železo. Tavný zplynovač je nehybná vrstva odlišného typu vyšší redukující pece a vypalovací pece, a proto, aby vytvořila uhelnou náplňovou vrstvu, uhlí musí mít částice o velikosti 8 až 50 mm v množství alespoň 80 %. Tavný zplynovač 11 může obecně použít černé uhlí, nebo v případě nezbytnosti koks nebo antracit. Jestliže jsou prchavé organické látky v černém uhlí zcela rozloženy, teplota výstupního plynu z tavného zplynovače musí být nejméně 1000 °C nebo více. Jestliže je teplota nižší, organický materiál (dehet) není zcela rozložen, dehet je vpadlý do nízké teplotní oblasti (jako vodní upravovací zařízení), aby přerušoval čáry tečení. Jestliže je teplota o mnoho vyšší než výše specifikovaná hranice, potom roste cena paliva a proto je vodné rozmezí 1000 až 1100 °C. Redukční plyn, který je produkován uvnitř tavného zplynovače 11 má, jak je popsáno výše, vysokou teplotu a tudíž je příliš horký, aby se přímo dodával do druhého fluidního lože redukční pece 13. Jestliže má redukční plyn příliš vysokou teplotu, nastává problém spečení mezi železnou rudou.

Pro vyřešení tohoto problému je fluidní lože vápence vypalovací pece 12 instalováno nad tavným zplynovačem. Vypalování vápence chemicky znamená následující. CO_2 se odděluje z vápence CaCO_3 za vytvoření se CaO to jest pálené vápno. Tato reakce vyžaduje teplo a proto v předloženém vynálezu fluidní lože vypalovací pece 12 nevyrábí pouze pálené vápno potřebné k výrobě roztaveného železa, ale také je může upravovat teplotu redukčního plynu. Pálené vápno je přísada pro oddělení hlušiny od železné rudy do strusky.

Například, když je uvnitř tavného zplynovače 11 spalováno uhlí, produkované množství redukčního plynu je okolo 1700 až 1800 Nm^3 na tunu roztaveného železa, zatímco množství tepla uvolněného pro snížení plynu z 1000 až 1100 °C na 900 °C je 80 až 120 Mcal na tunu roztaveného železa. Zatímco, když je vápenec (CaCO_3) vypalován k vytvoření páleného vápna (CaO), je potřeba množství tepla 430 Kcal na 1 kg páleného vápna. Okolo 360 Kg vápence je potřeba k produkci jedné tuny roztaveného železa, a tudíž množství tepla pro zpracování přísad je okolo 240 Mcal na tunu roztaveného železa, jestliže je brána v úvahu kalcinace vápence a vzrůstající teplota vápence z normální teploty na 900 °C.

Tudíž okolo 30 až 50 % přísad pro produkci jedné tuny roztaveného železa může být zpracováno fluidním ložem vypalovací pece 12. Zbývajících 50 až 70 % přísad je vloženo do prvního fluidního lože redukční pece 14, aby bylo vypáleno současně s redukcí práškové železné rudy. Přísada, která byla vypálena fluidním ložem vypalovací pece 12 je vložena do tavného zplynovače 11 společně s vyredukovanou práškovou železnou rudou, aby vzniklo roztavené železo a struska.

Teplota druhé fluidního lože redukční pece 13 je optimálně zregulována na asi 850 °C, a prvního fluidního lože redukční pece 14 je vhodně zregulována na 780 °C. Aby byla regulace a udržování zvolených teplot stálé, druhý ohříváč plynu 132 a první ohříváč plynu 142 jsou instalovány pod jednotlivými reakčními pecemi. Množství tepla redukčního plynu, který je vytvářen v tavném zplynovači 11 je okolo 3000 Kcal/ Nm^3 . Množství tepla při narůstající teplotě redukčního plynu o 100 °C je okolo 30 Kcal/ Nm^3 . Tudíž, jestliže množství redukčního plynu, který je odváděn pro výrobu jedné tuny roztaveného železa je spálen 17 až 18 Nm^3 (1 % z redukčního plynu) kyslíku, zmíněné množství redukčního plynu může narůst o 100 °C. Potřebné množství kyslíku je 8 až 9 Nm^3 na tunu roztaveného železa. Tímto způsobem, kdy je množství kyslíku přiměřeně vstříkováno do ohříváče plynu, teplota může narůst do potřebné hodnoty.

Nyní bude popsán způsob výroby roztaveného železa za použití zařízení znázorněného na obr. 5. Prášková železná ruda a přísady, které mají částice o velikosti 8 mm nebo menší jsou naloženy v uvedeném pořadí skrze potrubí 34f₁ přivádějící práškovou železnou rudu a první potrubí 34f₂ přivádějící přísady do po-

trubí 34f přivádějícího surový materiál. Potom jsou skrze potrubí 34f přivádějící surový materiál vloženy do prvního fluidního lože redukční pece 34.

Jemné přísady, které jsou zásobovány skrze potrubí 34f₂ přivádějící přísady a potrubí 34f přivádějící surový materiál by bylo vhodnější množství 50 až 70 % z celkového množství přísad, které jsou potřebné k výrobě roztaveného železa.

Prášková železná ruda, která byla vložena do prvního fluidního lože redukční pece 34 je předehřáta a předredukována redukčním plynem (to jest výstupním plynem z druhého fluidního lože redukční pece 33), který je dodáván poté co projde druhým fluidním ložem redukční pece 33, zatímco probíhá vypalování přísady.

Za těchto podmínek, teplotu fluidního lože by bylo vhodné udržovat při teplotě 700 až 800 °C. To je podmínka pro to, aby se předešlo přechodu hematitu (Fe_2O_3) na magnetit (Fe_3O_4). Jestliže je to udržováno pod 650 °C, krevetová železná ruda je redukována poté co přejde v magnetit. Jestliže je utvořena a stabilizována magnetitová fáze, je rychlost redukce zpomalena, a výsledek je, že se prodlužuje potřebný čas. Dále se snižuje poměr využití plynu, a tudíž narůstá cena paliva. Jestliže je teplota udržována nad 800 °C, první ohřev plynu 342 vyžaduje více kyslíku a teplota dodávaného kyslíku přílišně narůstá, a ve výsledku může nastat problém spečení. Proto nejvýhodnější teplota fluidního lože je různá a závisí na druhu užitě práškové železné rudy, ale měla by být okolo 720 °C, nebo 700 až 750 °C.

Jestliže plyn, který je dodáván do prvního fluidního lože redukční pece 34 má nízkou teplotu, může být vhodné množství kyslíku dodáno do prvního ohřevu plynu 342, aby se spálila část redukčního plynu, tím se upraví teplota fluidního lože. Redukční plyn, který je dodáván do prvního fluidního lože redukční pece 34 právě prošel redukční reakcí uvnitř druhého fluidního lože pece 33 a proto obsahuje značné množství CO_2 , procento oxidace je okolo 30 až 40 %.

Předredukováná železná ruda, která byla předredukována v při poměru okolo 30 % uvnitř prvního fluidního lože redukční pece 34 je vložena do druhého fluidního lože redukční pece 33.

Druhé fluidní lože redukční pece 33 používá redukční plyn, který má oxidační poměr 15 až 20 %, který je dodáván z třetího fluidního lože pece 32, k druhé redukci předredukové železné rudy (dodávané z prvního fluidního lože redukční pece 34) až do redukčního poměru 50 až 60 %. Při této podmínce, je vhodná teplota uvnitř druhého fluidního lože redukční pece 33 okolo 780 °C nebo 780 až 820 °C.

Redukční plyn, který byl dodáván do druhého fluidního lože redukční pece 33 byl snížen pod 800 °C a tudíž může být teplota udržována tak, jak je.

V případě, kdy fluidní lože druhého fluidního lože redukční pece 33 klesne pod 790 °C, nebo kdy je udržována na 800 až 820 °C může být kyslík vstříknut do druhého ohřivače plynu 332 ke konečné úpravě teploty fluidního lože na optimální úroveň.

Jestliže teplota fluidního lože druhého fluidního lože redukční pece 33 klesne pod 780 °C, je zde možnost, aby redukční poměr předredukovaného železa vstupujícího do třetího fluidního lože redukční pece 32 mohl být snížen, je to vhodné. Předredukované železo předredukováno při poměru 50 až 60 % a podruhé vypálené přísady, které jsou vykládány z druhého fluidního lože redukční pece 33, jsou vkládány do třetího fluidního lože redukční pece 32.

Třetí fluidní lože redukční pece 32 používá redukční plyn mající oxidační poměr 3 až 7 %, který je dodáván z tavného zplynovače 31, tak aby se redukovala předredukovaná železná ruda (dodávána z prvního fluidního lože redukční pece 34) až do redukčního poměru 90 % a více, tím se vyrábí konečně vyredukované železo. Fluidní loži uvnitř třetího fluidního lože redukční pece 32 by bylo vhodné udržovat při teplotě okolo 850 °C nebo 830 až 870 °C.

Jestliže bude teplota fluidního lože nižší než 830 °C, redukční poměr bude nižší. Jestliže bude teplota fluidního lože vyšší než 870 °C, může díky vysoké teplotě nastat připečení.

Aby se zajistila optimální teplotní hladina fluidního lože, vápenec nebo dolomit jako prostředky pro upravení teploty jsou dodávány skrze druhé potrubí 32f přivádějící přísady do třetího fluidního lože redukční pece 32.

Množství přísady, které je vloženo do třetího fluidního lože redukční pece 32 je celkové množství z přísady potřebné pro výrobu roztaveného železa menšího množství přísady, které bylo zrovna dodáno do prvního fluidního lože redukční pece 31.

Množství přísady, které je vloženo do třetího fluidního lože redukční pece 32 je ekvivalentní k 30 – 50 % z celkového množství přísady, která je potřebná pro výrobu roztaveného železa. Toto bude popsáno mnohem později.

Vyredukované železo a vypálená přísada, které byli finálně redukovány a vypáleny uvnitř třetího fluidního lože redukční pece 32 jsou vloženy do tavného zplynovače 31 tak, aby byly zpracovány v roztavené železo.

Uhlí je naloženo do tavného zplynovače 31, tak že tavný zplynovač 31 může produkovat redukční plyn. Tento redukční plyn je použit pro redukci surové železné rudy, a pro vypálení přísad jako je vápenec a dolomit. Dále spalné teplo takto produkované je užito pro tavení finálně vyredukovaného práškového železa a finálně vypáleného páleného vápna k výrobě roztaveného železa.

Tavný zplynovač 31 je nehybné lože odlišného typu fluidního lože typu redukčních pecí, a proto, aby vytvořila uhelnou náplňovou vrstvu, uhlí musí mít částice o velikosti 8 až 50 mm v množství alespoň 80 %. Tavný zplynovač 31 může obecně užívat černé uhlí, nebo v případě nutnosti koks nebo antracit. Jakkoliv jestliže jsou těkavé organické látky obsažené v černém uhlí zcela rozloženy, teplota výstupního plynu z tavného zplynovače musí být alespoň 1000 °C nebo více. Jestliže je teplota nižší než tato hranice, organický materiál (dehet) není zcela rozložen, Jestliže je teplota nižší než tato hranice organický materiál (dehet) není zcela rozložen, dehet je vpádý do nízké teplotní oblasti (jako vodní upravovací zařízení), aby přerušoval čáry tečení. Jestliže je teplota mnohem vyšší než výše specifikovaná hranice, narůstá cena paliva a proto výhodné teplotní rozmezí je 1000 až 1100 °C. Redukční plyn, který je vytvářen uvnitř tavného zplynovače 31 má, jak je popsáno výše, vysokou teplotu, a tudíž je příliš horký, aby byl přímo dodáván do třetího fluidního lože redukční pece 32. Jestliže má redukční plyn příliš vysokou teplotu, může nastat spečení mezi železnou rudou.

Abychom takový problém v předloženém vynálezu vyřešili, je do třetího fluidního lože redukční pece 32 dodáváno vhodné množství přísady, jako je vápenec nebo dolomit.

Jako příklad vezmeme přísadu vápenec, vypalování vápence znamená chemicky následující. CO_2 je odděleno od vápence CaCO_3 a vytvoří se CaO , to jest pálené vápno. Tato reakce vyžaduje teplo a proto v předloženém vynálezu třetí fluidní lože redukční pece 32 nevyrábí pouze pálené vápno potřebné pro výrobu roztaveného železa, ale také má možnost upravit teplotu redukčního plynu. Pálené vápno je přísada pro oddělení hlušiny z železné rudy do strusky.

Například, když je uvnitř tavného zplynovače 31 spalováno uhlí, produkované množství redukčního plynu je okolo 1800 Nm³ na tunu roztaveného železa, zatímco množství tepla uvolněného pro snížení plynu z 1050 °C na 850 °C je 120 Mcal na tunu roztaveného železa.

Zatímco, když vápenec (CaCO_3) je vypalován pro vytvoření páleného vápna (CaO) je zde potřebné tepelné množství 430 Kcal na Kg vápence. Okolo 360 Kg vápence je třeba k produkci jedné tuny roztaveného železa a tudíž množství tepla pro upravení přísady je 240 Mcal na tunu roztaveného železa, jestliže je brána v úvahu kalcinace vápence a rostoucí teplota vápence z normálu na 850 °C. Zatím teplota předredukovaného železa, které je vyloženo z druhého fluidního lože redukční pece 33, aby bylo vloženo do třetího fluidního lože redukční pece 32, je okolo 780 °C. Proto, jestliže by narostla na 850 °C, bylo by zde potřeba množství tepla okolo 30 Mcal.

Proto okolo 30 až 50 % přísady pro produkci jedné tuny roztaveného železa může být upraveno fluidními loži redukční pece 32.

Zbývajících 50 až 70 % přísady je vloženo do prvního fluidního lože redukční pece 34 aby bylo vypáleno zároveň s redukcí práškové železné rudy během jejího průchodu druhým a třetím fluidním ložem redukčních pecí 33 a 32.

Přísada, která byla vypálena třetím fluidním ložem redukční pece 32 je vložena společně s vyredukovanou práškovou železnou rudou do tavného zplynovače, aby byl odděleno roztavené železo a struska.

Poměr vkládaných přísad mezi prvním a třetím fluidním ložem redukčních pecí 34 a 32 závisí na výše specifikované teplotě a množství plynu. Tento poměr může být také přizpůsoben ve shodě s růzností pracovních podmínek.

Poměr vkládané přísady je upravován takovým způsobem, že teploty jednotlivých fluidních loží pecí jsou regulovány na výše popsané optimální hranice.

Vhodná teplota prvního fluidního lože redukční pece 34 by byla 720 °C, vhodná teplota druhého fluidního lože redukční pece 33 by byla 780 °C a vhodná teplota třetího fluidního lože redukční pece 32 by byla 850 °C.

Proto, ve shodě s vlastnostmi uhlí a práškové železné rudy, může být různé množství z rozmezí 1500 až 1800 Nm³ redukčního plynu potřebné k na tunu roztaveného železa, a také teplota výstupního plynu z tavného zplynovače může být různá v rozmezí 1000 až 1100 °C. Tudíž, okolo 30 až 50 % přísady pro výrobu

jedné tuny roztaveného železa je vloženo do třetího fluidního lože redukční pece 32 pro splnění teplotní úpravy a kalcinace. Okolo 50 až 70 % z přísady je vloženo do prvního fluidního lože redukční pece 34, takže může kalcinována současně s redukcí práškové železné rudy během jejího průchodu druhým a třetím fluidním ložem redukčních pecí 33 a 32.

Teploty druhého a prvního fluidního lože pecí 33 a 34 mohou být zatím kvůli tepelné ztrátě níže pod zvolenými teplotami.

Proto, aby se upravily a udržely stabilně zvolené teploty, druhý ohřívač plynu 332 a první ohřívač plynu 342 jsou vhodně umístěny pod druhým a prvním fluidním ložem redukčních pecí 33 a 34.

Například, jednoduchý regulační prostředek pro snížení vysoké teploty (1000 °C) redukčního plynu z tavného zplynovače na vhodnou teplotu (850 °C) třetího fluidního lože redukční pece 32 je, že část (40 %) přísady dodáme do třetího fluidního lože redukční pece 32, zatímco užitečným regulačním prostředkem pro zvýšení nízkých teplot druhého a prvního fluidního lože na optimální hladinu jsou instalované ohřívače plynu 332 a 342.

Množství tepla redukčního plynu, které je vdáváno tavným zplynovačem 31 je okolo 3000 Kcal/Nm³. Množství tepla pro zvýšení teploty redukčního plynu o 100 °C je asi 30 Kcal/Nm³. Tudíž jestliže množství redukčního plynu, který je vyložen pro výrobu jedné tuny roztaveného železa je spáleno 17 až 18 Nm³ (1 % redukčního plynu) kyslíku, zmíněné množství redukčního plynu může narůst o 100 °C. Potřebné množství kyslíku na tunu roztaveného železa je 8 až 9 Nm³. Tímto způsobem, jestliže je množství kyslíku vhodně vstříknuto do plynového ohřívače, teplota může narůst na potřebnou hodnotu.

Podle předloženého vynálezu, jak je popsán výše, k výrobě redukčního plynu je použito uhlí a je přímo užito práškové železné rudy. Takto jednoduchým a účinným způsobem, může být vyrobeno roztavené nebo práškové železo.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení pro přímou výrobu roztaveného železa za použití uhlí jako paliva zahrnuje:
první fluidní lože redukční pece (14) pro předehřátí a předredukci práškové železné rudy;
druhé fluidní lože redukční pece (13) pro nepřímou redukci práškové železné rudy;
tavný zplynovač (11) pro zplynování uhlí a pro tavení a redukci práškové železné rudy;
třetí fluidní lože vypalovací pece (12) pro vypálení vápence užitím výstupního plynu z uvedeného tavného zplynovače (11);
vířivé cyklóny (121), (131) a (141) pro zachytávání jemných prachových částic z výstupních plynů z uvedeného prvního až třetího fluidního lože pecí (12), (13) a (14) a k jejich recirkulaci do jednotlivých fluidních loží pecí;
prachový cyklón (111) pro převádění prachových částic (oddělených od redukčního plynu z uvedeného tavného zplynovače (11)) do zařízení (112) pro recyklaci prachu a pro dodávání výstupního plynu (odděleného od prachových částic) do uvedeného třetího fluidního lože vypalovací pece (12);
tavicí hořák (113) instalovaný na uvedeném tavném zplynovači (11) pro tryskání jemných prachových částic z uvedeného zařízení (112) pro recyklaci prachu do tavného zplynovače (11);
Venturiho pračku (15) plynu pro přijímání výstupního plynu z uvedeného prvního vířivého cyklónu (141) uvedeného prvního fluidního lože pece (14) k zachytávání zbytkových prachových částic a jejich ochlazení;
potrubí (14f) přivádějící surový materiál napojené k uvedenému prvnímu fluidnímu loži redukční pece (14) pro dodávání práškové železné rudy a přísad s tím, že:
uvedené první fluidní lože redukční pece (14) je napojeno prvním potrubím (14a) odvádějícím práškové železo k uvedenému druhému fluidnímu loži redukční pece (13) pro zásobování železné rudy; uvedená první pec (14) je připojena prvním potrubím (14b) přivádějícím plyn k uvedené druhé fluidní peci (13) pro dodávání plynu; první potrubí (14c) odvádějící výstupní plyn je připojeno k vrchní části uvedené první pece (14) pro odvádění výstupního plynu; uvedené potrubí (14c) je připojeno k prvnímu vířivému cyklónu (141); a uvedená první fluidní lože redukční pece (14) je připojeno prvním okružním potrubím (14d) pro prach k uvedenému prvnímu cyklónu (141) pro přijímání prachových částic;
uvedená Venturiho pračka (15) plynu je připojena druhým potrubím (14e) odvádějícím výstupní plyn k uvedenému prvnímu vířivému cyklónu (141);
uvedené druhé fluidní lože redukční pece (13) je propojené druhým potrubím (13a) odvádějícím práškové železo s uvedeným tavným zplynovačem (11); uvedená druhá pec (13) je propojená dnem a druhým po-

trubím (13b) přivádějícím plyn s třetím fluidním ložem vypalovací pece (12) pro přijímání plynu; třetí potrubí (13c) odvádějící výstupní plyn je připojeno k vrchní části uvedené druhé pece (13) pro odvádění plynu; uvedená třetí potrubí (13c) odvádějící výstupní plyn je propojeno s uvedeným druhým vířivým cyklónem (131); a uvedená druhá fluidní lože redukční pece (13) je propojeno druhým okružním potrubím (13d) s uvedeným druhým vířivým cyklónem pro přijímání prachových částic;

čtvrté potrubí (13e) odvádějící výstupní plyn je připojeno uvedeným prvním potrubím (14b) přivádějícím plyn k uvedenému druhému vířivému cyklónu (131), pro dodávání výstupního plynu do uvedeného prvního fluidního lože redukční pece (14), s výstupním plynem odděleným od prachových částic;

uvedené třetí fluidní lože vypalovací pece (12) je připojeno k potrubí (12f) přivádějícímu vápenec (které je připojené ke zdroji vápence) pro přijímání vápence; uvedená třetí pec (12) je připojena k potrubí (12a) odvádějící pálené vápno pro vykládání páleného vápna; uvedená potrubí (12a) je připojeno k druhému potrubí (13a) odvádějícímu práškové železo; uvedená třetí fluidní lože vypalovací pece (12) je připojeno dnem a třetím potrubím (12b) přivádějícím plyn k uvedenému prachovému cyklónu (111) pro příjem plynu; páté potrubí (12c) odvádějící výstupní plyn je připojeno k vrchní části uvedené třetí pece (12) pro odvádění plynu; uvedená páté potrubí (12c) odvádějící výstupní plyn je připojeno k uvedenému třetímu vířivému cyklónu (121); a uvedená vypalovací pec (12) je připojena třetím okružním prachovým potrubím (12d) k uvedenému třetímu vířivému cyklónu (121) pro přijímání prachových částic; a

uvedený třetí vířivý cyklón (121) je připojen k šestému potrubí (12e) (které je připojeno k uvedenému potrubí (13b) přivádějícímu plyn) odvádějícímu výstupní plyn pro dodávání výstupního plynu do druhého fluidního lože redukční pece (13) ve stavu kdy prachové částice jsou odděleny od plynu; a potrubí (11a) odvádějící redukční plyn (je propojené s uvedeným prachovým cyklónem (111)) je připojeno k uvedenému tavnému zplynovači (11); druhé potrubí (13a) odvádějící práškové železo (je propojeno s uvedeným druhým fluidním ložem redukční pece (13)) je připojeno k uvedenému tavnému zplynovači (11); uvedená zařízení (112) pro recyklaci prachu je propojeno okružním prachovým potrubím (11b) s uvedeným prachovým cyklónem (111); a uvedená zařízení (112) pro recyklaci prachu je propojeno potrubím (11c) vstřikujícím prach s tavicím hořákem (113) (který je instalován na uvedeném tavném zplynovači (11)).

2. Zařízení pro přímou výrobu roztaveného železa podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** první ohřívač plynu (142) a druhý ohřívač (132) plynu jsou instalovány, v uvedeném pořadí, mezi uvedeným prvním potrubím (14b) přivádějícím plyn a uvedeným čtvrtým potrubím (13e) odvádějícím výstupní plyn a mezi uvedeným druhým potrubím (13b) přivádějícím plyn a šestým potrubím (12e) odvádějícím výstupní plyn.

3. Zařízení pro přímou výrobu práškového železa za použití uhlíku jako paliva, **vyznačující se tím, že** v zařízení pro přímou výrobu roztaveného železa podle nároku 1 není druhé potrubí (13a) odvádějící

cí práškové železo z druhého fluidního lože redukční pece (13) připojeno k tavnému zplynovači (11), ale je propojeno s vnějším nebo je připojeno k briketovacímu zařízení (16) pro výrobu briket.

4. Zařízení pro přímou výrobu práškového železa podle nároku 3, **vyznačující se tím, že** potrubí (12g) přivádějící pálené vápno je instalováno mezi fluidním ložem vypalovací pece (12) a uvedeným briketovacím zařízením (16) pro dodávání části páleného vápna poté co je vypáleno uvnitř uvedeného fluidního lože redukční pece (12).

5. Zařízení pro přímou výrobu práškového železa podle kteréhokoliv z nároků 3 a 4, **vyznačující se tím, že** první ohřívač plynu (142) a druhý ohřívač plynu (132) jsou instalovány, v uvedeném pořadí, mezi prvním potrubím (14b) přivádějícím plyn a čtvrtým potrubím (13e) odvádějícím výstupní plyn a mezi druhým potrubím (13b) přivádějícím plyn a šestým potrubím (12e) odvádějícím výstupní plyn.

6. Způsob přímé výroby roztaveného železa za požití uhlí jako paliva obsahuje kroky:

odvádění vysokoteplotního redukčního plynu z tavného zplynovače (11) do fluidního lože vápence vypalovací pece (12) k vypálení vápence;

zavádění redukčního plynu do druhého fluidního lože redukční pece (13) stejně tak jako přímé výrobě práškové železa; a

zavádění výstupního plynu z uvedeného druhého fluidního lože redukční pece do prvního fluidního lože redukční pece (14) (umístěného nad uvedeným druhým fluidním ložem pece (13)) k předehřátí a předredukci práškové železné rudy; a dodávání vypáleného vápence a konečně vyredukovaného železa do tavného zplynovače (11) k výrobě roztaveného železa, **vyznačující se tím,**

že 30 až 50 % přísady vápence je upraveno uvedeným fluidním ložem vypalovací pece (12) a zbývajících 50 až 70 % vápence je upraveno v uvedeném prvním fluidním loži redukční pece (14); a

že kyslík je vstřikován do prvního a druhého ohřívače plynu (132) a (142) ke spálení části redukčního plynu za účelem přizpůsobení teploty redukčního plynu teplem, které je takto vytvořeno.

7. Způsob podle nároku 6, **vyznačující se tím, že** uvedené první fluidní lože redukční pece (14) je udržováno při teplotě fluidního lože 750 až 800 °C a uvedené druhé fluidní lože redukční pece (13) je udržováno při teplotě fluidního lože 830 až 870 °C.

8. Zařízení pro přímou výrobu roztaveného železa za použití uhlí jako paliva zahrnuje:

první fluidní lože redukční pece (34) pro první předredukci a vypálení práškové železné rudy a jemných přísad;

druhé fluidní lože redukční pece (33) pro druhou předredukci práškové železné rudy a vypálení jemných přísad;

třetí fluidní lože redukční pece (32) pro přijímání práškové železné rudy a jemných přísad podruhé redukováných a vypálených uvedeným druhým fluidním ložem redukční pece (33), a pro přijímání dodatečně práškové železné rudy a jemných přísad pro přidání k nim pro uvedené první fluidní lože redukční pece (34), a pro využití výstupního plynu z uvedeného tavného zplynovače (31) ke konečné redukci práškové železné rudy a ke konečnému vypálení jemných přísad;

tavný zplynovač (31) pro přijímání konečně předredukované práškové železné rudy a konečně vypálených přísad z uvedeného třetího fluidního lože redukční pece (32) k jejich tavení a redukování za účelem výroby roztaveného železa;

prachový cyklón (311) pro zavádění jemných prachových částic (oddělených od redukčního plynu) z uvedeného tavného zplynovače (31) do zařízení (312) pro recyklaci prachu a pro dodávání výstupního plynu (odděleného od prachových částic) do uvedeného třetího fluidního lože redukční pece (32);

tavný hořák (313) instalovaný na uvedeném tavném zplynovači (31) pro přijímání jemných prachových částic z uvedeného zařízení (312) pro recyklaci prachu a vstřikování těchto částic do uvedeného tavného zplynovače (31);

viřivé cyklóny (321), (331) a (341) pro zachytávání jemných prachových částic výstupního plynu z uvedeného fluidního lože redukčních pecí (32), (33) a (34) pro jejich recirkulaci zpět do uvedených jednotlivých fluidních loží redukčních pecí;

Venturiho pračku (35) plynu pro přijímání výstupního plynu z uvedeného viřivého cyklónu (341) prvního fluidního lože redukční pece (34) k zachytávání zbytkových prachových částic a jejich ochlazování s tím, že:

uvedené první fluidní lože redukční pece (34) je připojeno k potrubí (34f) přivádějícímu surový materiál pro přijímání práškové železné rudy a jemných přísad; uvedené potrubí (34f) přivádějící surový materiál je připojeno k potrubí (34f₁) přivádějícímu práškovou železnou rudu (které je připojeno ke zdroji práškové železné rudy); uvedené potrubí (34f) je dále připojeno k prvnímu potrubí (34f₂) přivádějícímu přísady (které je připojeno ke zdroji přísady); uvedené první fluidní lože redukční pece (34) je propojeno prvním potrubím (34a) odvádějícím práškové železo s uvedeným druhým fluidním ložem redukční pece (33) pro odvádění železné rudy; uvedená první pec (34) je svým dnem a prvním potrubím (34b) přivádějícím plyn připojena k uvedenému druhému fluidnímu loži redukční pece (33) pro příjem plynu; vrchní část uvedené první pece (34) je připojena k prvnímu potrubí (34c) odvádějícímu výstupní plyn, pro odvádění plynu; první potrubí (34c) odvádějící výstupní plyn je připojeno k uvedenému prvnímu viřivému cyklónu (341); a uvedená první fluidní lože redukční pece (34) je propojeno prvním okružním prachovým potrubím (34d) s uvedeným prvním viřivým cyklónem (341) k cirkulaci prachových částic;

Venturiho pračka (35) plynu je připojena druhým potrubím (34e) odvádějícím výstupní plyn k uvedenému prvnímu vířivému cyklónu (341);

druhé fluidní lože redukční pece (33) je propojeno druhým potrubím (33a) odvádějícím práškové železo s uvedeným třetím fluidním ložem redukční pece (32); uvedená druhá pec (33) je připojena svým dnem a druhým potrubím (33b) přivádějícím plyn ke třetímu fluidnímu loži redukční pece (32); uvedená druhá pec (33) je svojí vrchní částí připojena k třetímu potrubí (33c) odvádějícímu výstupní plyn; uvedené potrubí (33c) odvádějící výstupní plyn je propojeno s uvedeným vířivým cyklónem (331); a druhé fluidní lože redukční pece (33) je propojeno druhým prachovým okružním potrubím (33d) s uvedeným druhým vířivým cyklónem (331) k cirkulaci prachových částic;

uvedený druhý vířivý cyklón (331) je připojen ke čtvrtému potrubí (33e) odvádějícímu výstupní plyn a toto potrubí (33e) je připojeno k uvedenému prvnímu potrubí (34b) přivádějícímu plyn, pro dodávání výstupního plynu do uvedeného prvního fluidního lože redukční pece (34) poté co je oddělen od jemných prachových částic;

uvedené třetí fluidní lože redukční pece (32) je připojeno ke druhému potrubí (32f) přivádějícímu přísadu; uvedené potrubí (32f) je připojeno k prvnímu potrubí (34f₁) přivádějícímu přísady, pro přivádění přísady jako je vápenec nebo dolomit ze zdroje přísady; uvedené třetí fluidní lože redukční pece (32) je připojeno ke třetímu potrubí (32a) odvádějícímu práškové železo pro odvádění konečně redukovaného železa a vypáleného páleného vápna; uvedené potrubí (32a) je připojeno k tavnému zplynovači (31); uvedené třetí fluidní lože redukční pece (32) je připojeno svým dnem a třetím potrubím (32b) přivádějícím plyn k uvedenému prachovému cyklónu (311) pro přijímání plynu; uvedená třetí pec (32) je svojí vrchní částí připojena k pátému potrubí (32c) odvádějícímu plyn, pro odvod výstupního plynu; uvedené potrubí (32c) je připojeno k uvedenému třetímu vířivému cyklónu (321); a uvedené třetí fluidní lože redukční pece (32) je připojeno okružním prachovým potrubím (32d) k uvedenému třetímu vířivému cyklónu (321); a

uvedený třetí vířivý cyklón (321) je připojen k šestému potrubí (32e) odvádějícímu výstupní plyn a toto potrubí (32e) je připojeno ke druhému potrubí (33b) přivádějícímu plyn, pro dodávání výstupního plynu do uvedeného fluidní lože redukční pece (33) poté co je oddělen od jemných prachových částic; a uvedený tavný zplynovač (31) je připojen k potrubí (31a) odvádějícímu redukční plyn; uvedené potrubí (31a) je připojeno k uvedenému prachovému cyklónu (311); a uvedené zařízení (312) pro recyklaci prachu je propojeno potrubím (31b) odvádějícím prach s uvedeným prachovým cyklónem (311) a dále je připojeno k potrubí (31c) vstřikujícímu prach k tavicímu hořáku (313) (který je instalován na uvedeném tavném zplynovači (31)).

9. Zařízení pro přímou výrobu roztaveného železa podle nároku 8, **vyznačující se tím, že** první ohříváč plynu (342) a druhý ohříváč plynu (332) je instalován, v uvedeném pořadí, mezi uvedeným prv-

ním potrubím (34b) přivádějícím plyn a uvedeným čtvrtým potrubím (33e) odvádějícím výstupní plyn a mezi uvedeným druhým potrubím (33b) přivádějícím plyn a šestým potrubím (32e) odvádějícím výstupní plyn.

10. Způsob přímé výroby roztaveného železa za použití uhlí jako paliva obsahuje kroky:

zavádění práškové železné rudy a části jemné přísady (odpovídající 50 až 70 % z celkového potřebného množství přísady) skrze potrubí (34f) přivádějící surový materiál do prvního fluidního lože redukční pece (34) k předehřátí a předredukci práškové železné rudy a k vypálení přísady užitím výstupního plynu z druhého fluidního lože typu redukční pece (33);

zavádění předehřáté a předredukované práškové železné rudy a vypálené přísady z uvedeného prvního fluidního lože redukční pece (34) do uvedeného druhého fluidního lože redukční pece (33) k druhé předredukci a k vypálení práškové železné rudy a přísady, užitím výstupního plynu z třetího fluidního lože redukční pece (32);

zavádění 30 až 50 % z přísady (z celkového potřebného množství přísady) a přijímání předredukované práškové železné rudy a vypálené přísady podruhé předredukovaných a vypálených z uvedeného druhého fluidního lože redukční pece (33) ke konečné předredukci a vypálení práškové železné rudy a přísad užitím výstupního plynu z tavného zplynovače (31); a nakonec

zavádění předredukované práškové železné rudy a konečně vypálené přísady z uvedeného třetího fluidního lože redukční pece (32) do uvedeného tavného zplynovače (31) k jejich tavné redukci za účelem výroby roztaveného železa.

11. Způsob podle nároku 10, **vyznačující se tím, že** uvedené první fluidní lože redukční pece (34) je udržováno při teplotě fluidního lože 700 až 750 °C, **že** uvedené druhé fluidní lože redukční pece (33) je udržováno při teplotě fluidního lože 780 až 820 °C, a **že** uvedené třetí fluidní lože redukční pece (32) je udržováno při teplotě fluidního lože 830 až 870 °C.

12. Způsob přímé výroby roztaveného železa za použití uhlí jako paliva obsahuje kroky:

zavádění práškové železné rudy a části jemné přísady (odpovídající 50 až 70 % z celkového potřebného množství přísady) skrze potrubí (34f) přivádějící surový materiál do prvního fluidního lože redukční pece (34) k předehřátí a předredukci práškové železné rudy a k vypálení přísady užitím výstupního plynu z druhého fluidního lože typu redukční pece (33);

zavádění předehřáté a předredukované práškové železné rudy a vypálené přísady z uvedeného prvního fluidního lože redukční pece (34) do uvedeného druhého fluidního lože redukční pece (33) k druhé předredukci a k vypálení práškové železné rudy a přísady užitím výstupního plynu z třetího fluidního lože redukční pece (32);

zavádění 30 až 50 % z přísady (z celkového potřebného množství přísady) a přijímání předredukované práškové železné rudy a vypálené přísady podruhé předredukovaných a vypálených z uvedeného druhého fluidního lože redukční pece (33) ke konečné předredukci a vypálení práškové železné rudy a přísad užitím výstupního plynu z tavného zplynovače (31); a nakonec

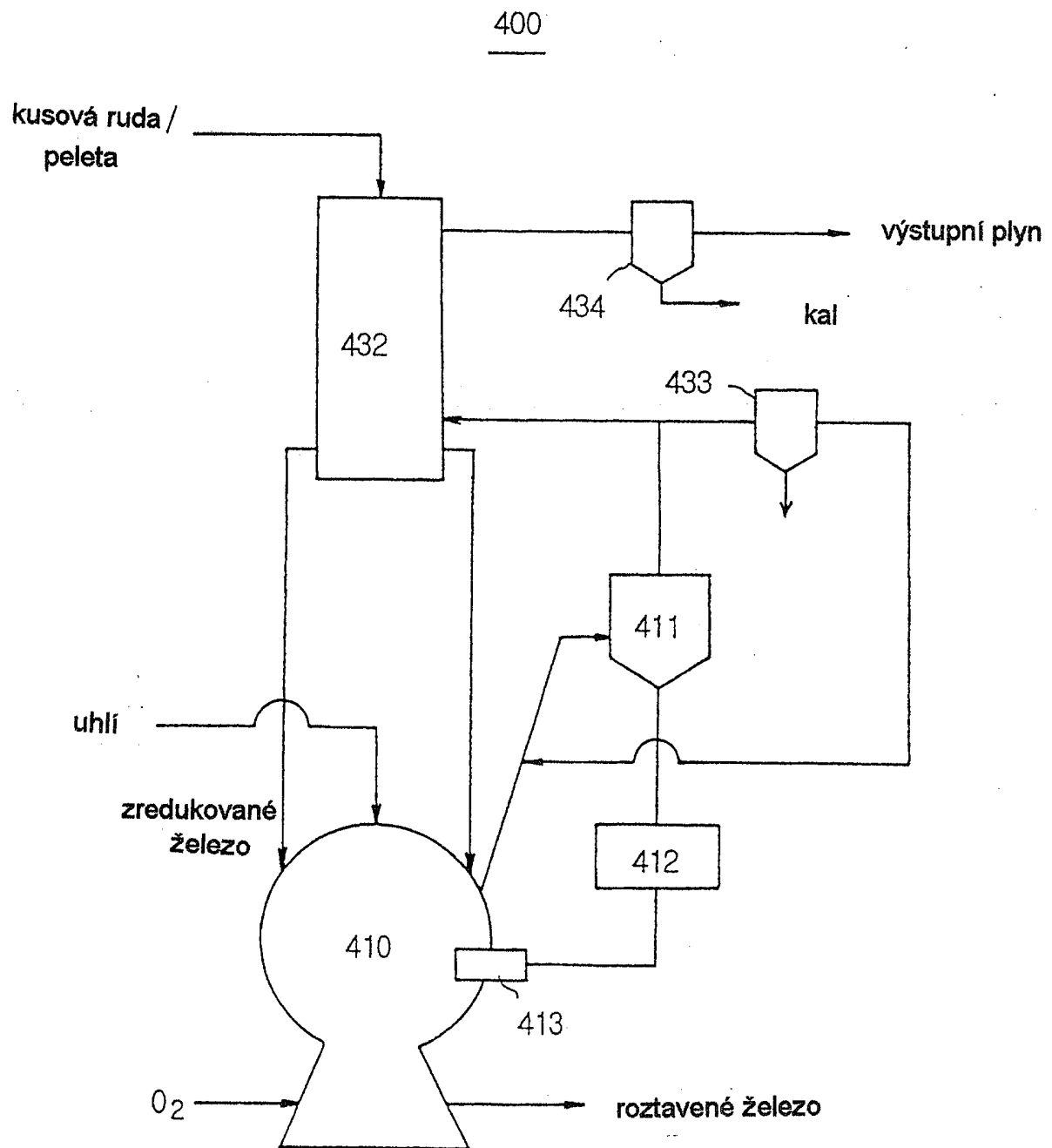
a zavádění předredukované práškové železné rudy a konečně vypálené přísady z uvedeného třetího fluidního lože redukční pece (32) do uvedeného tavného zplynovače (31) k jejich tavné redukci za účelem výroby roztaveného železa; a dále

přivádění kyslíku do uvedeného prvního a druhého ohříváče plynu (332) a (342) ke spálení části redukčního plynu za účelem přizpůsobení teploty redukčního plynu.

13. Způsob podle nároku 12, **vyznačující se tím, že** uvedené první fluidní lože redukční pece (34) je udržováno při teplotě fluidního lože 700 až 750 °C, **že** uvedené druhé fluidní lože redukční pece (33) je udržováno při teplotě fluidního lože 780 až 820 °C, a **že** uvedené třetí fluidní lože redukční pece (32) je udržováno při teplotě fluidního lože 830 až 870 °C.

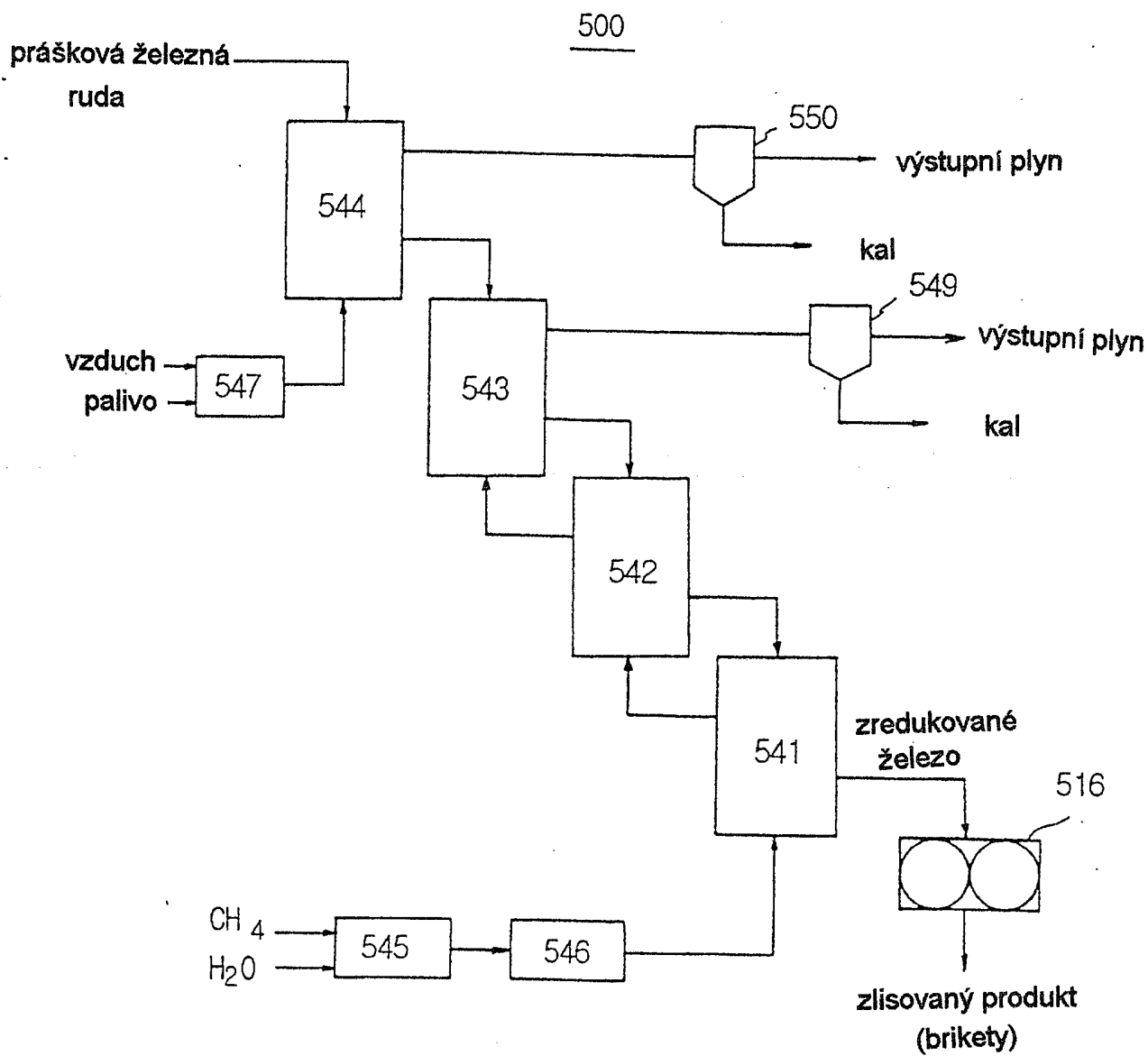
1 / 5

Obr. 1



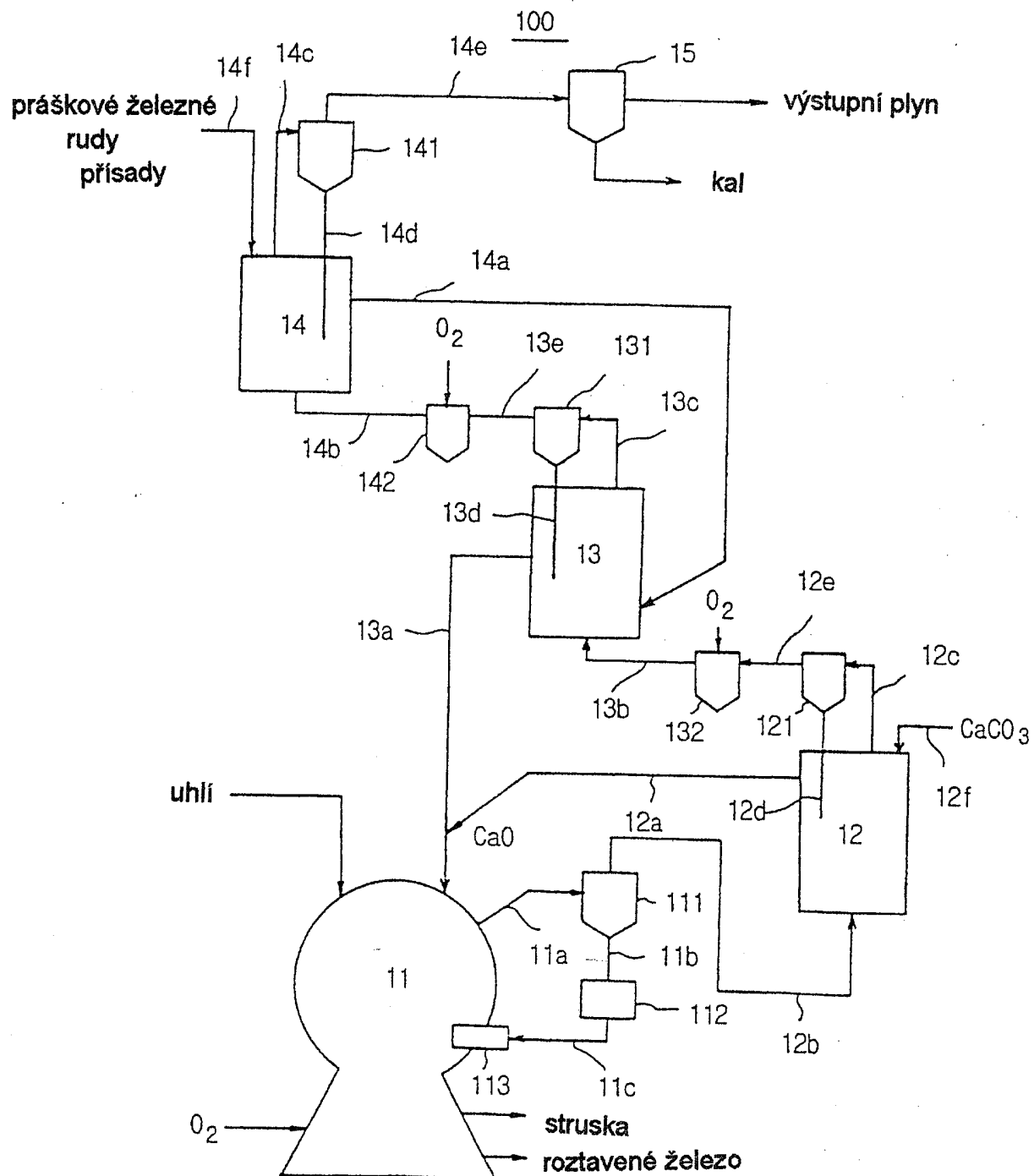
2/5

Obr. 2



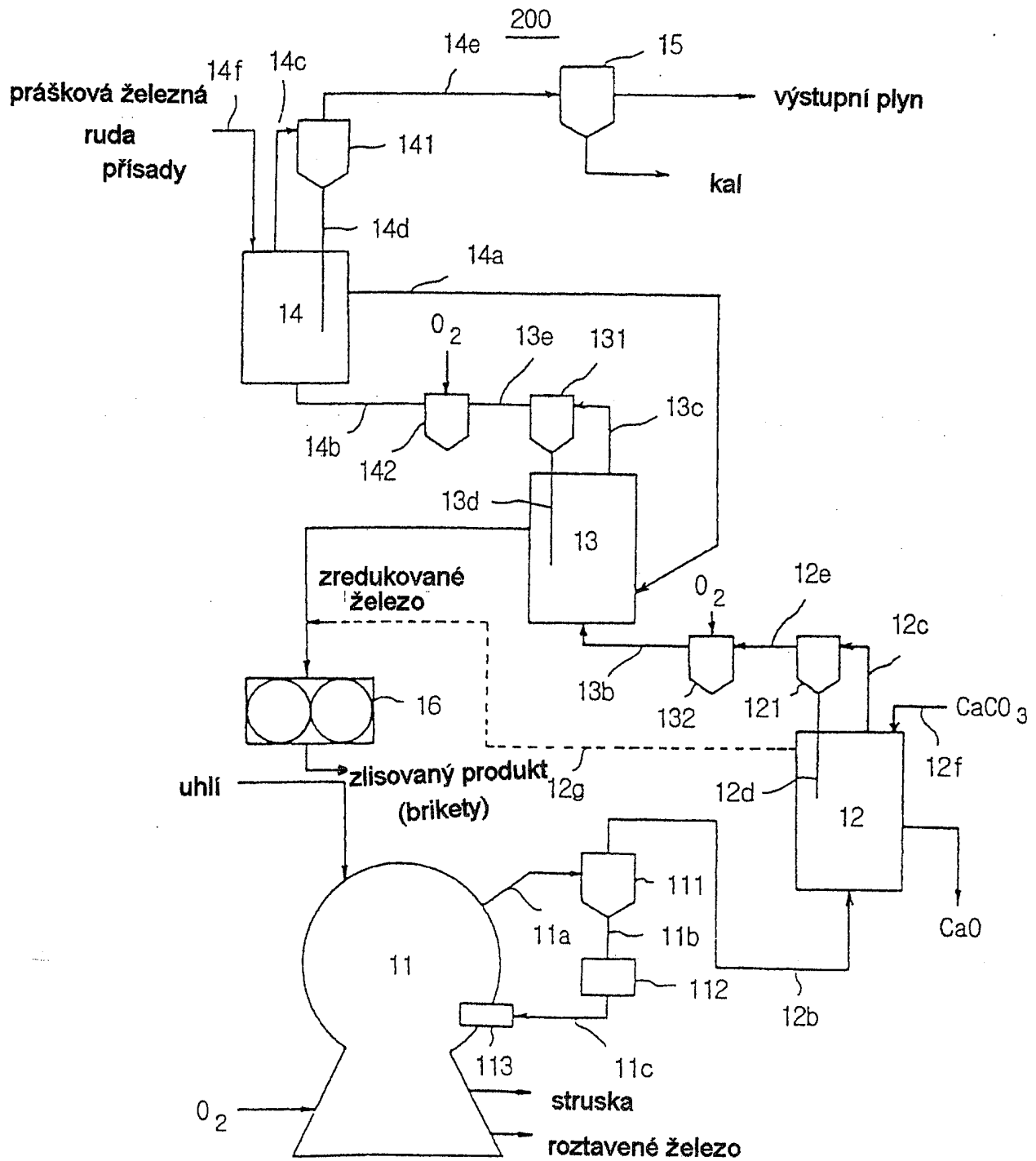
3/5

Obr. 3



4 / 5

Obr. 4



RV 1999-1988
29.10.99

WO 99/32668

PCT/KR98/00438

5/5

Obr. 5

