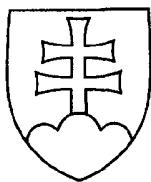


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) SK



ÚRAD  
PRIEMYSELNÉHO  
VLASTNÍCTVA  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

## PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

**286892**

- (21) Číslo prihlášky: 1568-2002  
(22) Dátum podania prihlášky: 20. 4. 2001  
(24) Dátum nadobudnutia účinkov patentu: 6. 7. 2009  
Vestník ÚPV SR č.: 7/2009  
(31) Číslo prioritnej prihlášky: A 839/2000  
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky: 15. 5. 2000  
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority: AT  
(40) Dátum zverejnenia prihlášky: 2. 5. 2003  
Vestník ÚPV SR č.: 5/2003  
(47) Dátum sprístupnenia patentu verejnosti: 12. 6. 2009  
(62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:  
(67) Číslo pôvodnej prihlášky úžitkového vzoru v prípade odbočenia:  
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT: PCT/EP01/04543  
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT: WO01/88207  
(96) Číslo podania európskej patentovej prihlášky:

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl. (2009):  
**C21B 5/00**  
**C21B 13/14**

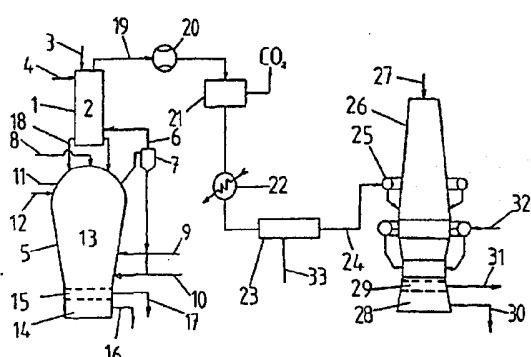
(73) Majiteľ: **VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau GmbH & CO, Linz, AT;**

(72) Pôvodca: **Kepplinger Leopold Werner, Leonding, AT;  
Mizelli Herbert, Micheldorf, AT;  
Wurm Johann, Bad Zell, AT;**

(74) Zástupca: **Tomeš Pavol, Ing., Bratislava, SK;**

(54) Názov: **Spôsob a zariadenie na výrobu surového železa alebo tekutých ocelových polotovarov zo vsádzok obsahujúcich železnú rudu**

(57) Anotácia:  
Je opísaný spôsob výroby surového železa alebo tekutých ocelových polotovarov vo vysokej peci, pričom aspoň z čiastkového prúdu vysokopecného plynu vystupujúceho z redukčnej šachtovej pece (1) sa odstráni CO<sub>2</sub>, prípadne sa neúplným spaľovaním s kyslíkom ohreje a ako redukčný plyn sa zavedie do vysokej pece (26). Zariadenie spočíva v tom, že aspoň jedno vedenie (25) na zavedenie teplého vysokopecného plynu je vytvorené v spodnej oblasti šachty vysokej pece (26).



## Oblast' techniky

Vynález sa týka spôsobu výroby surového železa alebo tekutých oceľových polotovarov vo vysokej peci, príčom aspoň z jedného čiastkového prúdu vysokopecného plynu, vystupujúceho z redukčnej šachtovej pece, sa odstráni CO<sub>2</sub>, prípadne sa ohreje a ako redukčný plyn sa zavedie do vysokej pece, a taktiež zariadenia na uskutočnenie tohto spôsobu.

## Doterajší stav techniky

Tento spôsob je známy z DE 4421673 A1. Pri tomto spôsobe sa vysokopecný plyn po odstránení CO<sub>2</sub> zmieša s horúcim dusíkom alebo s horúcim plnom obsahujúcim dusík a argón a tým sa ohreje na teplotu cez 800 °C. Pritom sa ohriaty a CO<sub>2</sub> zbavený vysokopecný plyn privádzza do vysokej pece horúcim okružným vzduchovodom. Ohrev vysokopecného plynu sa pritom musí uskutočňovať mimoriadne rýchlo za eliminácie reakcie plynného CO podľa Boudouardovej rovnováhy, prípadne za eliminácie reakcie plynného H<sub>2</sub> podľa heterogénnej reakcie vodného plynu, čím vznikajú značné požiadavky na vedenie procesu a na zariadenie.

Spôsob priamej redukcie železných rúd je opísaný v US 3954444 A1. Pri ňom sa zo šachtovej pece odťahuje časť redukčného plynu, upravuje sa a následne sa opäť privádzza do šachtovej pece. Vo zvláštnej podobe uskutočnenia sa pritom redukčný plyn môže dopravovať ako redukčný prostriedok do vysokej pece. Tiež v tomto spôsobe je regenerácia vysokopecného plynu ľažká a kladie značné požiadavky na vedenie procesu a zariadenie.

## Podstata vynálezu

Z hľadiska stavu techniky je úlohou vynálezu vyvinúť spôsob a taktiež zariadenie na uskutočnenie spôsobu, ktorými sa v porovnaní so stavom techniky dosiahne zlepšená energetická bilancia a taktiež zlepšené vedenie procesu.

Stanovená úloha sa podľa vynálezu vo vzťahu k spôsobu vyrieši znakmi význakovej časti nároku 1 a vo vzťahu k zariadeniu sa vyrieši znakmi význakovej časti nároku 5.

Ako šachta je odborníkmi označovaný horný zrezaný kužeľ vysokej pece, ktorý tvorí tri päťiny jej výšky.

Rozhodujúce výhody vo vedení spôsobu sa v porovnaní so stavom techniky docielia význakovou časťou podľa vynálezu, podľa ktorého sa ohriaty vysokopecný plyn zavádzza do spodnej oblasti šachty vysokej pece.

Vynález najmä spočíva v úplnom ďalšom využití vysokopecného plynu zo šachtovej pece. Pritom sa vysokopecný plyn zo šachtovej pece znova využíva najmä s ohľadom na svoje redukčné vlastnosti. Jeden čiastkový prúd tohto vysokopecného plynu sa pritom môže podľa spôsobu podľa vynálezu zaviesť do vysokej pece, naproti tomu ďalší čiastkový prúd sa môže použiť napríklad na výrobu energie. Podstatné však je, že sa vysokopecný plyn odťahuje po prechode šachtovou pecou. Spôsobom podľa vynálezu sa v porovnaní so stavom techniky dosahuje viac efektívny ohrev vysokopecenej vsádzky v šachtovej peci, ktorý predstavuje podstatné kritérium na prevádzku.

Podľa zvlášť prednostného uskutočnenia vynálezu sa všetok vysokopecný plyn zo šachtovej pece zavádzza do vysokej pece.

Dalej sa niektorým podľa vynálezu uvádzaným prívodom plynu nad rozporom termicky odľahčí rozpor a zarážka a zlepší sa permeabilita plynu v tejto oblasti a odvodnenie tekutej fázy.

Miesto prívodu vysokopecného plynu je pritom v spodnej oblasti šachty vysokej pece definované v podstate podľa zloženia vysokopecného plynu používaného pri spôsobe.

Podľa každého vysokopecného plynu, ktorý má zvláštne charakteristické zloženie podľa spôsobu z ktorého pochádza, sa musí za známych rámcových podmienok zistiť miesto zavedenia plynu do šachty vysokej pece, ktoré umožňuje prevádzku vysokej pece optimalizovať.

O citovanom mieste na šachte vysokej pece, na ktorom sa do vysokej pece zavádzza vysokopecný plyn, možno uviesť nasledujúce:

Miesto zavedenia sa všeobecne nachádza nad kohéznou zónou, prípadne nad zónou priamej redukcie, a tým tiež na šachte vysokej pece. Poloha miesta zavedenia vysokopecného plynu na šachte vysokej pece je stanovená tak podľa teploty a zloženia vysokopecného plynu, ako aj podľa chodu vysokej pece. Pritom je rozhodujúci účinok, ktorý sa zavedením vysokopecného plynu dosahuje.

Čo sa toho týka, spočíva na nastavenie zloženia vysokopecného plynu rozhodujúci účinok vysokopecného plynu na vsádzku vo vysokej peci tak vo zvýšení podielu nepriamej redukcie prívodom redukčného plynu, príčom sa v rovnakom rozsahu znižuje podiel priamej redukcie, ktorá vo vysokej pece vedie k neočakávanej spotrebe uhlíka a k silnému energetickému zaťaženiu procesu, ako aj v zreteľne vyššej rýchlosťi ohrevu a tým v menšom rozpade rudy a taktiež s tým spojených väčších reakčných objemoch v šarži vysokej pece.

Podľa prednostného uskutočnenia vynálezu je teplota vysokopečného plynu pred vstupom do vysokej pece vyššia ako  $750\text{ }^{\circ}\text{C}$ , prednostne je medzi  $750\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $1\ 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , výhodne medzi  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $920\text{ }^{\circ}\text{C}$  a predovšetkým výhodne medzi  $820\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $880\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pričom sa tento plyn zavádzá na redukciu vo vysokej peci na spodnom konci šachty vysokej pece.

5 Pritom sa na mieste zavedenia plynu do jestvujúcich, stavu techniky zodpovedajúcich vysokých pecí dosahujú vo vonkajších vrstvách šarže vysokej pece teploty až  $1\ 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vo výhodnom uskutočnení menej ako  $1\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$  a v predovšetkým výhodnom uskutočnení menej ako  $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

10 10 Podľa predovšetkým výhodnej podoby uskutočnenia sa pri spôsobe výroby surového železa alebo tekutých polotovarov ocele uskutočňuje splynovačom redukovanie častice železa na surové železo a pritom sa vytvára redukčný plyn. Tento redukčný plyn je najmä vhodný na nasledujúce použitie v redukčnej šachtovej peci a ďalej slúži ako základ pre vysokopečný plyn, ktorý sa v zmysle vynálezu zavádzá do spodnej oblasti šachty vysokej pece.

15 15 Podľa ďalšieho znaku vynálezu sa vysokopečný plyn zbavený  $\text{CO}_2$  ohrieva neúplným spaľovaním na  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

20 20 Týmto spôsobom tak neúplným spaľovaním nastáva vo vysokopečnom plyne nastavenie obsahu  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ , zodpovedajúce, ako bolo uvedené, zloženie vysokopečného plynu zavádzaného do vysokej pece, najmä na zabránenie vylúčenia uhlíka vo vysokej peci. Zníženie výstupu jemného uhlíka pozitívne pôsobí na energetický obsah procesu.

25 25 Keď sa vychádza z predpokladu pre spôsob typického zloženia vysokopečného plynu, neznižuje sa zavedením vysokopečného plynu do vysokej pece v spodnej oblasti šachty vysokej pece len spotreba koksu, ale okrem toho sa tiež nastaví oxidáčny stupeň zavedeného vysokopečného plynu na hodnotu v oblasti vysokej pece, kam sa má vysokopečný plyn zaviesť a týmto spôsobom sa optimalizuje prevádzka vysokopečného agregátu.

30 30 Ak bol vysokopečný plyn privádzaný už pomocou jestvujúceho horúceho okružného vzduchovodu a musel preto mať nízky obsah  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$ , je pri zavádzaní plynu na miesto pomocou jestvujúceho horúceho okružného vzduchovodu na šachte vysokej pece výslovne požadovaný vyšší obsah  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$ .

35 35 Opatreniami podľa vynálezu, pomocou ktorých sa vysokopečný plyn zbavený  $\text{CO}_2$  ohrieva neúplným spaľovaním, sa nahradzujú postupové kroky podľa stavu techniky, podľa ktorých sa vysokopečný plyn ohrieva horúcim dusíkom alebo plynom obsahujúcim dusík alebo argón a zavádzá sa vhodnejšia forma ohrevu vysokopečného plynu. Aspoň čiastočnou oxidáciou vysokopečného plynu nastane rozhodujúce zvýšenie teploty plynu. Tak sa sice opäť po predradenom, v stave techniky už známom odstránení  $\text{CO}_2$ , zvýší obsah  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$  vo vysokopečnom plyne, ale v rozsahu, ktorý je určený premenným pôsobením medzi zložením plynu a miestom zavedenia vysokopečného plynu na šachte vysokej pece. Zvýšenie podielu  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$  je okrem toho tak malé, že pokial' sa týka spôsobu podľa najbližšieho stavu techniky, nejde zaznamenať zreteľné zniženie redukčného výkonu.

35 Za výhody tohto spôsobu je ďalej považované:

40 40 Pomocou vzhľadom na stav techniky modifikovaným miestom prívodu plynu do vysokej pece je možné neúplným spaľovaním jednoducho ohrievať vysokopečný plyn na požadovanú teplotu, pretože podiely  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$  nepôsobia v zásade rušivo. Nevhodný ohrev vysokopečného plynu zmiešaním s horúcim plynným dusíkom alebo plynným argónom, ktorý je opísaný v stave techniky, je týmto spôsobom prekonaný. Zvýšenie podielu nepriamej redukcie vo vysokej peci vedie ku zreteľným úsporám energie, čím môže byť vysoká pec prevádzkovaná zreteľne lepšie tak z hľadiska energetického obsahu, ako aj množstva plynu.

45 45 Podľa ďalšieho znaku vynálezu sa vysokopečný plyn zbavený  $\text{CO}_2$  prídavne ku svojmu neúplnému spaľovaniu ohrieva rekuperatívne a/alebo regeneratívne.

50 50 Pritom sa rekuperatívny a/alebo regeneratívny ohrev a neúplné spaľovanie prispôsobuje navzájom aj v nadváznosti na celý proces, čím sa získá predovšetkým efektívna a jednoduchá možnosť nastavenia obsahu  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ .

55 55 Ak sa stanoví miesto zavedenia redukčného plynu do vysokej pece, nastaví sa obsah  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$  v redukčnom plyne cielenou zmenou parametrov odstraňovania  $\text{CO}_2$  a/alebo predhrevom, a/alebo parciálnou oxidáciou prispôsobenou chodу vysokej pece.

60 60 Pomocou ohrevu vysokopečného plynu v dvoch stupňoch s rekuperatívnym a/alebo regeneratívnym predhrevom a nasledujúcim neúplným spaľovaním sa zabráni vzniku kovového prášku a taktiež vylúčenie prebytku uhlíka vo vysokej peci.

65 65 Podľa najmä predostného uskutočnenia vynálezu sa vysokopečný plyn zbavený  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$  pred ďalším spaľovaním rekuperatívne alebo regeneračne predhrieva na teplotu medzi  $300$  a  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ , predostne medzi  $400$  a  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

70 70 Týmto opatrením je možná mimoriadne priažnivá úprava procesu, ktorá sa vyznačuje práve výhodným zladením predhrevu s neúplným spaľovaním. Pomocou rekuperatívneho a/alebo regeneratívneho predhrevu sa môže ľahko, prípadne len minimálne zvýšiť obsah  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$  vo vysokopečnom plyne, čo sa môže javiť ako výhodné v ďalšom postupe.

**Prehľad obrázkov na výkresoch**

5 V nasledujúcim je vynález bližšie objasnený na príklade uskutočnenia pomocou schematického obrázka zariadenia podľa vynálezu a taktiež priebehu spôsobu výroby surového železa alebo tekutých oceľových polotovarov zo vsádzok obsahujúcich železnú rudu.

**Príklady uskutočnenia vynálezu**

10 Do redukčnej zóny 2 zariadenia na priamu redukciu, vytvoreného ako redukčnú šachtovú pec 1, sa zhora cez prvý prívod 3 dávkuje kusová vsádzka obsahujúca oxid železa, prípadne spoločne cez druhý prívod 4 s privádzanou nespáliteľnou prísadou. Šachtová pec 1 je pripojená k splynovaču 5, v ktorom sa vyrába z uhlíkového nosiča a kyslíka obsahujúceho plynu redukčný plyn, ktorý sa privádza tretím prívodom 6 do šachtovej pece 1, pričom v treťom prívode 6 je umiestnený čistič plynu a/alebo chladič 7 plynu.

15 Splynovač 5 má štvrtý prívod 8 na pevné kusové nositele uhlíka, piaty prívod 9 na spätné vedenie prachu, šiesty prívod 10 na kyslík obsahujúci plyny a prívody 11, 12 na nositele uhlíka, ktoré sú pri teplote okolia tekuté alebo plynné, ako uhlíkovodíky a taktiež na spáliteľné prísady. V splynovaci 5 sa pod splynovacou zónou 13 zhromažďujú surové železo 14 a roztavená tekutá troska 15, ktoré sa odpichujú odpichmi 16, 17.

20 V šachtovej peci 1 v redukčnej zóne 2 do železnej huby redukovaná kusová ruda sa spoločne s v redukčnej zóne 2 spáliteľnými prísadami prevádzka cez prvé vedenie 18, spojujúce šachtovú pec 1 so splynovacom 5, do splynováča 5, napríklad pomocou neznázornených vyvážiacich závitoviek.

25 Na hornej časti šachtovej pece 1 je pripojený odvod 19 na vysokopečný plyn vytvárajúci sa v redukčnej zóne 2. Tento vysokopečný plyn, ktorý má teplotu 200 až 400 °C, sa privádza cez čistič 20 plynu k práčke 21 CO<sub>2</sub> a pri jej výstupe má teplotu okolia. Chemické zloženie vysokopečného plynu je v podstate nasledujúce:

	CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> + zvyšok
objemové %	35	40	20	5

Po výstupe z práčky 21 CO<sub>2</sub> na vysokopečný plyn zbavený CO<sub>2</sub> v podstate má nasledujúce chemické zloženie:

	CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> + zvyšok
objemové %	2	60	30	8

30 Vysokopečný plyn sa ďalej privádza do rekuperátora alebo regenerátora 22, v ktorom sa ohrieva na teplotu 450 °C. Potom pokračuje vyčistený a v podstate CO<sub>2</sub> zbavený vysokopečný plyn do vykurovacieho reaktora 23, v ktorom sa neúplne spaľuje za prívodu tretím vedením 33 kyslíka obsahujúceho média, najmä čistého kyslíka. Pritom plyn docieli teplotu 850 °C. Čiastočne spálený plyn má v podstate nasledujúce zloženie:

	CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> + zvyšok
objemové %	5	58	29	8

35 Ohriatý vysokopečný plyn sa privádza cez druhé vedenie 24 k prstencovému vedeniu 25 vysokej pece 26 a do vysokej pece 26 sa zavádzajú zo spodnej oblasti šachty vysokej pece 26. Do vysokej pece 26, ktorá môže byť ľubovoľného jestvujúceho typu, sa cez deviaty prívod 27 zhora privádza oxid železa, koks a prísady. Roztavené surové železo 28 a roztavená troska 29 sa odvádzajú zvyčajným spôsobom odpichmi 30, 31 vysokej pece 26. Teplý dúchaný vzduch sa privádza prívodom 32 teplého vzduchu.

40 Pri tomto spôsobe a taktiež na tomto zariadení sa podľa vynálezu získajú nasledujúce výhody:

45 - Predovšetkým efektívne rozšírenie kapacity výroby železa pri už existujúcich vysokých peciach 26 spôsobom priamej redukcie, pretože vysokopečný plyn zo spôsobu priamej redukcie sa výhodne používa vo vysokej pece 26 a tak dochádza ku zhodnoteniu pri spôsobe priamej redukcie vznikajúceho vysokopečného plynu k prí-

45 - Rast výkonu vysokej pece zvýšením redukčného stupňa prostredníctvom nepriamej redukcie vysokopečnej vsádzky a tým zlepšenie využitia tepla na zarážku a v oblasti ohniska vysokej pece 26.

- Efektívna kalcinácia kusových prísad, ak sa tieto vo vysokej peći 26 používajú.

## P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Spôsob výroby surového železa alebo tekutých oceľových polotovarov zo vsádzok obsahujúcich železnú rudu, pričom aspoň z jedného čiastkového prúdu vysokopevného plynu, vystupujúceho z redukčnej šachtovej pece , sa odstráni CO<sub>2</sub>, podľa potreby sa ohreje a ako redukčný plyn sa zavedie do vysokej pece, v y - z n a č u j ú c i s a t y m , že CO<sub>2</sub> zbavený vysokopevný plyn sa zavedie do spodnej oblasti šachty vysokej pece (26), pričom sa pred svojím zavedením do šachty vysokej pece (26) ohrieva neúplným spaľovaním.

5 2. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t y m , že sa časť vsádzky obsahujúcej rudu redukuje v redukčnej šachtovej peci (1) pomocou redukčného plynu, pričom získané redukované časticie železa sa rozťavia v splynovači (5) s prívodom uhlia a plynu obsahujúceho kyslík za súčasného vzniku redukčného 10 plynu, ktorý sa privádza do redukčnej zóny (2) redukčnej šachtovej pece (1).

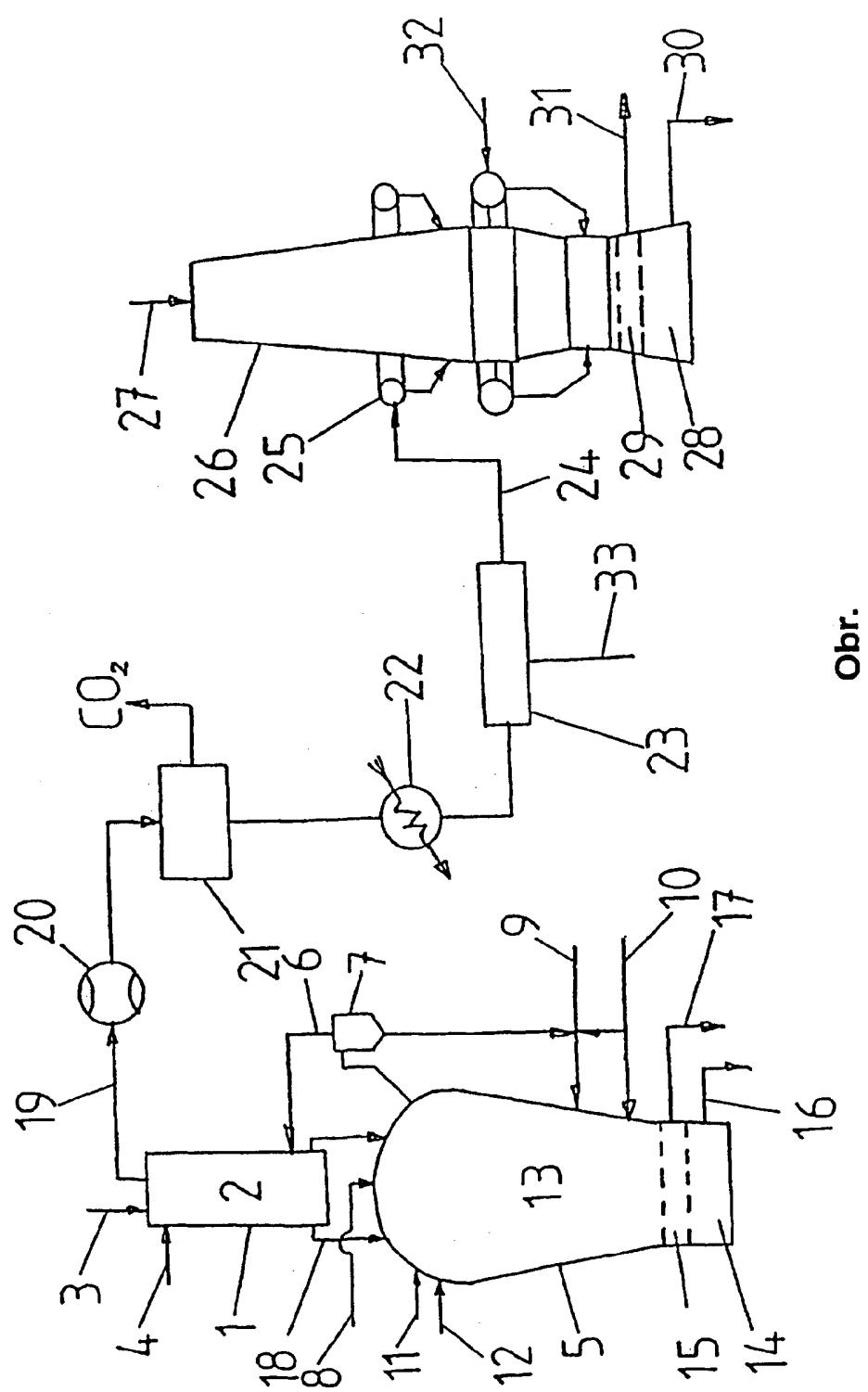
10 3. Spôsob podľa nároku 1 alebo 2, v y z n a č u j ú c i s a t y m , že sa vysokopevný plyn zbavený CO<sub>2</sub> neúplným spaľovaním ohreje na 750 °C.

15 4. Spôsob podľa nároku 3, v y z n a č u j ú c i s a t y m , že sa vysokopevný plyn zbavený CO<sub>2</sub> pred neúplným spaľovaním rekuperatívne a/alebo regeneratívne predhrieva, prednostne na teplotu medzi 300 °C a 600 °C.

20 5. Zariadenie na uskutočnenie spôsobu podľa nároku 1, aspoň s jednou vysokou pecou na výrobu surového železa alebo tekutých oceľových polotovarov a taktiež aspoň s jednou redukčnou šachtovou pecou na kusovú železnú rudu, ktorá má aspoň jedno vedenie na nej vytvorený redukčný produkt a taktiež aspoň jeden odvod na vysokopevný plyn, ktorý ústi do zariadenia na odstránenie CO<sub>2</sub>, pričom na vstup teplého vysokopevného plynu zbaveného CO<sub>2</sub> do vysokej pece je vytvorené aspoň jedno ďalšie vedenie , v y z n a č u j ú - c e s a t y m , že aspoň jedno vedenie (25) na zavedenie teplého vysokopevného plynu je vytvorené v spodnej oblasti šachty vysokej pece (26), pričom k zariadeniu na odstránenie CO<sub>2</sub> a taktiež k šachte vysokej pece (26) je pripojený reaktor (23) na neúplné spaľovanie vysokopevného plynu pred zavedením do šachty 25 vysokej pece (26).

6. Zariadenie podľa nároku 5, v y z n a č u j ú c e s a t y m , že redukčná šachtová pec (1) má aspoň jeden prívod (6) na redukčný plyn, a ktoré je vybavené aspoň jedným splynovačom (5), do ktorého ústi aspoň jedno vedenie (18), na odvádzanie redukčného produktu z redukčnej šachtovej pece (1) a viac prívodov (8, 9, 10) na plyny obsahujúce kyslík, prach a nositeľ uhlíka a taktiež z neho do redukčnej šachtovej pece (1) ústi 30 prívod (6) na vzniknutý redukčný plyn.

7. Zariadenie podľa nároku 5 alebo 6, v y z n a č u j ú c e s a t y m , že je vybavené aspoň jedným vedením (33) na prívod média obsahujúceho kyslík na neúplné spaľovanie vysokopevného plynu, prednostne pripojeným k vykurovaciemu reaktoru (23).



Obr.