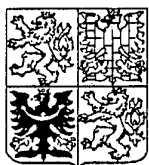


ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

- (21) Číslo přihlášky: **3631-91**
 (22) Přihlášeno: 29. 11. 91
 (30) Právo přednosti:
 29. 11. 90 DE 90/4037977
 (40) Zveřejněno: 17. 06. 92
 (47) Uděleno: 23. 03. 94
 (24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 18. 05. 94

(13) Druh dokumentu: **B6**

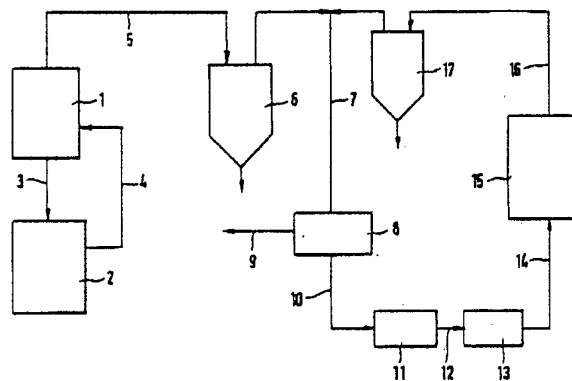
(51) Int. Cl.⁵:
C 21 B 13/02

(73) Majitel patentu:
VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau
Gesellschaft m.b.H., Linz, AT;

(72) Původce vynálezu:
Hauk Rolf dr. ing., Düsseldorf, DE;
Kepplinger Leopold-Werner dr. ing.,
Leonding-Hart, AT;

(54) Název vynálezu:
**Způsob výroby surového železa nebo
železné houby**

(57) Anotace:
Železná houba, produkovaná v redukční šachtové peci (1) ze železné rudy, se přivádí do tavicího zplynovače (2) a tam se přeměňuje na roztavené surové železo. Plyn, vznikající v tavicím zplynovači (2), se vede jako redukční plyn vedením (4) přímo do redukční šachtové pece (1). Kychtový plyn, vystupující z redukční šachtové pece (1) se po průchodu pračkou (6) a pračkou (8) odstraňující oxid uhličitý, vede alespoň z části do výměníku (11) tepla, kde je zahřát na 200 °C až 500 °C a dále přichází do zařízení (13) pro částečné spalování, kde probíhá po přidávku kyslíku jeho zahřátí na redukční teplotu.



Způsob výroby surového železa nebo železné houby

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu výroby surového železa, při kterém se železná ruda redukuje v redukční šachtové peci a tímto způsobem získaná železná houba se poté taví v tavicím zplyňovači, přičemž do tohoto tavicího zplyňovače se uvádí nosič uhlíku a oxidovatelný plyn, a v něm vznikající plyn se uvádí do redukční šachtové peci jako redukční plyn.

Dosavadní stav techniky

Způsob výroby tekutého surového železa a redukčního plynu v tavicím zplyňovači, spočívající v tom, že se částičky železné houby taví za vzniku tekutého surového železa nebo přípravného materiálu k výrobě oceli, přičemž teplo, potřebné k tavení a redukční plyn jsou produkovány přidáváním uhlí a vhnáním plynu, obsahujícího kyslík nad taveninu, jsou popsány v německém patentovém spisu č. 28 43 303. Při tomto postupu vzniká poměrně velké množství přebytkového plynu a spotřeba energie, t.j. spotřeba uhlí a kyslíku je velmi vysoká. Pokud přebytkový plyn nemůže být hospodárně využit, jsou výrobní náklady surového železa velmi vysoké. Chemická energie v přebytkovém plynu činí více než 50 % energie, dodávané ve formě uhlí a využití redukčních plynů, vznikajících v tavicím zplyňovači, je maximálně okolo 44 %.

Patent USA č. 4 225 340 popisuje, jak lze kychtový plyn zbaavit podstatného množství oxidu uhličitého a takto upravený použít pro přípravu čerstvého redukčního plynu. Redukční plyn se potom přidává k plynu, produkovánému zařízením, ve kterém se zplyňují fosilní paliva, do plynového reaktoru, zapojeného za toto zařízení a dále do plynu, vycházejícího z plynového reaktoru, a to buď přímo, nebo přes ohříváč. Plyn, produkováný plynovým reaktorem, obsahující přimísený upravený kychtový plyn, se používá jako redukční plyn v redukční šachtové peci. Tento způsob však slouží jen k výrobě železné houby bez použití tavicího zplyňovače.

Podobný způsob výroby železné houby je popsán v patentu USA č. 4.260 412. Podle něho je rovněž používán kychtový plyn z redukční šachtové pece, upravený odstraněním oxidu uhličitého, k výrobě čerstvého redukčního plynu. Jako vyvíječ plynu je používán fluidní zplyňovač, do kterého se přivádějí kychtový plyn, uhlí a vápno, jakož i kyslík a případně vodní pára.

Před tím, než se výstupní plyn z tohoto zplyňovače přivádí do redukční šachtové pece, přidává se upravený kychtový plyn přímo, jakož i přes ohříváč plynu. Také při tomto způsobu se tedy pracuje bez tavicího zplyňovače, vyrábějícího surové železo.

V německém patentovém spisu č. 34 38 487.1 je popsán způsob výroby surového železa, při kterém se kychtový plyn z redukční šachtové pece alespoň částečně zbaví oxidačních složek, oxidu uhličitého a vodní páry (CO_2 a H_2O), a takto upraven se přivádí do tavicího zplyňovače. Využití energeticky vysoce hodnotného kychtového plynu není uspokojivě řešeno.

Úplné vrácení plynů do tavicího zplyňovače po jejich čištění je možné jen při použití uhlí s obsahem těkavých podílů pod 25 %. Zahřátí kychtových plynů po jejich čištění pomocí výměníku tepla je možno pouze na úroveň, danou požadavkem efektivního využití.

Podstata vynálezu

Úkolem tohoto vynálezu je určit postup podobný shora uvedeným, jehož účelem je dosáhnout zvýšené produkce železné houby podstatným zvýšením teploty kychtových plynů bez rozkladu oxidu uhelnatého. Tento úkol je vyřešen způsobem výroby surového železa nebo železné houby, při kterém se v redukční šachtové peci redukuje suroviny, obsahující železo, na železnou houbu v přítomnosti redukčního plynu, vznikajícího v tavicím zplyňovači, vzniklá železná houba se taví v tavicím zplyňovači za přívodu pevného nosiče uhlíku a kyslíku, nebo plynů obsahujících kyslík, a při kterém se kychtový plyn, vznikající v redukční peci a případně vyčištěný od oxidujících složek, vede alespoň z části přes výměník tepla jako redukční plyn do redukční šachty šachtové pece, podle vynálezu, jehož podstatou je, že kychtový plyn z redukční šachtové pece, předem zbavený oxidujících složek a přehřátý ve výměníku na 200 až 500 °C, se přidáním kyslíku a částečným spálením zahřívá na 750 až 800 °C a zavádí se do redukční šachtové pece nebo do další redukční šachtové pece.

Při postupu podle tohoto vynálezu se s výhodou přidávají k vyčištěnému kychtovému plynu před vstupem do výměníku tepla inhibitory rozkladu oxidu uhelnatého CO, jako oxid siřičitý SO₂, sirovodík H₂S, amoniak NH₃, kyanovodík /CN/₂, oxid dusičnatý NO₂ nebo chlór Cl₂, buď jednotlivě nebo v kombinacích. Dále je možno k vyčištěnému kychtovému plynu před vstupem do výměníku tepla přidat ochlazený plyn ze zplyňovače. Ve zvláštní úpravě vynálezu se provádí částečné spalování ve fluidním reaktoru nebo v reaktoru s pohyblivou reakční vrstvou, přičemž je provoz tohoto reaktoru založen na regenerativním ohřívání keramických tělísek spalováním vyděleného plynu. Vydělený plyn se získá vypíráním oxidu uhličitého. Částečné spalování je možno provádět pomocí plasmového hořáku nebo elektrického odporového topení a přepojovatelných nepřímých výměníků tepla. Speciální úprava vynálezu předpokládá, že přehřátý kychtový plyn, zbavený oxidujících složek, se alespoň částečně přivádí přes tavicí zplyňovač do další redukční šachtové pece.

Přehled obrázků na výkrese

Na přiložených obrázcích jsou znázorněny příklady forem provedení vynálezu.

- Obr. 1 Schematické znázornění zařízení na výrobu surového železa se zahříváním kychtových plynů v zařízení pro částečné spalování a připojené k redukční šachtové peci.
- Obr. 2 Schematické znázornění zařízení pro výrobu surového železa s fluidním reaktorem, jako zařízení pro částečné spalování.

Obr. 3 Znázornění zařízení se zahříváním kychtových plynů v tavicím zplyňovači.

Obr. 4 Znázornění další formy provedení zařízení.

Příklady provedení vynálezu

Zařízení obsahuje obvyklým způsobem konstruovanou redukční šachtovou pec 1, do které jsou vstupem, který není znázorněn, přiváděny železná ruda a přísady.

Pod redukční šachtovou pecí 1 je umístěn tavicí zplyňovač 2, do kterého vedením 3 přichází redukci železné rudy vznikající železná houba, ze které se vytvářejí tavenina surového železa.

K tomu jsou do tavicího zplyňovače 2 přiváděny uhlí a kyslík. Do redukční šachtové pece 1 se z tavicího zplyňovače 2 přivádí vedením 4 redukční plyn.

Kyslíkové plyny z redukční šachtové pece 1 se vedou vedením 5 do pračky 6, kde se čistí od prachu a vodní páry /obr. 1/. Vedením 7 přichází plyn do pračky 8 oxidu uhličitého, která může být konstruována zároveň jako tlumič kolísání tlaku. Odtud se vedením 9 vede zbytkový plyn, bohatý na oxid uhličitý, k dalšímu použití a vedením 10 redukční plyn, který má být zahřát, k výměníku 11 tepla. Z výměníku 11 tepla přichází plyn vedením 12 do zařízení 13 pro částečné spalování, odkud je vedením 14 přiváděn ze spodu do redukční šachtové pece 15.

Po výstupu z další redukční šachtové pece 15 se plyn vede vedením 16 přes další pračku 17 nebo přímo do pračky 8 oxidu uhličitého.

Plyn, opouštějící vedením 10 pračku 8 oxidu uhličitého, vykazuje zbytkový obsah oxidu uhličitého 2 % a teplotu 30 °C až 60 °C. Zahřátí tohoto plynu ve výměníku 11 tepla na redukční teplotu se nemůže provést jednorázově, protože by při tom bylo nutno přejít přes interval teplot, při kterém dochází k rozkladu oxidu uhelnatého, jehož rychlost je maximální při 550 °C až 600 °C.

Z tohoto důvodu se ohřátí kychtového plynu ve výměníku 11 tepla provádí pouze na teplotu v intervalu od 200 °C do 500 °C. Další ohřívání plynu na redukční teplotu je prováděno v zařízení 13 pro částečné spalování pomocí kyslíku, přiváděného do proudu plynu.

V příkladu provedení je třeba při průtoku plynu 60 000 Nm³/h a předehřátí v tepelném výměníku 11 na 400 °C použít asi 1700 Nm³ kyslíku pro částečné spalování, aby se dosáhlo redukční teploty 850 °C. Tím je redukční plyn částečně znehodnocen a obsah oxidu uhličitého a vody stoupá ze 2 % na asi 7,7 %.

Protože plyn má nízký redukční potenciál, je nutné zvýšení množství redukčního plynu, přiváděného do další redukční šachtové pece 15, přičemž toto zvýšení je tím vyšší, čímž nižší je předehřívací teplota, dosažitelná ve výměníku 11 tepla.

Tak se například při snížení predehřivací teploty z 500 °C na 400 °C zvýší množství redukčního plynu na jednu tunu rudy o 80 Nm³, z 1 260 na 1 340 Nm³.

Aby se mohly zvýšit teploty predehřátí v výměníku 11 tepla na 500 °C a výše, čímž by odpadlo částečně spalování s přimíseným kyslíkem, přidávají se k plynu před vstupem do výměníku 11 tepla inhibitory, které potlačují rozklad oxidu uhelnatého. Jako inhibitory se používají oxid siřičitý SO₂, sirovodík H₂S, amoniak NH₃, kyanovodík /CN/₂, oxid dusičitý NO₂ nebo chlór Cl₂.

Tím se může zvýšit kvalita redukčního plynu a zvýšit produkce železné houby. V souvislosti s tím je možné přidávat k plynu před vstupem do výměníku 11 tepla chlazený plyn ze zplyňovače 2. Tento plyn obsahuje cca 500 ppm sirovodíku, takže i v tomto případě je dosaženo potlačení rozkladu oxidu uhelnatého.

Rovněž je možné dosáhnout částečného spalování, resp. zvýšení teploty, použitím plasmového hořáku nebo odporového topného tělesa.

Dále je možné částečné spalování provádět ve fluidním reaktoru nebo v reaktoru s pohyblivou reakční vrstvou, přičemž je provoz tohoto reaktoru založen na regenerativním ohřívání keramických tělísek, jak blíže vyplývá z obr. 2.

Vydělený plyn přitom může přicházet z pračky 8 oxidu uhličitého, příp. s výhodou z tlumiče kolísání tlaku.

V odděleně uspořádaném regenerátoru 18 se keramické částice zahřívají na cca 900 °C, přičemž se spaluje vyloučený uhlík. Takto zahřáté keramické částice se dopravují vedením 25 do dalšího výměníku 19 tepla a předávají své teplo plynu, přicházejícímu vedením 10 do dalšího výměníku 19 tepla. Takto zahřátý plyn proudí vedením 14 do další redukční šachtové pece. Ochlazené částice přicházejí vedením 20 do transportní stanice 21 a odtud jsou dopravovány za přídatku transportního media do regenerátoru 18, kde jsou znovu zahřívány.

Predehřátí plynu ve fluidním reaktoru na 750 °C až 800 °C je dostačující, protože se do další redukční šachtové pece 15 nepřivádějí žádné kalcinující přísady. Přitom je výhodné, že k tomu může být používán chudý plyn, příp. zbytkový plyn a kvalita plynu se během zahřívání prakticky nezhoršuje. Místo zařízení 13 pro částečné spalování je možno pro zahřívání kychtového plynu používat bez problémů plasmový hořák, elektrické topné těleso nebo přepínatelný nepřímý výměník tepla.

V další formě uspořádání /obr. 3/ výrobního postupu podle vynálezu je pračka 8 oxidu uhličitého spojena z jedné strany vedením 26 s tavicím zplyňovačem 2 a z druhé strany přes vedení 9 s vedením 4, spojujícím tavicí zplyňovač 2 a redukční šachtovou pec 1.

Další redukční šachtová pec 15 je zásobována vedením 27 predehřátým redukčním plynem z tavicího zplyňovače 2. Kychtový plyn,

který zde vzniká, prochází společně s kychtovým plynem z redukční šachtové pece 1 vedením 5 do pračky 8 oxidu uhličitého. Částečné spalování zde není nutné, protože se vyčištěný plyn částečně zahřívá v tavicím zplyňovači 2 na teplotu 800 °C až 850 °C, potřebnou pro další redukční pec 15. Velikost zařízení by se tím redukovala, větší část by však byla používána ke chlazení plynu z tavicího zplyňovače 2 o teplotě cca 1 050 °C.

Výhodné může být rovněž zahřívát plyn, zbavený oxidu uhličitého, v dalším výměníku 19 tepla na teplotu 200 až 500 °C před jeho vháněním do tavicího zplyňovače 2 společně s kyslíkem. Částečným spalováním se tím dosáhne zvýšení teploty na teplotní úroveň v tavicím zplyňovači 2. Celkové množství plynu se dá zvyšovat tímto způsobem tak, že obě šachtové redukční pece 1, 15 jsou zásobeny potřebným množstvím redukčního plynu.

Při další variantě recirkulace kychtových plynů, znázorněné na obr. 4, odpadá odstraňování oxidu uhličitého. Kychtový plyn se odvádí z redukční šachtové pece 1 vedením 5 znovu k pračce 6 prachu. Odtud se odvádí jeho část jako přebytkový plyn a druhá část se jako recyklující plyn vede přes kompresor 27 a po zahřátí v zařízení 13 pro částečné spalování zpět do tavicího zplyňovače 2.

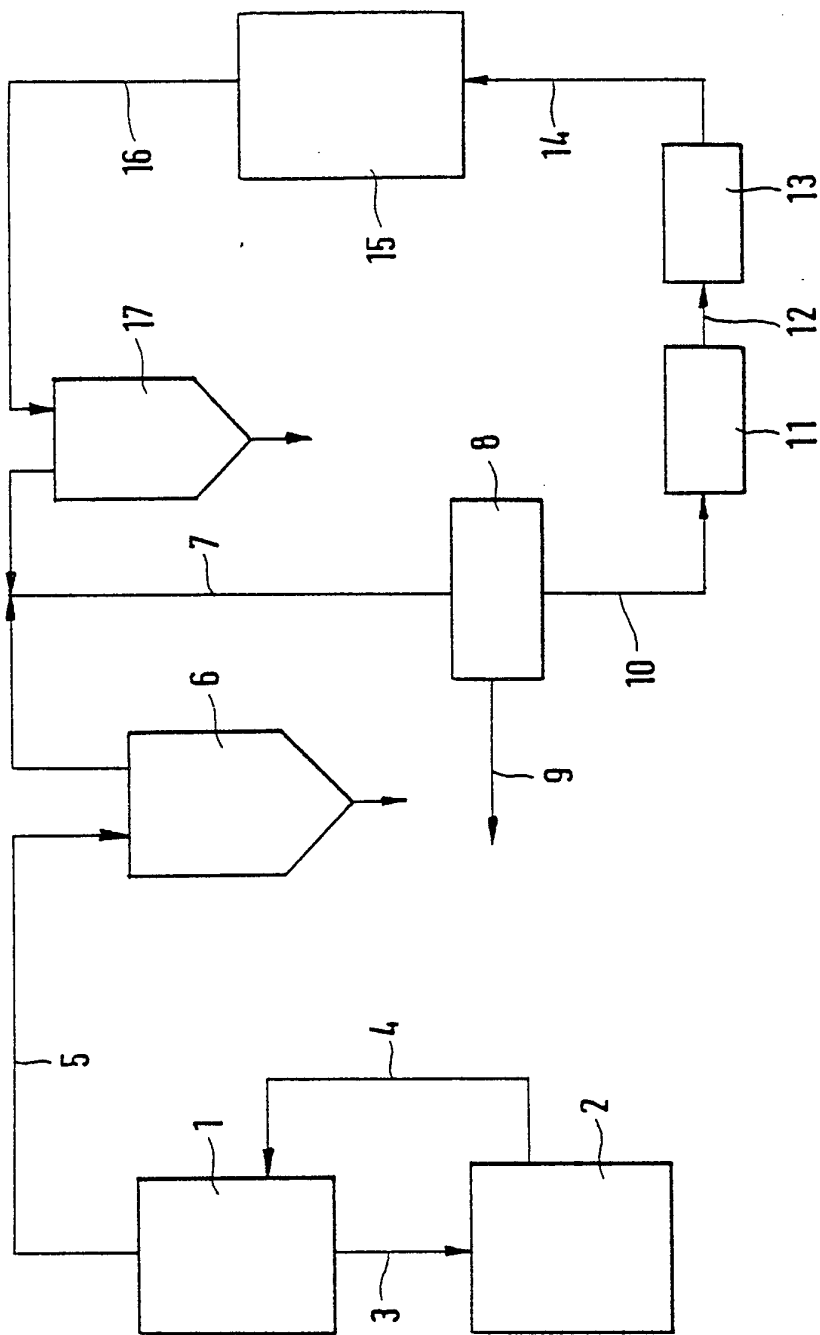
Rovněž může být výhodné přimístit recyklovaný plyn vedením 30 přímo do vedení 4 redukčního plynu, místo toho, aby byl vedením 29 přidáván do tavicího zplyňovače 2. Vedením 4 redukčního plynu potom recyklovaný redukční plyn postupuje do redukční šachtové pece 1, přičemž chladí horký plyn z tavicího zplyňovače 2 na redukční teplotu.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

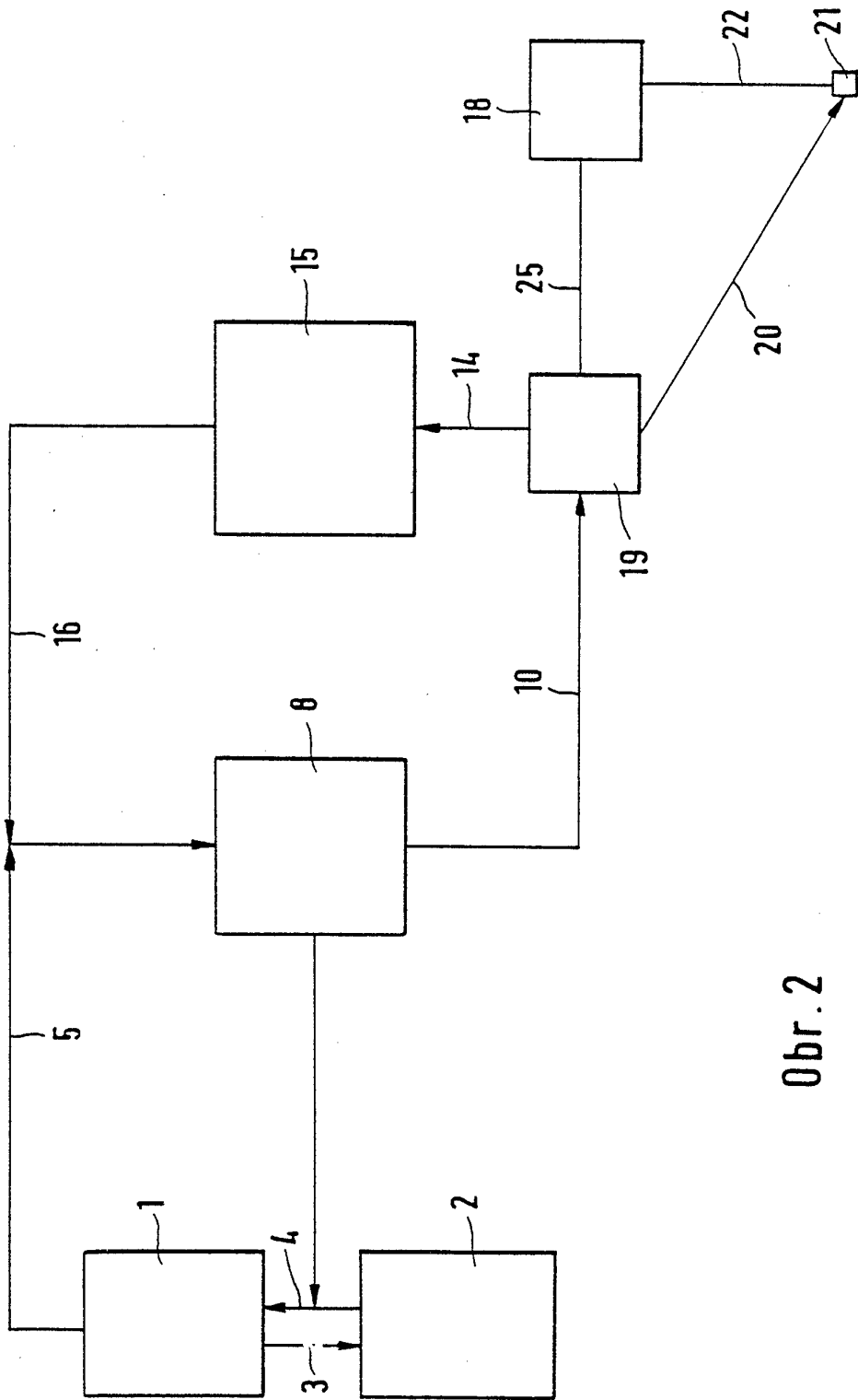
1. Způsob výroby surového železa nebo železné houby, při kterém se v redukční šachtové peci redukuje suroviny, obsahující železo, na železnou houbu v přítomnosti redukčního plynu, vznikajícího v tavicím zplyňovači, získaná železná houba se taví v tavicím zplyňovači za přívodu pevného nosiče uhlíku a kyslíku, nebo kyslík obsahujících plynů, a při kterém se kychtový plyn, vznikající v redukční šachtové peci a případně vyčištěný od oxidujících složek, zejména oxidu uhličitého a vody, vede alespoň z části přes výměník tepla jako redukující plyn do redukční šachty šachtové pece, v y z n a č u j í c í s e t í m, že kychtový plyn, zbavený oxidujících složek a předehřátý ve výměníku (11) tepla na 200 °C až 500 °C, se po přidání kyslíku zahřívá částečným spalováním na 750 °C až 800 °C a přivádí se do redukční šachtové pece (1) nebo do další redukční šachtové pece (15).
2. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se k přečištěnému kychtovému plynu před vstupem do výměníku (11) tepla přidají inhibitory rozkladu oxidu uhelnatého CO.

3. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že jako inhibitory rozkladu oxidu uhelnatého CO jsou používány oxid siřičitý SO_2 , sirovodík H_2S , amoniak NH_3 , kyanovodík $\text{CN}/_2$, oxid dusičitý NO_2 nebo chlór Cl_2 jednotlivě nebo v kombinacích.
4. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že se k přečištěnému kychtovému plynu před vstupem do výměníku (11) tepla přidá ochlazený plyn ze zplyňovače (2).
5. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že zahřátí kychtového plynu je prováděno ve fluidním reaktoru nebo v reaktoru s pohyblivou reakční vrstvou.
6. Způsob podle nároku 5, vyznačující se tím, že fluidní reaktor, nebo reaktor s pohyblivou reakční vrstvou, jsou provozovány na základě regenerativního ohřívání keramických tělísek spalováním vyděleného plynu.
7. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že zahřátí kychtového plynu se provádí pomocí plazmového hořáku.
8. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že zahřátí kychtového plynu se provádí pomocí odporového topného tělesa.
9. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že zahřátí kychtového plynu se provádí pomocí přepínatelného nepřímého výměníku tepla.
10. Způsob podle nároků 1 až 9, vyznačující se tím, že zahřátý redukční plyn se před vstupem do redukční šachtové pece (1) podrobí odsíření.
11. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že se recykluje kychtový plyn, zbavený oxidu uhličitého a zahřátý ve výměníku (11) tepla na $200\text{ }^\circ\text{C}$ až $500\text{ }^\circ\text{C}$, a spolu s kyslíkem se dodává do tavicího zplyňovače (2).

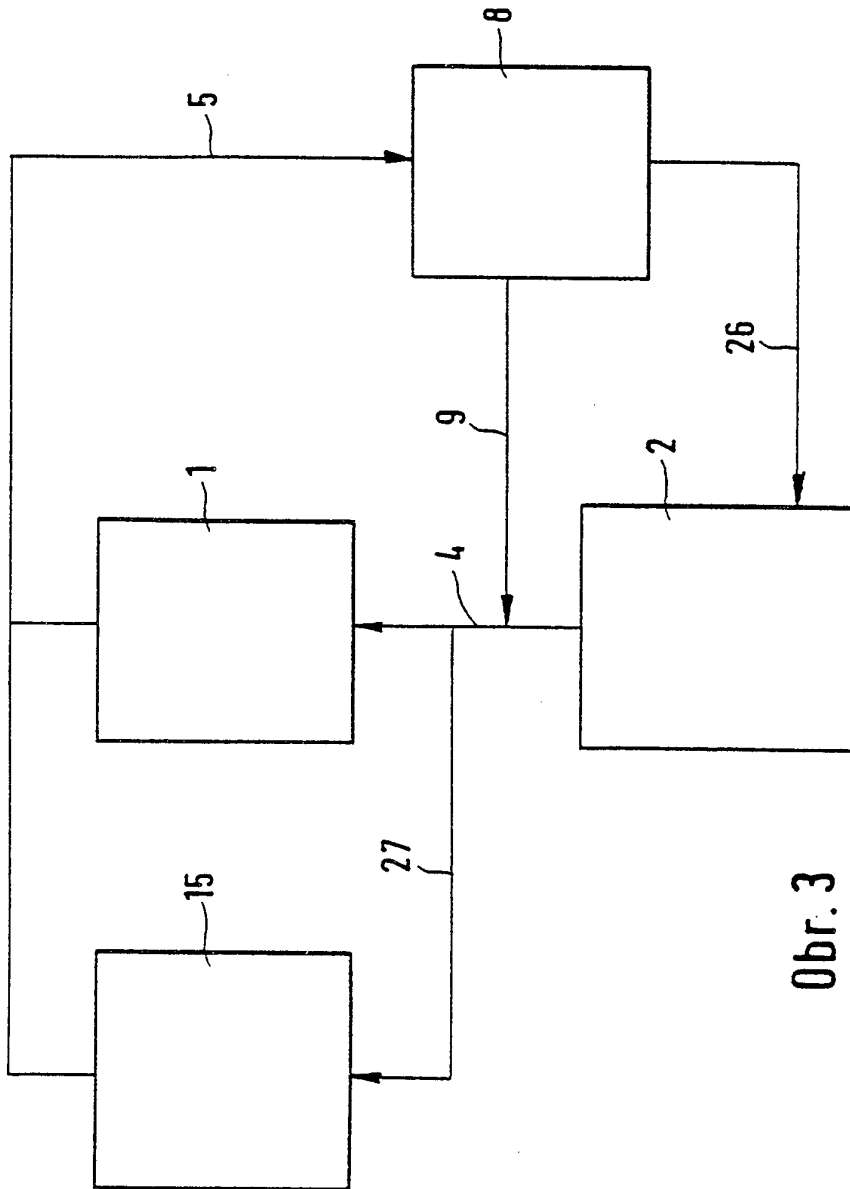
4 výkresy



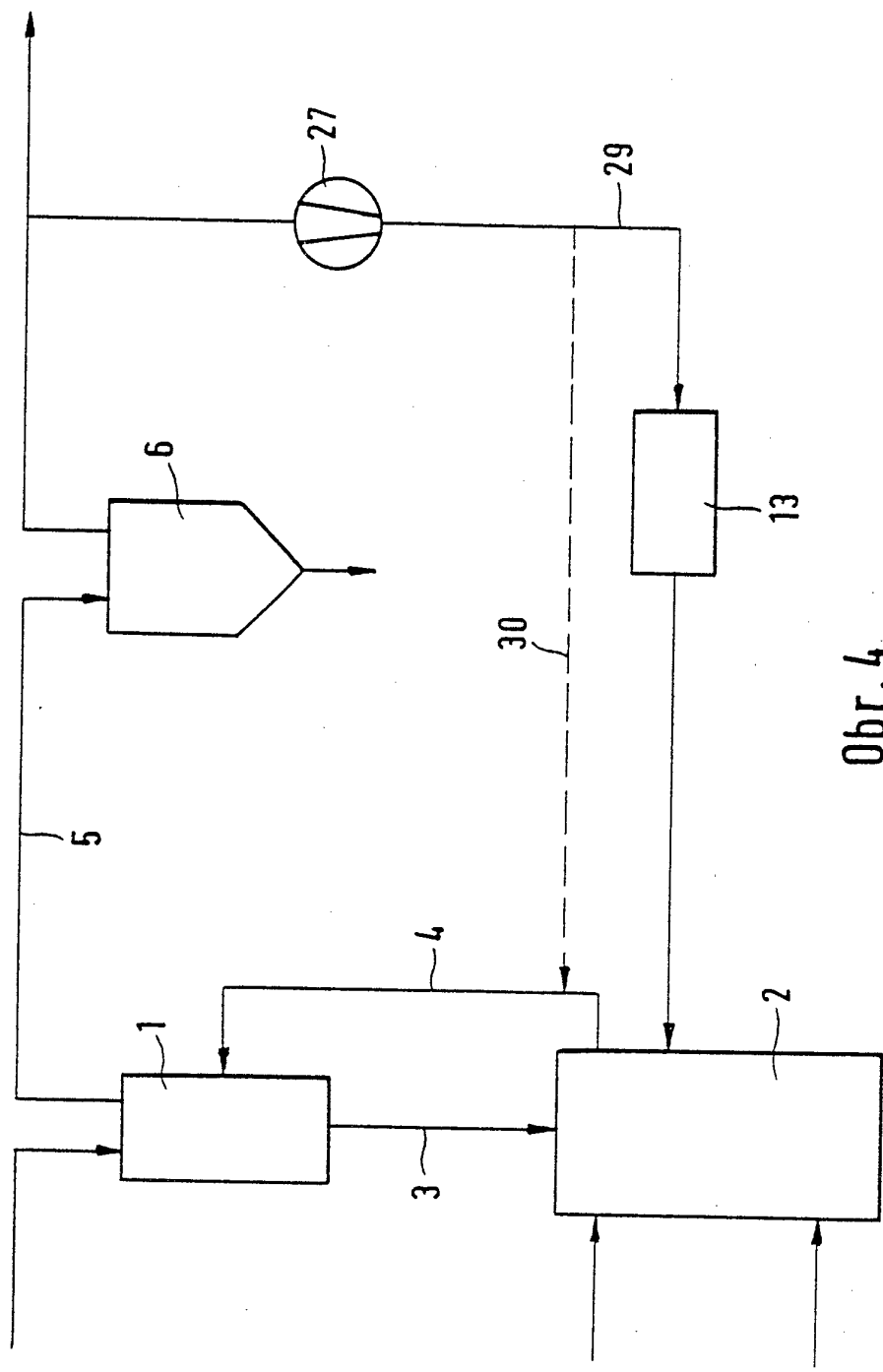
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Konec dokumentu