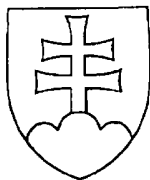


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

PATENTOVÝ SPIS

- (21) Číslo prihlášky: 480-97
(22) Dátum podania prihlášky: 12. 10. 1995
(24) Dátum nadobudnutia účinkov patentu: 9. 1. 2003
Vestník ÚPV SR č.: 1/2003
(31) Číslo prioritnej prihlášky: A 1958/94, A 709/95, A 710/95
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky: 17. 10. 1994, 25. 4. 1995, 25. 4. 1995
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority: AT, AT, AT
(40) Dátum zverejnenia prihlášky: 8. 4. 1998
Vestník ÚPV SR č.: 04/1998
(47) Dátum sprístupnenia patentu verejnosti: 5. 12. 2002
(62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT: PCT/AT95/00198
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT: WO96/12044

(11) Číslo dokumentu:

282 937

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl.⁷:

C21B 13/14

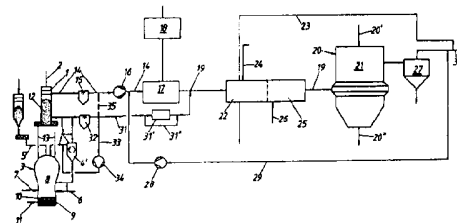
(73) Majiteľ: Voest-Alpine Industrieranlagenbau GmbH, Linz, AT;

(72) Pôvodca: Diehl Jörg, Linz, AT;
Rosenfellner Gerald, St. Peter/Au, AT;
Kepplinger Leopold Werner, Leonding, AT;
Milionis Konstantin, St. Georgen a/d Stiefling, AT;
Siuka Dieter, Neuhofen, AT;
Wiesinger Horst, Linz, AT;

(74) Zástupca: Bezák Marián, Ing., Bratislava, SK;

(54) Názov: Spôsob výroby tekutého surového železa alebo ocelového polotovaru a železnej huby a zariadenie na vykonávanie spôsobu

(57) Anotácia:
V spôsobe sa od časti redukčného plynu, vyvíjaného v taviacej splynovacej oblasti (8), vedeného výlučne do ďalšej redukčnej oblasti (21), časť odvetvuje a vedie sa do ďalšej redukčnej oblasti (21) obtokom okolo stupňa odstraňovania oxidu uhličitého, pričom sa výstupný plyn po zbavení oxidu uhličitého ohrieva. V zariadení prívod (19) redukčného plynu prídavného redukčného reaktora (20, 36, 37) vedie cez ohrievacie zariadenia (20, 25) na výstupný plyn, zbavený oxidu uhličitého, a ústi do prídavného redukčného reaktora (20, 36, 37), pričom z prívodu (4) redukčného plynu, spájajúceho taviaci generátor (3) s redukčnou pecou (1), vychádza odbočovacie vedenie (31), ktoré obchádza obtokom zariadenie (17) na odstraňovanie oxidu uhličitého a ústi do prívodu (19) redukčného plynu prídavného redukčného reaktora (20, 36, 37).



SK 282937 B6

Oblasť techniky

Vynález sa týka spôsobu výroby tekutého železa alebo tekutého oceľového polotovaru a železnej huby zo vsádzky, tvorenej železnou rudou, predovšetkým v kusovej forme a/alebo vo forme peliet, a prípadne prísadami, pričom sa vsádzka v prvej redukčnej oblasti priamo redukuje na železnú hubu, železná huba sa taví v taviacej splynovacej oblasti za prívodu nosiča uhlíka a plynu obsahujúceho kyslík, a vyrába sa redukčný plyn obsahujúci oxid uhoľnatý a vodík, ktorý sa zavádza do prvej redukčnej oblasti, kde sa premieňa a odťahuje sa ako výstupný plyn, a pričom sa odťahovaný výstupný plyn podrobuje odstráneniu oxidu uhličitého, na čo sa ako redukčný plyn, aspoň z prevažnej časti zbavený oxidu uhličitého, spolu s časťou redukčného plynu vznikajúceho v taviacej splynovacej oblasti na výrobu železnej huby zavádza do ďalšej redukčnej oblasti na priamu redukciu železnej rudy. Vynález sa ďalej týka zariadenia na uskutočňovanie spôsobu, obsahujúceho redukčnú pec na železnú rudu, výhodne kusovú alebo vo forme peliet, taviaci generátor, prívod redukčného plynu, spájajúci taviaci generátor s redukčnou pecou, dopravné vedenie na produkt redukcie vytváraný v redukčnej peci, spájajúce redukčnú pec s taviacim generátorom, odvod výstupného plynu vychádzajúci z redukčnej pece a ústiace do zariadenia na odstraňovanie oxidu uhličitého, prívodu plynu obsahujúceho kyslík a nosiče uhlíka, ústiace do taviaceho generátora, výpust surového železa a trosky, usporiadaný na taviacom generátore, a aspoň jeden prídavný redukčný reaktor na príjem železnej rudy, prívod redukčného plynu k tomuto prídavnému redukčnému reaktoru, vychádzajúci od zariadenia na odstraňovanie oxidu uhličitého, pričom zariadenie na odstraňovanie oxidu uhličitého je napojené výlučne na tento prídavný redukčný reaktor, odvod výstupného plynu z tohto prídavného redukčného reaktora, a vynášacie zariadenie na redukčný produkt, vytváraný v tomto prídavnom redukčnom reaktore.

Doterajší stav techniky

V rakúskej patentovej prihláške A 1958/94 staršej priority je opísaný spôsob, pri ktorom sa kusová ruda redukuje na železnú hubu v oblasti priamej redukcie spôsobom pevného lôžka, železná huba sa taví v taviacej splynovacej oblasti za prívodu nosiča uhlíka a plynu obsahujúceho kyslík, pričom sa vyvíja redukčný plyn obsahujúci CO a H₂, ktorý sa zavádza do oblasti priamej redukcie v pevnom lôžku, kde sa plyn premieňa a odkiaľ sa odťahuje ako odplyn, a jemná ruda sa v oblasti priamej redukcie vo vírivom lôžku spôsobom vírivého lôžka redukuje na železnú hubu, pričom do oblasti priamej redukcie vo vírivom lôžku sa privádza odťahovaný odplyn z oblasti priamej redukcie v pevnom lôžku a/alebo redukčný plyn vyvíjaný v taviacej splynovacej oblasti, ktorý sa podrobuje odstráneniu CO₂ a ohriatiu, na čo sa plyn vznikajúci v oblasti priamej redukcie vo vírivom lôžku odťahuje ako odplyn. Pritom sa môže redukčný plyn, vyvíjaný v taviacej splynovacej oblasti, privádzať do oblasti priamej redukcie vo vírivom lôžku obtokom okolo odstraňovania CO₂.

Z EP A 487 856 je známy spôsob výroby surového železa, prípadne železnej huby, pri ktorom sa v taviacej splynovacej oblasti vytvára redukčný plyn, ktorý sa privádza tak do prvej, ako tiež do ďalšej redukčnej oblasti, ktoré sú usporiadané v paralelnom radení. Odplyn, odťahovaný z oboch redukčných oblastí, sa podrobuje vypieraniu CO₂,

a odplyn zbavený CO₂ sa zavádza do taviaceho generátora, ako i opätovne do prvej i do ďalšej redukčnej oblasti.

Spôsob výroby tohto druhu je známy z AT B 396 255. Pri tomto spôsobe sa časť redukčného plynu, vytváraného v taviacej splynovacej oblasti, ktorý sa vyskytuje ako prebytočný plyn a privádza sa do ďalšej redukčnej oblasti, perie v práčke, nadväzne sa mieša s výstupným plynom a spolu s výstupným plynom sa podrobuje odstráneniu oxidu uhličitého. Primiešanie tejto časti redukčného plynu k výstupnému plynu sa teda vykonáva pred odstránením oxidu uhličitého, takže sú obidva redukčné procesy - ktoré predstavujú každý osebe systém, podliehajúci kolísaniu - navzájom spojené v mieste, ktoré leží, v smere prúdu plynu, bezprostredne za prvým redukčným procesom a ďaleko od druhého redukčného procesu. Tak je možné udržať účinky prenosu kolísania, rezonancií a spätných väzieb medzi systémami, pokiaľ ide o presadenie, zloženie a teplotu plynu, malé alebo im zamedziť, a to vyrovnaním, prípadne tlmením výchyliek od vopred stanovených žiadaných hodnôt. Napríklad ak vzniká na vstupe kolísanie objemu a prietoku plynu, udržiava sa v systéme taviaceho generátora na účely výroby redukčného plynu rovnomernej kvality konštantný tlak. Len čo sa tlak v generátore stane príliš vysoký, vykoná sa jeho uvoľnenie pomocou zvýšeného zavádzania redukčného plynu do vedenia výstupného plynu.

Dimenzovanie zariadenia na odstraňovanie oxidu uhličitého sa riadi, okrem iných kritérií, v podstate podľa objemového prietoku privádzaného do zariadenia, pričom podľa AT B 396 255 musí vyhovovať maximálnemu prúdu redukčného plynu, s ktorým sa musí počítať. Pretože zariadenie na odstraňovanie oxidu uhličitého predstavuje podstatnú časť celkových investičných nákladov na zariadenie na vykonávanie opísaného spôsobu, sú investičné náklady na zariadenie podľa AT B 396 255 veľmi vysoké.

Cieľom predloženého vynálezu je zdokonalenie spôsobu známeho z AT B 396 255 a zariadenia známeho rovnako z tohto spisu, tak, aby bolo možné dosiahnuť podstatnú úsporu investičných nákladov. Hlavné má byť tiež možné zníženie spotreby energie na výrobu.

Podstata vynálezu

Tento cieľ vynálezu sa dosiahne pri spôsobe opísaného druhu tým, že sa od časti redukčného plynu, vyvíjaného v taviacej splynovacej oblasti, vedeného výlučne do ďalšej redukčnej oblasti, časť odvetvuje a vedie sa do ďalšej redukčnej oblasti obtokom okolo stupňa odstraňovania oxidu uhličitého, a že sa výstupný plyn, po odstránení oxidu uhličitého, ohrieva.

Podľa vynálezu tak môže byť zariadenie na odstraňovanie oxidu uhličitého dimenzované pre značne menšiu kapacitu, čím sa značne znížia investičné náklady. Prekvapujúco sa ukazuje, že preloženie miesta prepojenia oboch redukčných procesov bližšie k ďalšej redukčnej oblasti nejaví žiadne následky narušujúce proces. Pre prípad, že je potrebné rátať so značnými výchylkami objemu, prípadne prietoku plynu, je možné tlmiť ich kolísanie pomocou zabezpečovacích opatrení, ako tlmiča, takže i v tomto sa dosiahne plný úžitok z výhod dosiahnutých podľa vynálezu.

Výhodný variant podľa vynálezu je charakteristický tým, že v ďalšej redukčnej oblasti sa železná huba vyrába zo železnej rudy, výhodne kusovej alebo vo forme peliet, spôsobom pevného lôžka.

Výhodne sa podľa vynálezu odvetvený diel redukčného plynu pred zavedením do ďalšej oblasti priamej redukcie v pevnom lôžku mieša s odvádzaným plynom, ktorý sa

predtým podrobuje odstráneniu CO₂, za vzniku zmesového redukčného plynu.

Ak sa kladie dôraz na zvláštnu bezprašnosť redukčného plynu, privádzaného do oblasti priamej redukcie v pevnom lôžku, je výhodné odvetvenú časť redukčného plynu podrobiť odprašaniu a praniu a zmesový redukčný plyn ohriať.

Ďalšie podstatné úspory investičných nákladov a nákladov na energie na výrobu surového železa, prípadne ocelového polotovaru možno dosiahnuť tak, že sa ohreje len výstupný plyn, ktorý bol podrobený odstráneniu CO₂ a po ohriatí sa zmieša s odvetvenou časťou redukčného plynu, ktorá sa obtokom vyhla tak odstraňovaniu CO₂, ako aj ohrevu, pričom odvetvená časť redukčného plynu sa výhodne podrobí odprašaniu, nie však praniu.

Pritom sa teda odvetvená časť redukčného plynu podrobí iba hrubému čisteniu a vo veľmi horúcom stave sa mieša s ohriatym výstupným plynom. Preto môže byť zariadenie na ohrev dimenzované ako podstatne menšie, lebo je na ohrev určený podstatne menší objemový tok plynu. Tiež ešte horúci odvetvený redukčný plyn prispieva k tomu, že sa výstupný plyn musí ohriať len na nízku teplotu.

Zvyškový obsah prachu, zostávajúci v odvetvenom redukčnom plyne, sa primiešaním ohriateho výstupného plynu natoľko zriedi, že nedochádza k žiadnemu ovplyvneniu redukcie v oblasti priamej redukcie v pevnom lôžku.

Výhodné uskutočnenie sa vyznačuje tým, že sa odvetvená časť redukčného plynu podrobí odprašaniu a praniu a výstupný plyn, ktorý prešiel odstránením CO₂, sa ohreje na teplotu mierne vyššiu ako je požadovaná teplota redukčného plynu na ďalšiu redukciu. Tak je možné primiešavať k výstupnému plynu, zbavenému CO₂ odvetvenú časť redukčného plynu vo veľmi čistom, ale chladnom stave, pričom však investičné náklady na ohrievacie zariadenie sú proti stavu techniky nižšie. Spôsob je jednoduchšie uskutočniteľný, lebo odvetvený redukčný plyn v chladnom stave je ľahšie manipulovateľný, a preto tiež vyžaduje len malé investície do zariadenia.

Odvetvená časť redukčného plynu sa na účely udržania konštantného tlaku a objemového toku v systéme výhodne, ak je v prebytku, pred zavedením do ďalšej redukčnej oblasti, skladuje.

Kvôli minimalizácii prenosu kolísania z jedného redukčného procesu na druhý sa kolísanie tlaku v taviacej splynovacej oblasti vyrovnáva primiešavaním jednej časti reakčného plynu vyvíjaného v taviacej splynovacej zóne k výstupnému plynu, odťahovanému z redukčnej zóny, pred vykonávaním odstraňovania CO₂.

Výhodne sa v ďalšej redukčnej oblasti redukuje jemná ruda spôsobom vírivého lôžka, a odvetvený redukčný plyn sa privádza do ďalšej redukčnej zóny obtokom ohrevu výstupného plynu, pričom sa účelne vykonáva priama redukcia spôsobom vírivého lôžka dvoj- alebo viacstupňovým spôsobom.

Zariadenie na vykonávanie spôsobu obsahuje redukčnú pec na železnú rudu, výhodne kusovú alebo vo forme peliet, taviaci generátor, prívod redukčného plynu, spájajúci taviaci generátor s redukčnou pecou, dopravné vedenie na produkt redukcie vytváraný v redukčnej peci, spájajúce redukčnú pec s taviacim generátorom, odvod výstupného plynu vychádzajúci z redukčnej pece a ústiaci do zariadenia na odstraňovanie oxidu uhličitého, prívody plynu obsahujúceho kyslík a nosiče uhlíka, ústiace do taviaceho generátora, výpusť surového železa a trosky, usporiadané na taviacom generátore, a aspoň jeden prídavný redukčný reaktor na príjem železnej rudy, prívod redukčného plynu k tomuto prídavnému redukčnému reaktoru, vychádzajúci od

zariadenia na odstraňovanie oxidu uhličitého, pričom zariadenie na odstraňovanie oxidu uhličitého je napojené výlučne na tento prídavný redukčný reaktor, odvod výstupného plynu z tohto prídavného redukčného reaktora, a vynášacie zariadenie na redukčný produkt, vytváraný v tomto prídavnom redukčnom reaktore. Podľa vynálezu sa prívod redukčného plynu prídavného redukčného reaktora vedie cez ohrievacie zariadenie na výstupný plyn, zbavený oxidu uhličitého, a ústi do prídavného redukčného reaktora, a z prívodu redukčného plynu, spájajúceho taviaci generátor s redukčnou pecou, vychádza odbočovacie vedenie, ktoré obchádza obtokom zariadenie na odstraňovanie oxidu uhličitého a ústi do prívodu redukčného plynu prídavného redukčného reaktora.

Prídavný redukčný reaktor je výhodne vytvorený ako reaktor s pevným lôžkom, hlavne ako šachtová pec.

Podľa jedného výhodného vyhotovenia vedie odbočka vedenia obtokom tak okolo zariadenia na odstraňovanie CO₂, ako okolo ohrievacieho zariadenia, ktoré prípadne zahŕňa zariadenie na dodatočné spaľovanie, a ústi do prívodu redukčného plynu do prídavného reaktora s pevným lôžkom.

Podľa jedného výhodného vyhotovenia je prídavný redukčný reaktor vytvorený ako reaktor s vírivým lôžkom, pričom výhodne sú usporiadané dva alebo viacero reaktorov s vírivým lôžkom, zapojené v sérii.

Na odbočke vedenia je výhodne usporiadaný tlmiaci zásobník, ktorý je účelne premostiteľný obtokovým vedením.

Na minimalizáciu prenosu kolísania medzi oboma redukčnými procesmi je odbočka vedenia výhodne prepojitelná cez vyrovnávacie vedenie s odvodom výstupného plynu pred jeho zaústením do zariadenia na odstraňovanie CO₂.

Prehľad obrázkov na výkresoch

Vynález bude bližšie vysvetlený prostredníctvom troch príkladov vyhotovenia schematicky znázornených na výkresoch, na ktorých predstavujú obr. 1 až 3 vždy jedno uskutočnenie vynálezu.

Príklady uskutočnenia vynálezu

Do prvej šachtovej pece 1, tvoriacej reaktor s pevným lôžkom, sa zavádza zhora cez dopravné zariadenie 2 kusová železná ruda a/alebo železná ruda vo forme peliet, prípadne s prísadami, cez neznázornený priepust. Redukčná pec 1 je v spojení s taviacim generátorom 3, v ktorom sa vyrába z uhlia a plynu obsahujúceho kyslík redukčný plyn, ktorý sa privádza cez prívod 4 do redukčnej pece 1, pričom v prívode 4 je prípadne usporiadané zariadenie 4' na čistenie plynu, výhodnej na suché odprašenie.

Taviaci generátor 3 má prívod 5 pevného nosiča uhlíka, prívod 6 plynu obsahujúceho kyslík, ako i prípadne prívody 7 na nosič uhlíka, kvapalnú alebo plynnú pri teplote okolia, ako sú uhl'ovodíky, ako i pre prísady. V taviacom generátore 3 sa pod taviacou splynovacou oblasťou 8 zhromažďuje roztavené tekuté surové železo 9 a roztavená tekutá troska 10, ktoré sa odpichujú výpusťou 11.

V šachtovej redukčnej peci 1 v prvej redukčnej oblasti 12 priamej redukcie v pevnom lôžku, teda redukciou spôsobom pevného lôžka, sa železná ruda redukovaná na železnú hubu privádza spolu s prísadami, spaľovanými v prvej redukčnej oblasti 12 priamej redukcie, dopravným ve-

dením 13, spájajúcim šachtovú redukčnú pec 1 s taviacim generátorom 3, napríklad pomocou vynášacej závitovky. Na hornú časť redukčnej pece 1 nadväzuje odvod 14 výstupného plynu na odplyn vznikajúci z redukčného plynu v prvej redukčnej oblasti 12 priamej redukcie.

Odplyn, odťahovaný cez odvod 14 výstupného plynu sa najprv podrobí čisteniu v práčke 15, aby bol zbavený pokiaľ možno najdokonalejšie prachových častíc a aby sa znížil obsah vodnej pary, takže je ako výstupný plyn k dispozícii na ďalšie použitie. Nadväzne sa výstupný plyn dostáva pomocou kompresora 16 do zariadenia 17 na odstraňovanie, prípadne oddeľovanie CO₂ (napr. do CO₂ práčky alebo absorpčného expanzného zariadenia), v ktorom sa čo možno najúplnejšie zbaví CO₂ - to znamená aspoň z väčšej časti, výhodnej však úplne. Zo zariadenia 17 na odstraňovanie CO₂ vystupujúci plyn sa prípadne vedie do odsírovacieho zariadenia. Výstupný plyn, zbavený CO₂, sa cez prívod 19 redukčného plynu vedie do druhého reaktora s pevným lôžkom, vytvoreného ako redukčná šachtová pec, ktorá rovnako ako prvá redukčná pec 1, pracuje protiprúdovo. V tejto druhej šachtovej peci, tvoriacej prvý prídavný redukčný reaktor 20, sa železná ruda v kusovej forme alebo vo forme peliet rovnako redukuje v ďalšej redukčnej oblasti 21 spôsobom pevného lôžka. Je tu vytvorený i zodpovedajúci prívod rudy 20' a vynášacie zariadenie je označené 20'' železnej huby.

Pretože sa výstupný plyn čistením silne ochladí, podrobí sa pred zavedením do druhej redukčnej šachtovej pece 20 ohrevu. Ohrev sa vykonáva v dvoch stupňoch: vyčistený výstupný plyn sa najprv v prvom stupni podrobí nepriamemu ohrevu, na ktorý slúži prvé ohrievacie zariadenie 22, vytvorené ako tepelný výmenník. Tepelný výmenník (rekuperátor) využíva teplo vyčisteného výstupného plynu, ktorý sa vedením 23 odťahuje z druhej redukčnej pece, tvoriacej tu prvý prídavný redukčný reaktor 20. Prídavne sa ešte cez vedenie 24 privádza plyn obsahujúci kyslík (kyslík je prítomný v molekulárnej forme), ako vzduch, do horáka v prvom ohrievacom zariadení 22. Nadväzne sa ohriaty výstupný plyn podrobí dodatočnému spaľovaniu, a to v druhom ohrievacom zariadení 25 na dodatočné spaľovanie, v ktorom sa spaľuje časť vyčisteného výstupného plynu pomocou prívodu 26 kyslíka. Tým dosiahne vyčistený výstupný plyn teplotu, potrebnú na redukciu v prvom prídavnom redukčnom reaktore 20, ktorá leží v oblasti teplôt medzi 600 a 900 °C.

Odplyn odťahovaný z prvého prídavného redukčného reaktora 20 sa rovnako podrobí čisteniu a chladeniu v práčke 27 výstupného plynu, aby sa vyčistil od prachových častíc a aby sa znížil obsah vodnej pary, načo sa môže ako výstupný plyn odvieť na ďalšie použitie. Časť výstupného plynu sa vedením 23 privádza k prvému ohrievaciemu zariadeniu 22. Ďalšia časť výstupného plynu, vyskytujúceho sa v prvom prídavnom redukčnom reaktore 20, sa pomocou kompresora 28 privádza rovnako do zariadenia 17 na odstraňovanie CO₂, a to buď priamo, alebo podľa znázorneného príkladu vyhotovenia cez dopravné vedenie 29, ktoré ústi do prívodu 14 výstupného plynu a je tak po odstránení CO₂ ako recyklovaný redukčný plyn k dispozícii pre prvý prídavný redukčný reaktor 20. Časť výstupného plynu z prvého prídavného redukčného reaktora 20 sa cez odvod 30 výstupného plynu vedie na účely iného využitia.

Časť redukčného plynu vznikajúceho v taviacom generátore 3 sa pomocou odbočovacieho vedenia 31, ktoré odbočuje z prívodu 4, privádza podľa obr. 1 do mokrej práčky 32 a po vykonaní čistenia sa, zaústením odbočovacieho vedenia 31 do prívodu 19 redukčného plynu, mieša s výstupným plynom zbaveným CO₂, vystupujúcim zo zariadenia

17 na odstraňovanie CO₂. Miešanie sa vykonáva pred zaústením vedenia 19 redukčného plynu do prvého ohrievacieho zariadenia 22, takže časť redukčného plynu vytvoreného v taviacom generátore 3, ochladená v práčke 32, sa rovnako uvedie prvým ohrievacím zariadením 22 a nasledujúcim druhým ohrievacím zariadením 25 na dodatočné spaľovanie na teplotu potrebnú na priamu redukciu. V odbočovacom vedení 31 je usporiadaný tlmiaci zásobník 31', pomocou ktorého sa môže objemový prietok redukčného plynu, primiešaného k výstupnému plynu zbavenému CO₂ (s recyklovaným redukčným plynom) odbočovacím vedením 31, udržiavať do značnej miery konštantný. Tlmiaci zásobník 31' môže byť vytvorený ako vysokotlakový alebo ako nízkotlakový zásobník. Tlmiaci zásobník 31' je premostiteľný obtokom 31''.

Časť redukčného plynu opúšťajúceho mokrú práčku 32 sa cez vedenie 33 s kompresorom 34 zavádza opäť do prívodu 4, čím sa redukčný plyn, vystupujúci z taviaceho generátora 3 vo veľmi horúcom stave, pred vstupom do zariadenia 4' na čistenie plynu kondicionuje, hlavne kvôli ochladeniu na teplotu vhodnú pre proces priamej redukcie v šachtovej redukčnej peci 1. Cez čiarkované znázornené vyrovnávacie vedenie 35 sa prípadne môže redukčný plyn primiešať k výstupnému plynu vstupujúcemu z redukčnej pece 1 na účely udržania konštantného tlaku v systéme, pri rozdelení tlakových rázov, do vyrovnávacieho vedenia 35 a odbočovacieho vedenia 31.

Pretože podľa vynálezu sa nie nepodstatný podiel objemového toku redukčného plynu, privádzaného do prvého prídavného redukčného generátora 20, nevedie do zariadenia 17 na odstraňovanie CO₂, ale mieša sa v smere prúdu redukčného plynu až za ním s časťou redukčného plynu prichádzajúceho zo zariadenia 17 na odstraňovanie CO₂, je možné podstatné zmenšenie veľkosti zariadenia 17 na odstraňovanie CO₂.

Podľa vynálezu sa získa úspora až asi 30 % (za zvláštnych okolností i viac) investičných nákladov na zariadení 17 na odstraňovanie CO₂. Ďalšia podstatná výhoda vynálezu spočíva v tom, že sa vyskytuje malý objemový tok odplynu vystupujúceho zo zariadenia 17 na odstraňovanie CO₂, a tým vznikne aj úspora investícií na odsírovacie zariadenie 18.

K tomu pristupuje zvýšenie využitia redukujúcich látok redukčného plynu privádzaného do prvého prídavného redukčného reaktora 20, alebo z redukčného plynu, ktorý sa privádza do prvého prídavného redukčného reaktora 20 obtokom okolo zariadenia 17 na odstraňovanie CO₂, sa žiadne redukujúce látky nemôžu strácať odplynom zariadenia 17 na odstraňovanie CO₂. Tým sa umožní tiež vyšší zvyškový obsah CO₂ vo výstupnom plyne po oddelení CO₂, čo prináša ďalšie úspory pri dimenzovaní a tiež pri prevádzke zariadenia 17 na odstraňovanie CO₂, a umožňuje aj väčšiu toleranciu pre kolísanie obsahu CO₂ výstupného plynu zbaveného CO₂. Tým sa zjednodušuje riadenie procesu.

Celkovo sa získa lepšia kvalita redukčného plynu privádzaného do prvého prídavného redukčného reaktora 20 a tým vyššia produktivita.

Podľa vyhotovenia znázorneného na obr. 2 sa časť redukčného plynu vytváraného v taviacom generátore 3 po prechode zariadením 4' na čistenie plynu, tu výhodne odprašovacou cyklónou, primiešava bez prania, t. j. bez toho, aby prechádzala práčkou, v horúcom stave pomocou odbočovacieho vedenia 31 do zmesi redukčného plynu, tvorenej recyklovaným redukčným plynom a výstupným plynom, zbaveným CO₂, a to potom, čo zmes redukčného plynu prešla prvým ohrievacím zariadením 22 tepla a druhým ohrie-

vacím zariadením 25 na dodatočné spaľovanie. Tým môže byť navyše k výhodám vyhotovenia znázorneného na obr. 1, privedené do procesu priamej redukcie v prvom prídavnom redukčnom reaktore 20 a tým účinne využité aj zjavné teplo redukčného plynu, vytváraného v taviacom generátore 3. Tým je možné dosiahnuť úspory nielen pri zariadení 17 na odstraňovanie CO₂ a pri dimenzovaní prvého ohrievacieho zariadenia 22, tu tepelného výmenníka, a druhého ohrievacieho zariadenia 25 na dodatočné spaľovanie, ale počas prevádzky vznikajú aj úspory energie.

Horúci odvetvený redukčný plyn síce má po zariadení 4' na čistenie plynu, tu odprašovaciu cyklónou, ešte zvyškový obsah prachu, ktorý však v systéme nevedí, lebo zmiešaním tohto horúceho odvetveného redukčného plynu s recyklovaným redukčným plynom a výstupným plynom zbaveným CO₂ sa obsah prachu veľmi zriedi. Nie je preto potrebné sa obávať vplyvu prachu na proces priamej redukcie v prvom prídavnom redukčnom reaktore 20.

Vo vyhotovení znázornenom na obr. 3 sú ako ďalšie, prípadne prídavné usporiadané dva do série za sebou zaradené prídavné redukčné reaktory 36, 37 s vírivým lôžkom, pričom jemná ruda sa vedie pomocou prívodu 38 jemnej rudy do druhého prídavného redukčného reaktora 36 s vírivým lôžkom a z neho pomocou dopravného vedenia 39 k tretiemu prídavnému redukčnému reaktoru 37 s vírivým lôžkom, zaradenému za ním. Materiál (železná huba), vyredukovaný v prídavných redukčných reaktoroch 36, 37 vždy v oblasti 40 priamej redukcie spôsobom vírivého lôžka, sa po úplnej redukcii vedie z tretieho prídavného redukčného reaktora 37 s vírivým lôžkom do briketovacieho zariadenia 41, kde sa za tepla alebo za studena briketuje. Jemná ruda sa pred zavedením do druhého prídavného redukčného reaktora 36 s vírivým lôžkom upravuje, napríklad sušením, čo však nie je bližšie znázornené.

Redukčný plyn, privádzaný do tretieho prídavného redukčného reaktora 37 s vírivým lôžkom pomocou prívodu 19 redukčného plynu, sa vedie pomocou vedenia 42 plynu v protiprúde k postupu rudy od tretieho prídavného redukčného reaktora 37 s vírivým lôžkom k druhému prídavnému redukčnému reaktoru 36 s vírivým lôžkom, t. j. oblasťami 40 priamej redukcie spôsobom vírivého lôžka, a ako odplyn, prípadne po čistení ako výstupný plyn, sa odvodom 30 výstupného plynu odvádza z druhého prídavného redukčného reaktora 36 s vírivým lôžkom, ktorý je v smere postupu rudy zaradený ako prvý.

Vynález sa neobmedzuje na príklady vyhotovenia znázornené na výkresoch, ale môže byť v rôznych ohľadoch modifikovaný. Napríklad je možné namiesto šachtovej redukčnej pece 1 pracujúcej spôsobom pevného lôžka vykonávať redukciiu jemnej rudy spôsobom vírivého lôžka, nahradíť teda šachtovú redukčnú pec 1 jedným alebo viacerými reaktormi s vírivým lôžkom.

Ďalej je tiež možné podrobiť odvetvenú časť redukčného plynu vytváraného v taviacom generátore 3 nielen suchému odprašovaniu, ale tiež praniu a v studenom stave primiešať k výstupnému plynu z redukčnej pece 1, zbavenému CO₂ a ohriatemu za ohrievacím zariadením 22, 25. V tomto prípade sa tento výstupný plyn ohreje na mierne vyššiu teplotu, takže sa vyrovná primiešaniu odvetvovej studenej časti redukčného plynu. Ohrievacie zariadenie pri tomto spôsobe sa však rovnako dimenzuje podľa objemového toku výstupného plynu, takže je rovnako možné proti stavu techniky ušetriť investičné náklady.

V prípade, že je k dispozícii zemný plyn, by namiesto zariadenia 17 na odstraňovanie CO₂ mohol byť usporiadaný reformér, pričom v tomto prípade môže odpadnúť zvláštne ohrievacie zariadenie 22, 25.

Ďalej bude spôsob podľa vynálezu bližšie objasnený proti spôsobu podľa stavu techniky pomocou dvoch príkladov.

Príklad podľa stavu techniky (hodnoty v tabuľke sú zaokrúhlené).

Zo šachtovej redukčnej pece 1 zariadenia vytvoreného napríklad podľa AT B 396 255 sa odťahuje výstupný plyn, perie sa a v množstve 167 411 Nm³/h je k dispozícii s chemickým zložením uvedeným v tabuľke I.

Tabuľka I

CO	47 %
CO ₂	25 %
H ₂	22 %
H ₂ O	2 %
H ₂ S	100 ppm
CH ₄	1 %
N ₂ , Ar	3 %

Tento plyn sa po stlačení kompresorom podrobí v zariadení na odstraňovanie CO₂ odstráneniu CO₂, a to konkrétne vypraniu.

Zo zariadenia na odstraňovanie CO₂ sa uvoľňuje odplyn obsahujúci CO₂, ktorý ide na likvidáciu, a to v množstve 50 811 Nm³/h, s chemickým zložením uvedeným v tabuľke II.

Tabuľka II

CO	14 %
CO ₂	77 %
H ₂	3 %
H ₂ O	5 %
H ₂ S	317 ppm
CH ₄	1 %
N ₂ , Ar	1 %

Výstupný plyn, čo najdokonalejšie zbavený CO₂, ktorý je teraz k dispozícii ako redukčný plyn na ďalší redukčný proces v množstve 115 643 Nm³/h, má zloženie uvedené v tabuľke III.

Tabuľka III

CO	62 %
CO ₂	3 %
H ₂	30 %
H ₂ O	0 %
H ₂ S	6 ppm
CH ₄	1 %
N ₂ , Ar	4 %

Tento redukčný plyn sa ešte musí ohriať na teplotu, potrebnú na priamu redukciiu. Po ohriatí je k dispozícii v množstve 116 585 Nm³/h s chemickým zložením, uvedeným v tabuľke IV.

Tabuľka IV

CO	59 %
CO ₂	5 %
H ₂	28 %
H ₂ O	2 %
H ₂ S	6 ppm
CH ₄	1 %
N ₂ , Ar	4 %

V tomto príklade sa výstupný plyn, vznikajúci v ďalšom redukčnom procese, nerecykluje, t. j. neprivádza sa do

zariadenia na oddeľovanie CO₂, takže neprichádza znova ako redukčný plyn do ďalšieho procesu priamej redukcie.

Príklad podľa vynálezu (hodnoty v tabuľke sú zaokrúhlené).

Z redukčnej pece 1 vystupuje výstupný plyn, ktorý je po vypraní k dispozícii na ďalšie využitie v množstve 127 458 Nm³/h so zložením uvedeným v tabuľke V.

Tabuľka V

CO	42 %
CO ₂	32 %
H ₂	20 %
H ₂ O	2 %
H ₂ S	100 ppm
CH ₄	1 %
N ₂ , Ar	3 %

Tento vypraný výstupný plyn sa stláča pomocou kompresora 16 a podrobí sa odstraňovaniu CO₂, napríklad v adsorpčnom expanznom zariadení 17 na odstránenie CO₂.

Zo zariadenia 17 na odstraňovanie CO₂ vstupuje odplyn v množstve od 47 011 Nm³/h s chemickým zložením podľa tabuľky VI.

Tabuľka VI

CO	10 %
CO ₂	82 %
H ₂	2 %
H ₂ O	4 %
H ₂ S	261 ppm
CH ₄	1 %
N ₂ , Ar	1 %

Výstupný plyn vystupujúci zo zariadenia na odstraňovanie CO₂, privádzaný pomocou prívodu 19 redukčného plynu do redukčnej oblasti 21 ďalšieho procesu priamej redukcie, prichádza v množstve 79 718 Nm³/h a s chemickým zložením uvedeným v tabuľke VII.

Tabuľka VII

CO	61 %
CO ₂	3 %
H ₂	30 %
H ₂ O	0 %
H ₂ S	6 ppm
CH ₄	1 %
N ₂ , Ar	4 %

Podľa vynálezu sa redukčný plyn, vystupujúci z taviaceho generátora 3, odvetvuje pomocou odbočovacieho vedenia 31, a to v množstve 39 952 Nm³/h s chemickým zložením uvedeným v tabuľke VIII.

Tabuľka VIII

CO	63 %
CO ₂	3 %
H ₂	29 %
H ₂ O	2 %
H ₂ S	200 ppm
CH ₄	1 %
N ₂ , Ar	2 %

Tento odvetvený redukčný plyn sa mieša s výstupným plynom, zbaveným CO₂, vystupujúcim zo zariadenia 17 na odstraňovanie CO₂, a tvorí tak redukčný plyn pre ďalšiu redukčnú oblasť 21 priamej redukcie. Je k dispozícii v množ-

stve 119 670 Nm³/h a má chemické zloženie uvedené v tabuľke IX.

Tabuľka IX

CO	62 %
CO ₂	3 %
H ₂	30 %
H ₂ O	1 %
H ₂ S	71 ppm
CH ₄	1 %
N ₂ , Ar	4 %

Tento zmesový plyn sa teraz musí ohriať v prvom ohrievacom zariadení 22, prípadne v druhom ohrievacom zariadení 25 na dodatočné spaľovanie. Po ohriatí v množstve 120 622 Nm³/h a s chemickým zložením uvedeným v tabuľke X sa zavádza do prvého prídavného redukčného reaktora 20, kde slúži na priamu redukciu v ďalšej redukčnej oblasti 21.

Tabuľka X

CO	59 %
CO ₂	5 %
H ₂	28 %
H ₂ O	2 %
H ₂ S	70 ppm
CH ₄	1 %
N ₂ , Ar	4 %

Aj pri tomto príklade vyhotovenia vynálezu je redukčný plyn, privádzaný do ďalšej redukčnej oblasti 21, bez recyklovaného redukčného plynu, čo znamená, že výstupný plyn, vystupujúci z ďalšej redukčnej oblasti 21, sa neprivádza dopravným vedením 29 do zariadenia 17 na odstraňovanie CO₂, ale slúži výlučne vonkajším spotrebiteľom.

Ako je zjavné z porovnania obidvoch príkladov, výhody spôsobu podľa vynálezu proti stavu techniky sú nasledujúce:

- Kompresor 16 výstupného plynu môže byť dimenzovaný na 3/4 kapacity.
- Oddelené vedenie výstupného plynu odtáňovaného z redukčnej pece 1 a redukčného plynu, odvetveného z taviaceho generátora 3, spôsobí zmenšenie regulačného kolísania, takže
- kompresor 16 môže pracovať rovnomernejšie,
- kompresor 16 môže byť dimenzovaný s menšou rezervou,
- regulácia kompresora 16 sa zjednoduší,
- ľahšie sa udržiava konštantná strata tlaku v zariadení 17 na odstraňovanie CO₂ v dôsledku menšieho kolísania objemu, ktorý sa spracováva, a
- prevádzka zariadenia 17 na odstraňovanie CO₂ sa stáva pokojnejšia, takže sa zariadenie môže ľahšie prevádzkovať.
- Spotreba elektrického prúdu na tonu produktu je asi o 15 % nižšia, lebo
- motor kompresora 16 môže byť dimenzovaný o viac ako 25 % menší a môže byť rovnomernejšie zaťažovaný.
- Využitie redukujúcich látok v redukčnom plyne, privádzanom odbočovacím vedením 31, je 100 %, čím sa dosiahne o asi 3 až 4 % vyššia výroba.
- Zásobníky redukčného plynu privádzaného pre ďalšiu redukčnú oblasť 21 sa využijú na lepšie napájanie ohrievacieho zariadenia 22, 25.
- Zariadenie 17 na odstraňovanie CO₂ sa môže dimenzovať podstatne menšie.
- Do zariadenia 17 na odstraňovanie CO₂ sa privádza výstupný plyn s vyšším parciálnym tlakom CO₂.

- Zvyškový obsah CO_2 vo výstupnom plyne zbavovanom CO_2 sa nemusí dodržiavať tak presne, kolísanie sa „zrieduť“, t. j. vyrovnáva redukčným plynom, privádzaným pomocou odbočovacieho vedenia 31.

- V odplyne zariadenia 17 na oddeľovanie CO_2 je nepatrný obsah H_2S a

- odpadá menej odplynú.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Spôsob výroby tekutého železa alebo tekutého oceľového polotovaru a železnej huby zo vsádzky, tvorenej železnou rudou, predovšetkým v kusovej forme a/alebo vo forme peliet, a prípadne prísadami, pričom sa vsádzka v prvej redukčnej oblasti (12) priamo redukuje na železnú hubu, železná huba sa tavi v taviacej splynovacej oblasti (8) za prívodu nosiča uhlíka a plynu obsahujúceho kyslík, a vyrába sa redukčný plyn obsahujúci oxid uhoľnatý a vodík, ktorý sa zavádza do prvej redukčnej oblasti (12), tam sa premieňa a odťahuje sa ako výstupný plyn, pričom sa odťahovaný výstupný plyn podrobuje odstráneniu oxidu uhličitého, načo sa ako redukčný plyn, aspoň z prevažnej časti zbavený oxidu uhličitého, spolu s časťou redukčného plynu vznikajúceho v taviacej splynovacej oblasti (8) na výrobu železnej huby zavádza výlučne do ďalšej redukčnej oblasti (21) na priamu redukciu železnej rudy, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že od časti redukčného plynu, vyvíjaného v taviacej splynovacej oblasti (8), vedeného výlučne do ďalšej redukčnej oblasti (21), sa časť odvetvuje a vedie sa do ďalšej redukčnej oblasti (21) obtokom okolo stupňa odstraňovania oxidu uhličitého, a že sa výstupný plyn po zbavení oxidu uhličitého ohrieva.

2. Spôsob podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že v ďalšej redukčnej oblasti (21) sa železná huba vyrába zo železnej rudy, výhodne kusovej alebo vo forme peliet, spôsobom s pevným lôžkom.

3. Spôsob podľa nároku 2, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že odvetvená časť redukčného plynu sa pred zavádzaním do ďalšej redukčnej oblasti (21) priamej redukcie v pevnom lôžku mieša s odvádzaným plynom, ktorý sa predtým podrobuje odstraňovaniu oxidu uhličitého, za vzniku zmesového redukčného plynu.

4. Spôsob podľa nároku 3, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že odvetvená časť redukčného plynu sa podrobuje odprašovaniu a praniu, a že zmesový redukčný plyn sa ohrieva.

5. Spôsob podľa nároku 1 alebo 2, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že sa ohrieva len výstupný plyn, ktorý bol podrobený odstráneniu oxidu uhličitého a po ohriatí sa zmieša s odvetvenou časťou redukčného plynu, ktorá sa obtokom vyhla tak odstraňovaniu oxidu uhličitého, ako aj ohrevu.

6. Spôsob podľa nároku 5, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že odvetvená časť redukčného plynu sa podrobuje odprašovaniu.

7. Spôsob podľa nároku 5, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že odvetvená časť redukčného plynu sa podrobuje odprašovaniu a praniu, a že výstupný plyn, ktorý bol podrobený odstraňovaniu oxidu uhličitého, sa ohrieva na teplotu nad požadovanou teplotou redukčného plynu pre ďalšiu redukčnú oblasť (21).

8. Spôsob podľa jedného alebo viacerých z nárokov 1 až 7, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že odvetvená časť redukčného plynu sa, ak je v prebytku, pred zavádzaním do ďalšej redukčnej oblasti (21) skladuje.

9. Spôsob podľa jedného alebo viacerých z nárokov 1 až 8, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že kolísanie tlaku v taviacej splynovacej oblasti (8) sa vyrovnáva primiešavaním časti redukčného plynu, vyvíjaného v taviacej splynovacej oblasti (8), k výstupnému plynu, odťahovanému z prvej redukčnej oblasti (12) pred vykonávaním odstraňovania oxidu uhličitého.

10. Spôsob podľa jedného alebo viacerých z nárokov 1, 5, 6, 7, 8, 9, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že sa v ďalšej redukčnej oblasti (21) redukuje jemná ruda spôsobom vírivého lôžka, a že odvetvený redukčný plyn sa privádza do ďalšej redukčnej oblasti (21) obtokom okolo ohrevu výstupného plynu.

11. Spôsob podľa nároku 10, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že sa priama redukcia spôsobom vírivého lôžka vykonáva v dvoch alebo viacerých stupňoch.

12. Zariadenie na vykonávanie spôsobu podľa jedného alebo viacerých nárokov 1 až 11, obsahujúce redukčnú pec (1) na železnú rudu, výhodne kusovú alebo vo forme peliet, taviaci generátor (3), prívod (4) redukčného plynu, spájajúci taviaci generátor (3) s redukčnou pecou (1), dopravné vedenie (13) na produkt redukcie vytváraný v redukčnej peci (1), spájajúce redukčnú pec (1) s taviacim generátorom (3), odvod (14) výstupného plynu vychádzajúci z redukčnej pece (1) a ústiaci do zariadenia (17) na odstraňovanie oxidu uhličitého, prívody (6, 7) plynu obsahujúceho kyslík a nosiče uhlíka, ústiace do taviaceho generátora (3), výpusť (11) surového železa (9) a trosky (10), usporiadaný na taviacom generátore (3), a aspoň jeden prídavný redukčný reaktor (20, 36, 37) na príjem železnej rudy, prívod (19) redukčného plynu k tomuto prídavnému redukčnému reaktoru (20, 36, 37), vychádzajúci od zariadenia (17) na odstraňovanie oxidu uhličitého, pričom zariadenie (17) na odstraňovanie oxidu uhličitého je napojené výlučne na tento prídavný redukčný reaktor (20, 36, 37), odvod (30) výstupného plynu z tohto prídavného redukčného reaktora (20, 36, 37), a vynášacie zariadenie na redukčný produkt, vytváraný v tomto prídavnom redukčnom reaktore (20, 36, 37), **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že prívod (19) redukčného plynu prídavného redukčného reaktora (20, 36, 37) vedie cez ohrievacie zariadenie (20, 25) na výstupný plyn, zbavený oxidu uhličitého, a ústi do prídavného redukčného reaktora (20, 36, 37), a že z prívodu (4) redukčného plynu, spájajúceho taviaci generátor (3) s redukčnou pecou (1), vychádza odbočovacie vedenie (31), ktoré obchádza obtokom zariadenia (17) na odstraňovanie oxidu uhličitého a ústi do prívodu (19) redukčného plynu prídavného redukčného reaktora (20, 36, 37).

13. Zariadenie podľa nároku 12, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že prídavný redukčný reaktor (20) je vytvorený ako reaktor s pevným lôžkom, predovšetkým ako šachtová pec, výhodne na železnú rudu v kusovej forme alebo vo forme peliet.

14. Zariadenie podľa nároku 12 alebo 13, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že odbočovacie vedenie (31) vedie obtokom tak okolo zariadenia (17) na odstraňovanie oxidu uhličitého, ako okolo ohrievacieho zariadenia (22), ktoré prípadne zahrnuje zariadenie na dodatočné spaľovanie, a ústi do prívodu (19) redukčného plynu do prídavného redukčného reaktora (20, 36, 37).

15. Zariadenie podľa nároku 12 alebo 14, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že prídavný redukčný reaktor (36, 37) je vytvorený ako reaktor s vírivým lôžkom.

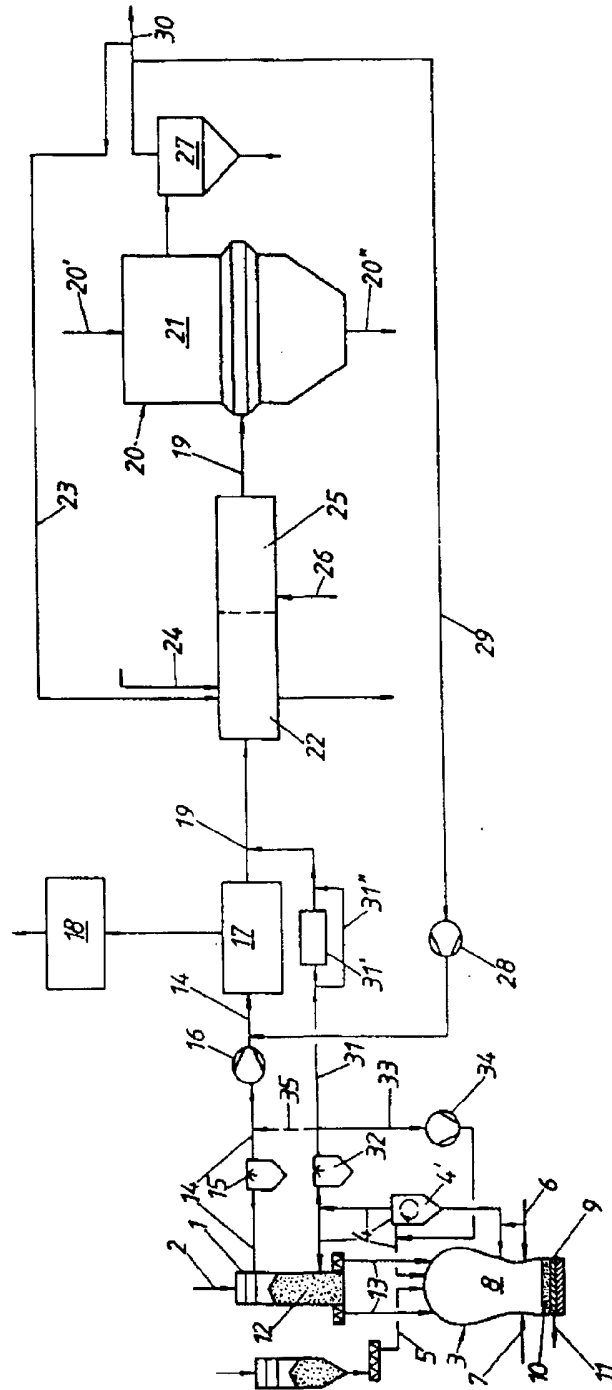
16. Zariadenie podľa nároku 15, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že sú usporiadané dva alebo viac prídavných redukčných reaktorov (36, 37) s vírivým lôžkom, usporiadané v sérii.

17. Zariadenie podľa jedného alebo viacerých z nárokov 12 až 16, **v y z n a ě u j ú c e s a t ý m**, že v odbočovacom vedení (31) je usporiadaný tlmiaci zásobník (31').

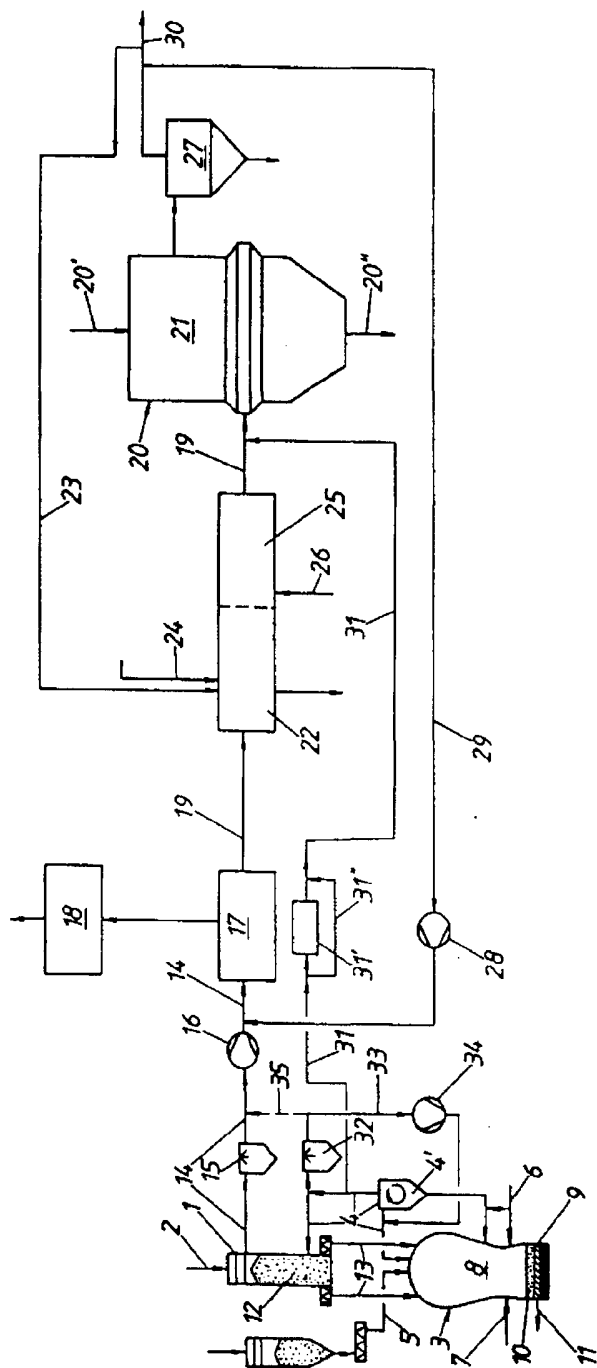
18. Zariadenie podľa nároku 17, **v y z n a ě u j ú c e s a t ý m**, že tlmiaci zásobník (31') je premostiteľný obtokom (31'').

19. Zariadenie podľa jedného alebo viacerých z nárokov 12 až 18, **v y z n a ě u j ú c e s a t ý m**, že odbočovacie vedenie (31) je prepojitelná cez vyrovnávacie vedenie (35) s odvodom (14) výstupného plynu pred jeho zaústením do zariadenia (17) na odstraňovanie oxidu uhličitého.

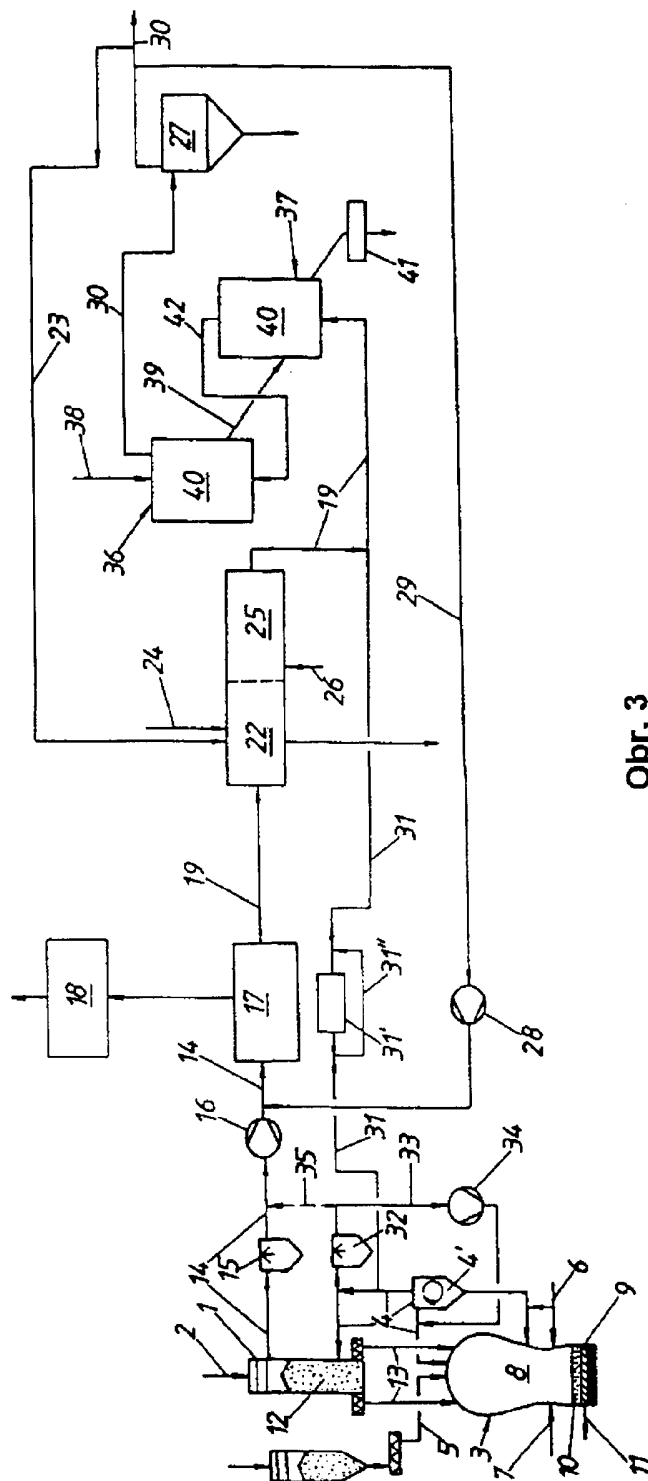
3 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3