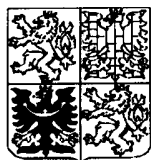


PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **26. 06. 97**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **28.06.96**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **96/1154**

(33) Země priority: **AT**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **11. 08. 99**
(Věstník č. 8/99)

(86) PCT číslo: **PCT/AT97/00143**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 98/02586**

(21) Číslo dokumentu:

4331-98

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.⁶:

C 21 B 13/14

(71) Přihlášovatel:

VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU
GMBH, Linz, AT;
POHANG IRON & STEEL CO., LTD., Pohang
City, KR;
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL
SCIENCE & TECHNOLOGY,
INCORPORATED FOUNDATION, Pohang
City, KR;

(72) Původce:

Kepplinger Leopold Werner, Leonding, AT;
Wallner Felix, Linz, AT;
Schenk Johannes, Linz, AT;
Lee Il-Ock, Pohang, KR;
Kim Yong-Ha, Pohang, KR;
Park Moon Duk, Pohang City, KR;

(74) Zástupce:

Všetečka Miloš JUDr., Hálkova 2, Praha 2,
12000;

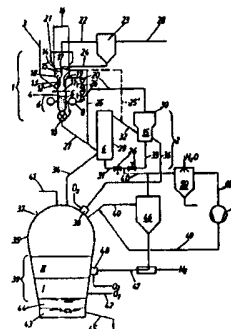
(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob výroby tekutého surového železa
nebo tekutých polotovarů oceli**

(57) Anotace:

U způsobu výroby tekutého surového železa /43/ nebo tekutých polotovarů oceli se ze vsázkových materiálů tvořených železnou rudou /5/ a přísadami, vykazujících alespoň částečně jemný podíl, železná ruda redukuje přímo na železnou houbu fluidačním způsobem nejméně ve dvou redukčních stupních /1, 2/ a tato železná houba se taví za přívodu nosičů uhlíku a plynu obsahujícího kyslík v zóně /39/ tavného zplynování a vyrábí se redukční plyn obsahující CO a H₂, který se zavádí do redukčních zón redukčních stupňů /1, 2/, tam se přeměňuje, odvádí se jako kychtový plyn a případně se přivádí k nějaké-

mu spotřebiči. Aby se docílilo stejnoměrné redukce železné rudy při optimálním využití redukčního plynu, frakcionuje se v prvním redukčním stupni /1/ železná ruda /5/ pomocí redukčního plynu nejméně ve dvou frakcích vždy s rozdílným rozdělením velikosti zrna; každá frakce se redukuje ve vlastní fluidní vrstvě /6, 15/ redukčním plynem, přičemž redukční plyn udržuje první fluidní vrstvu /6/ obsahující hrubozrnnou frakci a odděluje z ní jemnozrnnou frakci a přičemž se dále redukční plyn zavádí dodatečně přímo do další fluidní vrstvy /15/; vynáší se redukováná železná ruda /5/ jak z první, tak i z další fluidní vrstvy /15/ a jemnozrnná i hrubozrnná frakce, redukováné v prvním redukčním stupni /1/, se redukuje dále nejméně v jednom dalším redukčním stupni /2/, pracujícím stejným způsobem jako první redukční stupeň /1/, a z posledního redukčního stupně /2/ se jemnozrnná frakce přivádí za aglomerace přísunem kyslíku do zóny /39/ tavného zplynování a hrubozrnná frakce se do zóny /39/ tavného zplynování přivádí přímo gravitačně.



ZPŮSOB VÝROBY TEKUTÉHO SUROVÉHO ŽELEZA NEBO TEKUTÝCH POLOTOVARŮ OCELI

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu výroby tekutého surového železa nebo tekutých polotovarů oceli ze vsázkových materiálů tvořených železnou rudou a přísadami a vykazujících alespoň z části jeden jemný podíl, při kterém se železná houba redukuje přímo na železnou houbu fluidizací alespoň ve dvou redukčních stupních, železná houba se vytaví v tavné zplynovací zóně za přívodu nosičů uhlíku a plynu obsahujícího kyslík a vyrábí se redukční plyn obsahující CO a H₂, který se zavádí do redukčních zón redukčních stupňů, tam se přeměňuje, jako kychtový plyn se odvádí a popřípadě se přivádí do nějakého spotřebiče. Vynález se také týká zařízení k provádění tohoto způsobu.

Dosavadní stav techniky

Jeden způsob redukování rudy s následným tavením je známý například z EP-A-0 594 557. . U tohoto známého způsobu se podle jedné výhodné formy provedení provádí redukce ve dvou místně oddělených redukčních zónách zařazených do série, přičemž redukční plyn, který vystupuje z první redukční zóny se přivádí do druhé redukční zóny předřazené ve směru toku jemné rudy zóně první, tedy v protiproudu, a z ní se za zvýšeného tlaku

přivádí do předehřívací zóny. Každá z obou redukčních zón vykazuje horní úsek, ve kterém se ve fluidním loži redukuje jemné částice pevného materiálu, a spodní úsek, do kterého klesají větší částice pevného materiálu a redukuje se v prošlém pevném loži.

Tím vznikají oproti jednostupňové přímé redukci, tedy přímé redukci s pouze jednou jedinou redukční zónou výhody, které lze spatřovat především v nízké spotřebě redukčního plynu, a sice z následujícího důvodu. Technické redukční procesy vyžadují redukční teplotu minimálně 750 °C, takže se nutně objevuje na výstupu z redukční zóny minimální teplota redukčního plynu 750 °C.

Protože tento redukční plyn z tavného zplynovače nesmí mít z technických důvodů teploty nad 950 °C, je nyní k dispozici teplotní spád asi 200 °C, to znamená, že se může využít jen asi 1/3 citelného tepla redukčního plynu. Aby se mohla udržovat výše uvedená teplotní hladina, muselo by se používat při jednostupňovém redukčním procesu několikanásobné množství redukčního plynu, než je pro redukci potřeba. Z toho by vyplývalo nepostačující využití redukčního plynu a tím také vyšší spotřeba uhlí v tavném zplynovači.

Přestože se tento známý způsob osvědčil, může při zpracování rud o různých velikostech zrn, to znamená při zpracování rud s poněkud vyšším podílem jemné rudy (například těžné rudy), dojít mezi jemnozrnnou frakcí a hrubozrnnou frakcí železné rudy k různým stupňům redukce. Odpomoci tomu je obtížné, protože u tohoto známého způsobu není možné nastavit v reaktorových nádobách dobu prodlevy jemnozrnné frakce nezávislou na době prodlevy

hrubozrnné frakce železné rudy.

U tohoto známého způsobu se nahotovo zredukovaný podíl jemné rudy vnáší do tavné zplynovací zóny odděleně od hrubého podílu rudy z redukční zóny bezprostředně předřazené tavné zplynovací zóně, a sice ve výši fluidního lože vytvářejícího se nad pevným ložem tavné zplynovací zóny. Tím se zabrání vynášení jemnozrnné frakce redukčním plynem vytvořeným v tavné zplynovací zóně. Při přetížení fluidního lože vnesenou jemnozrnnou frakcí může dojít ke zborcení fluidního lože a v důsledku toho k hromadění plynu. Důsledkem toho jsou erupтивní výbuchy plynu. Tím je silně narušován proces zplynování nosičů uhlíku i proces tavení redukované železné rudy, to znamená ocelové houby. Může docházet k nekontrolovaným výkyvům tlaku a kolísání množství vyrobeného redukčního plynu a vytváření redukčního plynu s reduktanty o složení, které jsou pro redukční proces škodlivé.

Z patentové přihlášky KR 94-38980 je známý způsob typu popsaného v úvodu, při kterém se předredukovaný jemný podíl rudy vynáší za pomoci redukčního plynu z redukční zóny bezprostředně předřazené tavné zplynovací zóně a přivádí se do oddělené redukční zóny jemné rudy. Z té se nahotovo zredukovaná jemná ruda přivádí, stejně tak jako podle EP-A-0 594 557, do zóny fluidního lože v tavném zplynovači, takže zde již může v tavném zplynovači docházet k výše popsaným poruchám.

Podle patentové přihlášky KR 94-38980 se ruda předredukuje v první redukční zóně přičemž podíl jemné rudy i podíl hrubé rudy se redukují společně v jedné jediné redukční zóně. Tak vznikají nedostatky popsané u

EP-A-0 594 557, totiž nerovnoměrné stupně redukce podílu jemné rudy a podílu hrubé rudy v této redukční zóně.

Podstata vynálezu

Vynález směřuje k odstranění těchto nevýhod a obtíží a klade si za úkol vytvořit způsob typu popsaného v úvodu a také zařízení k provádění tohoto způsobu, kterým by byl proveditelná nejen rovnoměrná redukce jemného podílu i hrubého podílu rudy, a sice za účelem dobrého využití redukčního plynu v jednom víceetapovém, to znamená alespoň dvoustupňovém redukčním procesu. Tím se má také zejména zabránit poruchám tavného procesu a procesu produkce redukčního plynu v tavné zplynovací zóně.

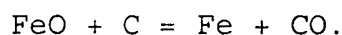
Tento úkol se podle vynálezu řeší pro způsob typu popsaného tím:

- že každý z obou redukčních stupňů vykazuje dvě oddělené fluidní vrstvy, přičemž se v prvním redukčním stupni železná ruda frakcionuje za pomoci redukčního plynu alespoň na dvě frakce s vždy rozdílnými děleními velikostmi zrn, a totiž alespoň na jednu hrubozrnnou frakci a alespoň jednu jemnozrnnou frakci,
- že se každá frakce redukuje redukčním plynem v jedné jediné fluidní vrstvě, přičemž
- redukční plyn udržuje první fluidní vrstvu obsahující hrubozrnnou frakci a odlučuje z ní jemnozrnnou frakci,
- a při kterém se dále do další fluidní vrstvy zavádí přímo navíc redukční plyn, a sice v množství, případně s chemickým složením, které zajišťuje redukci jemnozrnné frakce v této fluidní vrstvě na předem stanovený stupeň metalizace v předem daném časovém

intervalu, a

- že se redukována železná ruda vynáší jak z první, tak také z druhé fluidní vrstvy a
- že se jemnozrnná i hrubozrnná frakce redukována v prvním redukčním stupni dále redukuje v dalším redukčním stupni, který pracuje stejným způsobem jako první redukční stupeň, a z posledního redukčního stupně se jemnozrnná frakce přivádí za aglomerace dodáním kyslíku, s výhodou prostřednictvím hořáku, do tavné zplynovací zóny a hrubozrnná frakce se do tavné zplynovací zóny přivádí přímo gravitací.

Vnášení redukovéna jemnozrnné frakce do tavné nádoby prostřednictvím hořáku je jako takové známé z patentové přihlášky KR 92-27502. Redukce redukčním plynem zde však probíhá jednostupňově a tavení rudy pouze předredukovéna v jednostupňovém postupu probíhá takzvaným způsobem "v lázni". Podle tohoto způsobu je v reaktorové nádobě k dispozici jen kovová tavenina pokrytá taveninou strusky bez pevného lože i bez fluidního lože. Vnášené uhlí se zplynuje ve vrstvě strusky, ve které se také redukuje nahotovo vnesená předredukována ruda. Tento způsob redukce však probíhá zcela jinak než u způsobu, který byl popsáný v úvodu, a podle vynálezu, v tom, že totiž při předredukování se z Fe_2O_3 redukuje z pomoci CO a/nebo H_2 jen maximálně do stupně FeO a předredukována ruda se pak redukuje nahotovo v tavné nádobě za pomoci uhlíku, a sice podle rovnice



Takové tavné procesy "v lázni" se tedy zásadně liší od postupu popsáného v úvodu. Provádí se totiž jen redukce s redukčním plynem v malé míře, a sice do stupně redukce přibližně 30 %. Pro redukcí nahotovo v tavném

reaktoru je ve srovnání se způsobem podle vynálezu nutný vysoký podíl uhlíku, naproti tomu u způsobu toho typu, který byl popsán v úvodu, a podle vynálezu se provádí redukce až do stupně redukce 90 % nebo výše výhradně redukčním plynem. Protože u způsobu "v lázni" není k dispozici žádné pevné lože ani žádné fluidní lože, problematika přetížení fluidního lože, která tvoří základ vynálezu, se zde nevyskytuje.

Podle jedné výhodné formy provedení se podle vynálezu nastavuje dělení velikosti zrna odloučené jemnozrnné frakce v obou redukčních stupních v závislosti na celkovém rozdělení velikosti zrn prostřednictvím nastavení množství redukčního plynu přiváděného za časovou jednotku do první fluidní vrstvy a současně se nastavuje stupeň redukce jemnozrnné frakce nastavením množství sekundárního redukčního plynu přiváděného dodatečně přímo k této frakci.

Jedna zjednodušená forma provedení způsobu podle vynálezu předpokládá, že se jemnozrnná i hrubozrnná frakce redukováná v prvním redukčním stupni redukuje dále společně v první fluidní vrstvě dalšího redukčního stupně a že se jemnozrnná frakce znovu odděluje a přivádí se k další fluidní vrstvě a tam se dále redukuje.

Účelně se jemnozrnná frakce redukováná v prvním redukčním stupni přivádí přímo do další fluidní vrstvy dalšího redukčního stupně a tam se dále redukuje.

Jedna další zjednodušená varianta způsobu podle vynálezu je vyznačená tím, že se jemnozrnná frakce vnáší do zóny tavného zplynování místo přes hořák v

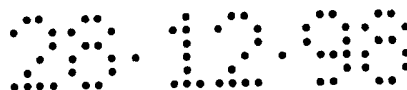
bezprostřední blízkosti vnášení kyslíku ústícího do tavné zplynovací zóny.

Zařízení k provádění způsobu podle vynálezu s alespoň dvěma redukčními jednotkami uspořádanými v sérii, z nichž do první reaktorové nádoby ústí dopravní vedení pro železnou rudu a vsázkové materiály obsahující přísady, plynové potrubí pro redukční plyn a také dopravní vedení pro produkt redukce, který se v něm tvoří, které vede k další redukční jednotce s reaktorovou nádobou, a odvod plynu pro kychtový plyn, přičemž přívod plynu pro redukční plyn tvoří odvod plynu pro redukční plyn z další redukční jednotky a další dopravní vedení pro produkt redukce tvořený v této další redukční jednotce ústí do tavného zplynovače, který vykazuje přívody pro plyny obsahující kyslík a nosiče uhlíku a také odpich pro surové železo případně polotovar oceli a strusku, přičemž přívodní potrubí redukčního plynu pro redukční plyn vytvořený v tavném zplynovači, které ústí do další redukční jednotky, vychází z tavného zplynovače, je vyznačené tím, že redukční jednotky vykazují každá alespoň dvě reaktorové nádoby uspořádané v sériích ve směru toku železné rudy, které vždy obsahují vhodnou fluidní vrstvu, a ke kterým vždy vede v paralelním uspořádání jedno přívodní potrubí plynu pro redukční plyn, přičemž vynášecí zařízení redukčního plynu vede z první reaktorové nádoby ve směru průtoku železné rudy do druhé reaktorové nádoby téže redukční jednotky navržené pro jemnozrnnou frakci redukované železné houby a z každé reaktorové nádoby vychází jedno dopravní vedení pro produkt redukce, a přičemž dále obě dopravní vedení vedoucí z první redukční jednotky ústí do další redukční jednotky a dopravní vedení vycházející z této další

redukční jednotky v případě, že tvoří poslední redukční jednotku, vedou odděleně do tavného zplynovače, a sice jedno dopravní vedení vycházející z první reaktorové nádoby poslední redukční jednotky ústí přímo do tavného zplynovače a dopravní potrubí vycházející z druhé reaktorové nádoby poslední redukční jednotky ústí do tavného zplynovače v místě obohacované kyslíkem, s výhodou přes hořák.

Podle jedné výhodné formy provedení ústí obě dopravní vedení, která vedou z první redukční jednotky, do druhé redukční jednotky společně.

Výhodně ústí dopravní vedení vedoucí z další reaktorové nádoby jedné redukční jednotky přímo do další reaktorové nádoby následně uspořádané redukční jednotky.



Jedna další výhodná forma provedení se vyznačuje tím, že před první redukční jednotkou je předřazená předehřívací nádoba pro železnou rudu, do které ústí plynové potrubí vedoucí kychtový plyn z první redukční jednotky.

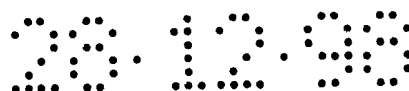
Přehled obrázků na výkresech

Vynález je následně blíže vysvětlen prostřednictvím několika příkladů provedení, přičemž obrázky 1 až 3 ukazují vždy jednu výhodnou formu provedení zařízení podle vynálezu ve schematickém znázornění. Obrázek 4 se týká příkladu provedení s tavným zplynovačem podle jedné pozměněné formy provedení.

Příklady provedení vynálezu

Zařízení podle vynálezu podle obrázku 1 vykazuje dva redukční stupně, resp. redukční jednotky 1 a 2 zapojené za sebou do série, přičemž se do první redukční jednotky 1 přivádí přívodem 3 rudy železná ruda obohacená případně přísadami, která vykazuje alespoň nějaký jemný podíl (dále nazývaný jemnozrnná frakce) a nějaký hrubý podíl (dále nazývaný hrubozrnná frakce) a která je případně už předehřátá. V něm nastává předredukování a v případě, že železná ruda ještě není předehřátá, také předehřátí. Tato první redukční jednotka 1 je vytvořena následovně.

Redukční jednotka 1 vykazuje první reaktorovou nádobu 4 pro pojmutí prvního fluidního lože 6 vytvořeného z železné rudy 5. Fluidní lože 6 se udržuje redukčním plynem, který se



přivádí radiálně symetricky přívodem 7 plynu vycházejícím z prstencového potrubí 8 obklopujícího reaktorovou nádobu 4. Přívod 3 rudy ústí do reaktorové nádoby 4 z boku.

Na spodním konci zužující se reaktorové nádoby 4 ve tvaru komolého kužele je navržené vynášecí zařízení 10 pro předredukovanou železnou rudu. Na vrchním konci první reaktorové nádoby 4, vykazující účelně kruhovitý průřez 11, je v odstupu nad fluidním ložem 6 navržené přibližně vertikálně orientované vynášecí zařízení 12 redukčního plynu, které vykazuje průřez 13, s výhodou také kruhový průřez 13, který je vzhledem k průřezu 11 reaktoru zúžený. Vynášecí zařízení 12 tak tvoří tryskovité zúžení. Vertikální uspořádání vynášecího zařízení 12 umožňuje zpětnou dopravu větších částeczek rudy nebo aglomerátů tvořících se během redukování a strhávaných náhodně redukčním plynem proudícím vzhůru do fluidního lože 6.

Bezprostředně nad první reaktorovou nádobou 4 je uspořádaná další reaktorová nádoba 14 pro pojmutí dalšího fluidního lože 15. Do této další reaktorové nádoby 14, která vykazuje oproti průřezu 11 první reaktorové nádoby 4 větší kruhový průřez 16, ústí vynášecí zařízení 12 první reaktorové nádoby 4 přes radiálně symetricky, to znamená zde centrálně, uspořádaný přívodní otvor 17 plynu, kterým vstupuje do fluidního lože 15 redukční plyn vycházející z první reaktorové nádoby 4, který strhává část železné rudy 5, totiž tu s velikostí zrna ve spodní oblasti rozdělení velikostí zrna (jemnozrnnou frakci), a udržuje ho. Spodní konec druhé reaktorové nádoby 14 je vytvořený rovněž ve tvaru komolého kužele, přičemž další reaktorová nádoba 14 vyčnívá oproti první reaktorové nádobě 4 radiálně ve tvaru mezikružší, tedy je opatřena rozšířením 18 ve tvaru mezikružší

sahajícím směrem ven.

Na tomto rozšíření 18 vykazuje další reaktorová nádoba 14 radiálně symetricky uspořádané rozdělovací dno 19 plynu pro přímý přívod sekundárního redukčního plynu proudícího přívodem 20 plynu, který potom dodatečně slouží spolu s redukčním plynem proudícím z první reaktorové nádoby 4 do reaktorové nádoby 14 nejen pro udržování fluidního lože 15 v další reaktorové nádobě 14, ale také pro dostatečnou redukci jemné rudy 5, která je k dispozici v tomto fluidním loži 15. Tím se dodatečně využívá redukční potenciál redukčního plynu proudícího z první reaktorové nádoby 4. Rozdělovací dno 19 plynu, které může být vytvořené jako děrované dno, síťové dno, ventilové dno nebo zvonové dno, nebo podobně, je vzhledem k centrálně uspořádanému přívodnímu otvoru 17 plynu vytvořené padající (přibližně ve formě komolého kužele), takže větší částčky rudy nebo aglomeráty z něj spadávají opět nazpátek do fluidního lože 6 v první reaktorové nádobě 4 a tam se dále redukují. Přívody 7 a 20 plynu jsou pro tok plynu navržené v rovnoběžném uspořádání.

Horní konec další reaktorové nádoby 14 je opatřený rozšířením 21 směřujícím rovněž radiálně ven, to znamená vyčnívajícím ven, čímž se v odstupu nad fluidním ložem 15 velmi zpomalí rychlost plynu, například asi na polovinu rychlosti uvnitř fluidního lože 15, což způsobuje drastické snížení vynášení prachu spotřebovaným redukčním plynem odváděným nahoře odvodem 22. Spotřebovaný redukční plyn se čistí v cyklonu 23, ze kterého se jemné částice, které se při tom odloučí, přivádějí eventuálně přes zpětné vedení 24 opět do fluidní vrstvy 15 další reaktorové nádoby 14. Další reaktorová nádoba 14 je opatřena vynášecím zařízením 25 jemné rudy 5, která se v ní zredukovala, které je vytvořené

jako dopravní vedení.

V redukční jednotce 1 nastává rozdělování vsázené železné rudy 5, která vykazuje široký rozsah velikostí zrn (například řádově velikosti od 0,01 až do 8 mm), vzdušným tříděním za pomoci redukčního plynu na hrubozrnnou frakci a jemnozrnnou frakci, tedy na frakce s rozdílným rozdělením velikostí zrn. Tím se daří optimálně přizpůsobit proudové poměry pro fluidizaci a prodlevu železné rudy vypálení zrna.

Jemným částčkám, které jsou vynášeny z první spodní reaktorové nádoby 4, se v důsledku tryskovitého zúžení 12 brání zpětnému proudění do této reaktorové nádoby 4, protože jsou strhávány redukčním plynem proudícím vzhůru zúžením 12 zvýšenou rychlostí opět vzhůru. Regulačními orgány 26 množství navrženými v přívodech 8 a 20 redukčního plynu se daří zajistit pro každou z frakcí, tedy pro každou z fluidních vrstev 6 a 15, optimální proudění plynu a tím optimální čas prodlevy částček rudy v redukčním plynu. Tím se daří přesně nastavit předem stanovený stupeň metalizace jemné rudy, a sice jak jemnozrnné, tak i hrubozrnné frakce, při co možná nejmenší spotřebě redukčního plynu, a sice v předem stanoveném časovém rozpětí.

Redukovaná hrubozrnná frakce železné rudy 5 vynášená vynášecím zařízením 10 z první reaktorové nádoby 4 se dopravuje dále vynášecím zařízením 27 pevných látek vytvořeným jako dopravní vedení. Potrubím 28 připojeným na cyklón 23 se provádí odvod vyčištěného plynu spolu se zbytkovým prachem obsaženým v tomto plynu.

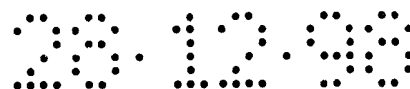
Druhá redukční jednotka 2, ve které nastává dalekosáhlá konečná redukce předredukované železné rudy na železnou

houbu, vykazuje dvě reaktorové nádoby 29, 30, které jsou však uspořádané samostatně, tedy vzájemně oddělené. Dopravní vedení 27 pro hrubozrnnou frakci a dopravní potrubí 25 pro jemnozrnnou frakci ústí společně do první reaktorové nádoby 29 z obou nádob uspořádané pro redukováný materiál v sérii jako první, přes jejíž dno se přívodem 31 plynu přivádí redukční plyn. Také zde nastává pneumatické třídění a jím oddělená předredukováná jemná ruda, to znamená jemnozrnná frakce, se vynášecím zařízením 32 plynu uspořádaným na horním konci první reaktorové nádoby 29 druhé redukční jednotky 2 přivádí s redukčním plynem do druhé reaktorové nádoby 30 této redukční jednotky 2.

Podle jedné varianty je také možné přivádět jemnozrnnou frakci vynášenou vynášecím zařízením 25 přes dopravní potrubí 25' přímo do druhé reaktorové nádoby 30 druhé redukční jednotky 2, jak je to znázorněné čárkovanými čarami na obrázku 1.

Do této druhé reaktorové nádoby 30 se rovněž přes její dno, přivádí přívodem 33 redukční plyn, který se přivádí v kopuli této reaktorové nádoby 30, která se rozšiřuje vzhůru, společně s redukčním plynem první redukční jednotky 1 převáděným přes vynášecí zařízení 32 plynu z první reaktorové nádoby 29 do druhé redukční jednotky 2. Každý z přívodů 31 a 33 redukčního plynu uspořádaných pro proud plynu paralelně je vybavený regulačními orgány 26 množství.

Hrubozrnná frakce vystupující dopravním vedením 34 z první reaktorové nádoby 29 druhé redukční jednotky 2 se s pomocí působení gravitační síly přivádí do tavného zplynovače 35. Jemnozrnná frakce odváděná vynášecím potrubím 36 z druhé reaktorové nádoby 30 druhé redukční jednotky 2 se



přivádí do tavného zplynovače 35 přes hořák 38 uspořádaný v kopuli 37 tavného zplynovače 35. Hořák 38 způsobuje aglomerování částecek jemnozrnné frakce, takže ty se dostávají do zóny 39 tavného zplynování gravimetricky.

V tavném zplynovači 35 se v zóně 39 tavného zplynování vyrábí z uhlí a plynu obsahujícího kyslík redukční plyn obsahující oxid uhelnatý CO a vodík H₂, který se přivádí příívodem 40 redukčního plynu k oběma reaktorovým nádobám 29, 30 druhé redukční jednotky 2.

Tavný zplynovač 35 vykazuje příívod 41 pro pevné nosiče uhlíku, příívod 42 pro plyny obsahující kyslík a také případně příívody pro nosiče uhlíku, které jsou při pokojové teplotě kapalně nebo plynně, jako uhlovodíky, a také pro spálené přísady. V tavném zplynovači 35 se pod zónou 39 tavného zplynování shromažďuje roztavené tekuté surové železo 43 případně tekutý roztavený polotovar oceli i roztavená tekutá struska 44, které se odpichují odpichem 45.

Nad struskou 44 dochází k vytváření pevného lože I tvořeného z nosičů uhlíku (koksu) a nad ním k vytváření fluidního lože II z hrubých a nad ním z jemných částecek nosičů uhlíku (částecek koksu).

V příívodu 40 redukčního plynu, který vychází z tavného zplynovače 35 a ústí do obou reaktorových nádob 29, 30, je navržené odprašovací zařízení 46, jako je horkoplynný cyklon, přičemž se částice prachu oddělené v tomto horkoplynném cyklonu 46 přivádějí spolu s dusíkem jako dopravním prostředkem do tavného zplynovače 35 zpětným vedením 47 a přes hořák 48 za dmýchání kyslíku. Hořák 48 může být uspořádaný ve výši fluidního lože II nebo nad

fluidním ložem II.

Pro nastavení teploty redukčního plynu je s výhodou navržené zpětné vedení 49 plynu, které odbočuje z přívodu 40 redukčního plynu a část redukčního plynu vede přes pračku 50 a kompresor 51 opět zpátky do přívodu 40 redukčního plynu, a sice před horkoplynný cyklon 46.

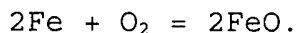
Podle formy provedení znázorněné na obrázku 2, u které je první redukční jednotce 1 předřazený předehřívací stupeň 52, do kterého se jako předehřívací plyn přivádí část kychtového plynu vystupujícího z první redukční jednotky 1 a přes přívod 53 vzduchu také vzduch, jsou obě redukční jednotky 1, 2 vytvořené navzájem stejné, a sice tak, jako první redukční jednotka 1 formy provedení znázorněné na obrázku 1.

Podle obrázku 3 odpovídá první redukční jednotka 1 druhé redukční jednotce 2 formy provedení podle obrázku 1 a druhá redukční jednotka 2 první redukční jednotce 1 formy provedení podle obrázku 1.

Obrázek 4 ukazuje detail zařízení podle jedné varianty, podle níž se jemnozrnná frakce redukováná nahotovo nepřivádí do tavného zplynovače 35 přes hořák 38, nýbrž přímo. V blízkosti vyústění vynášecího potrubí 36 do vnitřního prostoru tavného zplynovače 35 ústí přívodní potrubí 42' kyslíku, takže také podle této varianty může nastat okamžitá aglomerace částeczek jemnozrnné frakce a zabrání se jejich vynášení redukčním plynem odváděným z tavného zplynovače 35. Vyústění vynášecího potrubí 36 může být navržené také v hlouběji položené části tavného zplynovače 35, jak je to znázorněné na obrázku 4 čárkovaným potrubím 36' a čárkovaně

znázorněným přívodním potrubím 42'' kyslíku.

Podle vynálezu vznikají procesně technické výhody. Jedna důležitá se spatřuje především v relativně přesném a exaktně nastavitelném rozdělení na hrubozrnnou a jemnozrnnou frakci, čímž se daří dávkovat do tavného zplynovače 35 co možná nejvyšší podíl gravimetricky přímo a přes hořák 38, případně přes místo obohacené kyslíkem jen bezpodmínečně nutný podíl. Tak je nutný jen nepatrný výkon hořáku, což opět vede jen k nepatrnému teplotnímu zatížení v kopuli 37 tavného zplynovače 35, takže je celková spotřeba energie malá a redukční plyn se musí ochlazovat jen relativně málo. Tím klesá také nebezpečí výskytu nalepování. Jemnozrnná frakce se při vnášení taví, takže se zabrání prachovému obohacení v tavném zplynovači. Energie pro tavení jemnozrnné frakce se uvolňuje následnou chemickou reakcí, takže lze hořák provozovat bez dodatečné spotřeby uhlíku:



Vynález se neomezuje na příklady provedení znázorněné na výkresech, ale může se modifikovat v různých ohledech. S ohledem na počet redukčních stupňů případně redukčních jednotek má odborník volnou volbu. Může je volit vždy podle požadovaného průběhu procesu a v závislosti na vsázených materiálech.

Zastupuje:

Dr. Miloš Všetečka v.r.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob výroby tekutého surového železa (43) nebo tekutých polotovarů oceli ze vsázkových materiálů tvořených železnou rudou (5) a přísadami a vykazujících alespoň z části jemný podíl, při kterém se železná ruda redukuje na železnou houbu přímo alespoň ve dvou redukčních stupních (1, 2) fluidačním způsobem, železná houba se taví v zóně (39) tavného zplynování za přívodu nosičů uhlíku a plynu obsahujícího kyslík a vyrábí se redukční plyn obsahující CO a H₂, který se zavádí do redukčních zón redukčních stupňů (1, 2), tam se přeměňuje, odvádí se jako kychtový plyn a případně se přivádí nějakému spotřebiči, vyznačující se tím:

- že každý z obou redukčních stupňů (1, 2) vykazuje dvě oddělené fluidní vrstvy (6, 15), přičemž se v prvním redukčním stupni (1) frakcionuje železná ruda (5) za pomoci redukčního plynu alespoň na dvě frakce s rozdílným rozdělením velikostí zrn, tedy nejméně na jednu hrubozrnnou frakci a nejméně jednu jemnozrnnou frakci,
- že se každá frakce redukuje redukčním plynem ve vlastní fluidní vrstvě (6, 15), přičemž
- redukční plyn udržuje první fluidní vrstvu (6) obsahující hrubozrnnou frakci a odděluje z ní jemnozrnnou frakci,
- a při kterém se dále redukční plyn zavádí dodatečně přímo do další fluidní vrstvy (15), a sice v množství, případně o chemickém složení, které zajišťuje redukci jemnozrnné frakce v této fluidní vrstvě (15) na předem stanovený stupeň metalizace v předem dané časové prodlevě, a
- že redukovaná železná ruda (5) se vynáší jak z první, tak i z další fluidní vrstvy (6, 15) a

- že se jemnozrnná i hrubozrnná frakce redukována v prvním redukčním stupni (1) redukuje dále alespoň v jednom dalším redukčním stupni (2) pracujícím stejným způsobem jako první redukční stupeň (1) a z posledního redukčního stupně (2) se jemnozrnná frakce přivádí do zóny (39) tavného zplynování za aglomerace přidáním kyslíku, s výhodou prostřednictvím hořáku (38), a hrubozrnná frakce se přivádí přímo do zóny (39) tavného zplynování gravitačně.

2. Způsob podle nároku 1, *vyznačující se tím*, že se v obou redukčních stupních (1, 2) nastavuje rozdělení velikosti zrn odloučené jemnozrnné frakce v závislosti na celkovém rozdělení velikosti zrn nastavením množství redukčního plynu přiváděného za jednotku času do prvního fluidního lože (6) a současně se nastavuje stupeň redukce jemnozrnné frakce nastavením množství sekundárního redukčního plynu přiváděného dodatečně přímo k této frakci.

3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, *vyznačující se tím*, že se jemnozrnná i hrubozrnná frakce redukována v prvním redukčním stupni (1) redukuje dále společně v prvním fluidním loži (6) dalšího redukčního stupně (2) a jemnozrnná frakce se znovu odděluje, přivádí se do dalšího fluidního lože (15) a tam se dále redukuje.

4. Způsob podle jednoho nebo více z nároků 1 až 3, *vyznačující se tím*, že se jemnozrnná frakce redukována v prvním redukčním stupni (1) přivádí přímo do další fluidní vrstvy (15) dalšího redukčního stupně (2) a tam se dále redukuje.

5. Způsob podle jednoho nebo více z nároků 1 až 4, *vyznačující se tím*, že se jemnozrnná frakce vnáší do

zóny (39) tavného zplynování místo přes hořák (38) v bezprostřední blízkosti vnášení kyslíku ústícího do zóny tavného zplynování (obrázek 4).

6. Zařízení k provádění způsobu podle jednoho nebo více z nároků 1 až 5, s alespoň dvěma redukčními jednotkami (1, 2) uspořádanými v sérii, z nichž do první reaktorové nádoby (4, 29) ústí dopravní vedení (3) pro železnou rudu (5) a vsázené materiály obsahující přísady, přívod (7) plynu pro redukční plyn a také dopravní vedení (27) pro produkt redukce, který se v ní tvoří, které vede k další redukční jednotce (2) s reaktorovou nádobou (29), a odvod (22) plynu pro kychtový plyn, přičemž přívod (7) plynu pro redukční plyn tvoří odvod plynu pro redukční plyn z další redukční jednotky (2) a další dopravní vedení (34) pro produkt redukce vytvářený v další redukční jednotce (2) ústí do tavného zplynovače (35), který vykazuje přívody (41, 42) pro plyny obsahující kyslík a nosiče uhlíku a také odpich (45) pro surové železo (43) případně polotovary oceli a strusku (44), přičemž přívod (40) redukčního plynu pro redukční plyn vytvořený v tavném zplynovači (35) ústící do další redukční jednotky (2) vychází z tavného zplynovače (35), **vyznačující se tím**, že redukční jednotky (1, 2) vykazují vždy nejméně dvě reaktorové nádoby (4, 14; 29, 30) uspořádané v sérii ve směru toku železné rudy (5), které obsahují vždy jednu vhodnou fluidní vrstvu (6, 15) a k nimž vede vždy jeden přívod (7, 20; 31, 33) plynu pro redukční plyn v paralelním uspořádání, přičemž vynášecí zařízení (12, 32) redukčního plynu vede z první reaktorové nádoby (4; 29) ve směru toku železné rudy do druhé reaktorové nádoby (14; 30) téže redukční jednotky (1, resp. 2) navržené pro jemnozrnou frakci redukované železné rudy (5) a z každé reaktorové nádoby (4, 14; 29, 30) vychází dopravní vedení

(25, 27, 34, 36) pro produkt redukce, a přičemž dále obě dopravní vedení (25, 27) vedoucí z první redukční jednotky (1) ústí do další redukční jednotky (2) a dopravní vedení (25, 27) vycházející z další redukční jednotky (2) vedou v případě, že tvoří poslední redukční jednotku, odděleně do tavného zplynovače (35), a sice dopravní vedení (34) vycházející z první reaktorové nádoby (4; 29) této poslední redukční jednotky (2) ústí přímo do tavného zplynovače (35) a dopravní vedení (36) vycházející z druhé reaktorové nádoby (14; 30) poslední redukční jednotky (2) ústí v tavném zplynovači (35) v místě obohaceném kyslíkem, s výhodou přes hořák (38).

7. Zařízení podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že obě dopravní vedení (25, 27) vedoucí z první redukční jednotky (1) ústí společně do další redukční jednotky (2).

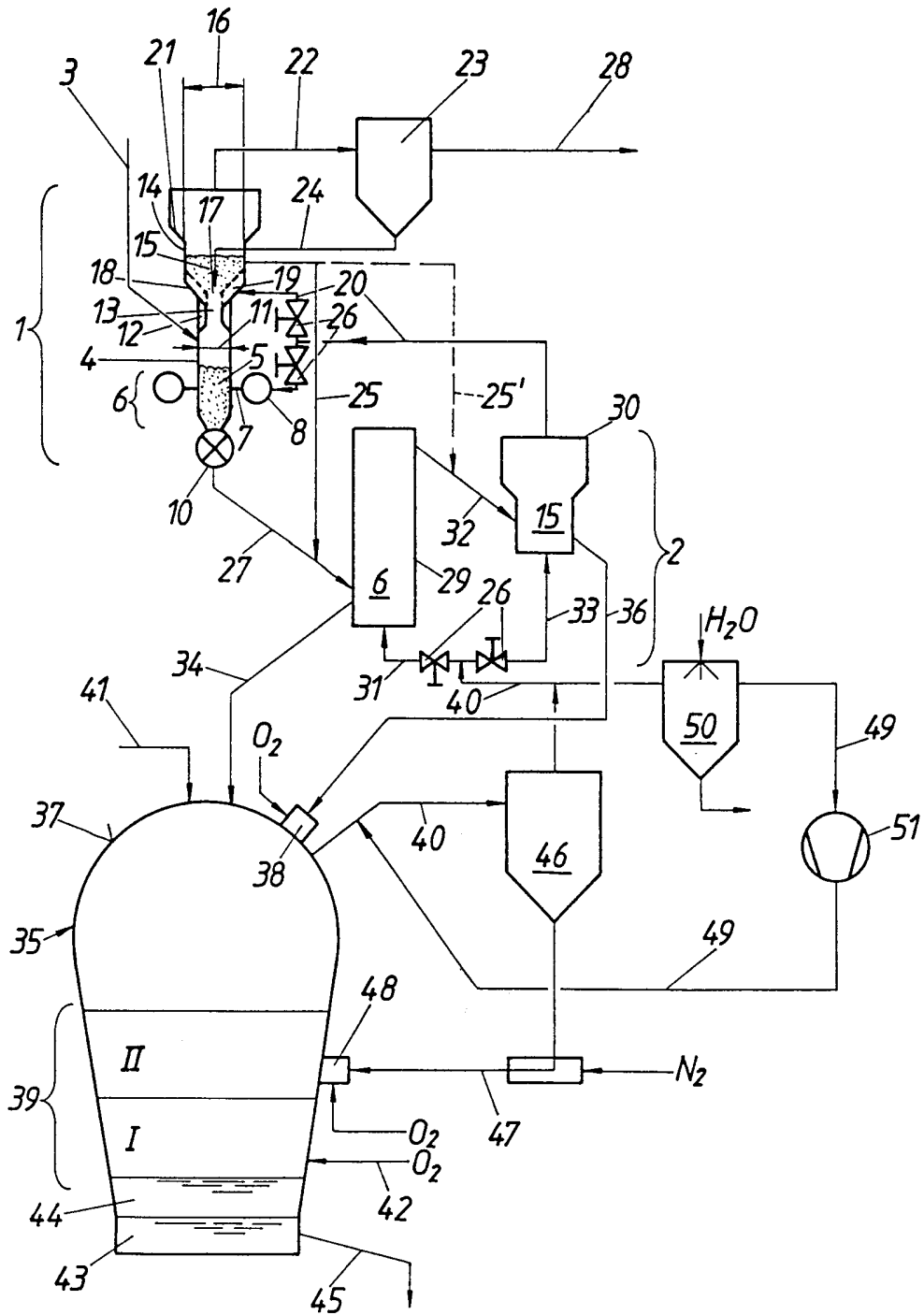
8. Zařízení podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že dopravní vedení (25) vedoucí z další reaktorové nádoby (14, 30) redukční jednotky (1) ústí přímo do další reaktorové nádoby (14, 30) následně uspořádané redukční jednotky (2).

9. Zařízení podle nároku 6, 7 nebo 8, **vyznačující se tím**, že před první redukční jednotkou (1) je předřazená předeřhřivací nádoba (52) pro železnou rudu, do které ústí přívod plynu vedoucí kychtový plyn z první redukční jednotky.

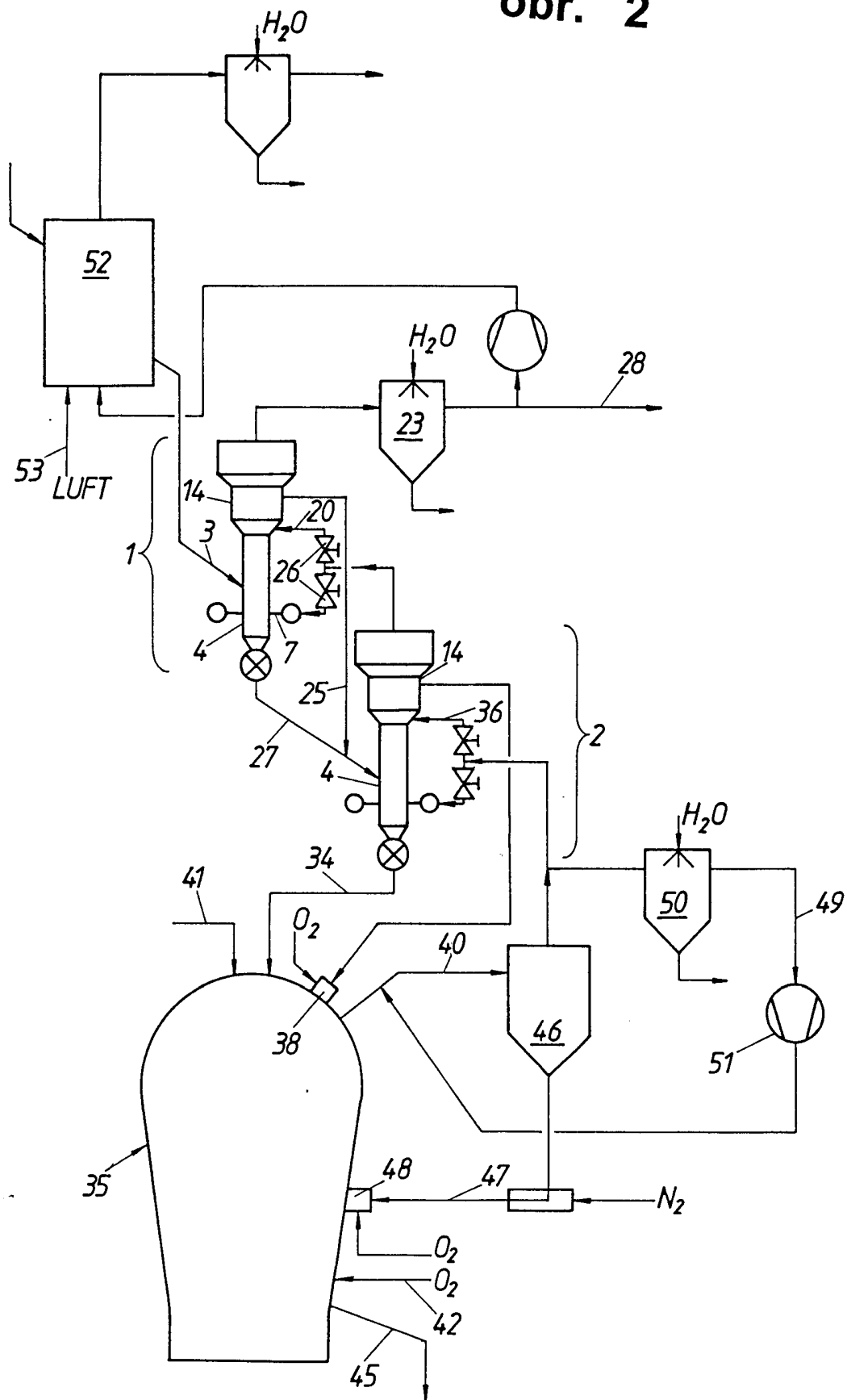
Zastupuje:

Dr. Miloš Všetečka v.r.

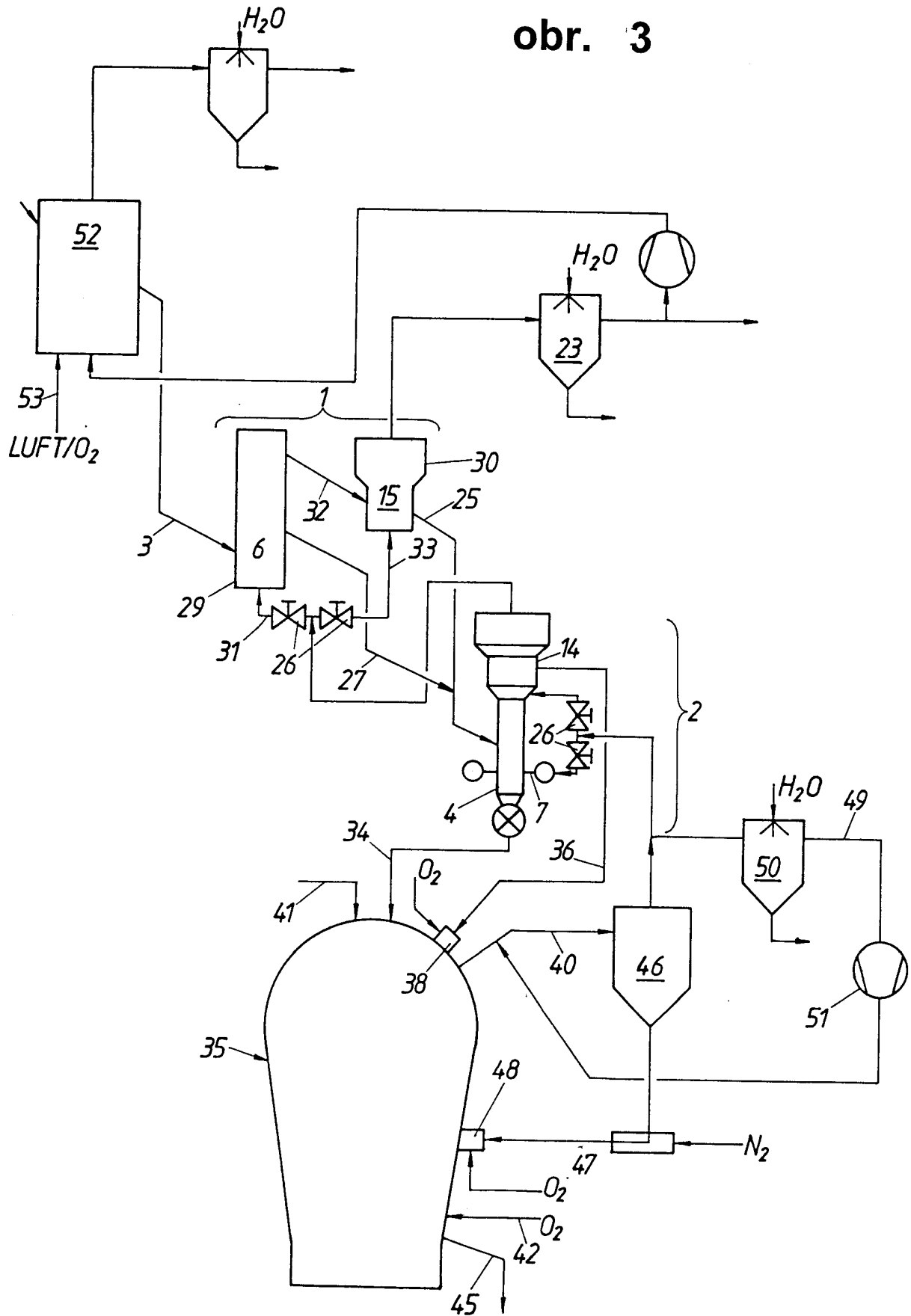
obr. 1



obr. 2



obr. 3



obr. 4

