

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: 30.08.1999

(32) Datum podání prioritní přihlášky: 02.09.1998

(31) Číslo prioritní přihlášky: 1998/90282

(33) Země priority: LU

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: 13.02.2002
(Věstník č. 2/2002)

(86) PCT číslo: PCT/EP99/06382

(87) PCT číslo zveřejnění: WO00/14286

(21) Číslo dokumentu:

2001 - 755

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl. ⁷:

C 21 B 13/10

C 22 B 7/00

(71) Přihlašovatel:
PAUL WURTH S. A., Luxembourg, LU;

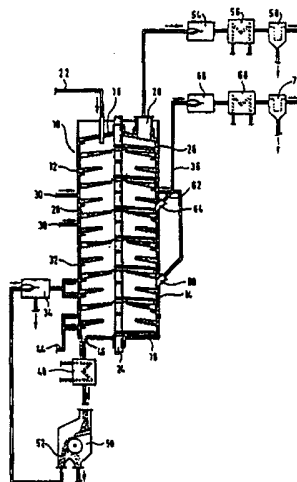
(72) Původce:
Hansmann Thomas, Trier, DE;
Frieden Romain, Beidweiler, LU;
Solvi Marc, Ehlanges/Mess, LU;

(74) Zástupce:
Guttmann Michal JUDr. Ing., Nad Štolou 12, Praha 7,
17000;

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob tepelného zpracování zbytkových
materiálů obsahujících olej a oxidy železa**

(57) Anotace:

Způsob tepelné úpravy recirkulovaných zbytků obsahujících olej a oxidy železa ve vícenásobné nístějové peci, která má několik etáží umístěných nad sebou spočívá v tom, že recirkulované zbytky obsahující olej a oxidy železa se smísí s pevných redukčním činidlem a průběžně sázejí do vícenásobné nístějové pece, přičemž se umísťují do nejvyšší etáže pece a potom se postupně transportují do nižších etáží. Recirkulované zbytky se suší v nejvyšší etáži. olej se potom odpaří a pyrolyzuje a redukční činidla reagují s oxidy železa za vzniku přímo redukovaného železa. Přímou redukované železo se potom odpichuje společně se zbytky redukčních činidel v oblasti nejnižší etáže vícenásobné nístějové pece.



Způsob tepelného zpracování zbytkových materiálů
obsahujících olej a oxidy železa

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu tepelného zpracování zbytkových materiálů obsahujících olej a oxidy železa ve formě olejovitých kalů, například kalů z oceláren.

Dosavadní stav techniky

V ocelářském průmyslu vznikají ve válcovnách velká množství kalů obsahujících oxid železa, vznikajících čištěním chladicí vody z jednotek plynulého lití nebo válcovacích tratí. V závislosti na zrnitosti železných složek jsou tyto kaly znečištěny zbytky oleje nebo tuků. Obsah oleje nebo tuku je tím vyšší, čím jemnější je granulometrické složení těchto komponent. Olejovitá je zejména nejjemnější frakce (menší než 40 μm), jež může obsahovat 14 % oleje. V důsledku vysokého obsahu oleje je obtížné vrátit tyto kaly zpět do výrobního procesu. Byl učiněn pokus s využitím těchto kalů v aglomeračních úpravárnách. Při spalování těchto kalů se však naměřily tak vysoké koncentrace dioxinů, že tento způsob zpracování byl shledán neekonomickým a neekologickým.

Typické složení těchto kalů ukazuje následující tabulka.

Tabulka 1

	Fe (%)	Olej (%)	H ₂ O (%)
Kaly z válcoven	50-70	2-14	30-40

V tomto kontextu se "olejem" všeobecně rozumějí především maziva a tuky, používané při válcování oceli. Proto jde hlavně o uhlovodíky obsahující různé přísady v těchto mazivech běžně užívané.

Dokument DE-C-552 387 se týká způsobu vytavování jemnozrnných železných rud v redukční peci se šesti nístějemi. Vícenásobná nístějová pec se rozdělí do dvou pásem. V prvním pásmu tvořeném horními dvěma nístějemi se na počátku předehtívá železná ruda. Za tím účelem se dodávají jakékoliv vhodné horké plyny v regulovatelném množství. V případě potřeby se též mohou použít přídatné hořáky. Druhé pásmo zahrnující čtyři spodní nístěje se neprůdušně izoluje od předehtívacího pásma. Proto mezi oběma pásmy nedochází k žádné výměně plynu. Druhé pásmo je určeno pro redukci železné rudy. Za tímto účelem se redukční plyny injektují buď do spodní nístěje nebo separátně do každé jednotlivé nístěje. Horní tři nístěje redukčního pásma jsou opatřeny muflemi, do nichž se přivádějí topné plyny. Proto nepřicházejí topné plyny do styku s rudou, takže lze měnit složení redukčních plynů nezávisle na teplotních podmínkách.

V důsledku toho je cílem vynálezu navrhnout způsob tepelné úpravy podobných zbytkových materiálů obsahujících olej a oxidy železa.

Podstata vynálezu

Podle tohoto vynálezu se tento problém řeší způsobem tepelného zpracování zbytkových materiálů obsahujících olej a oxidy železa ve vícenásobné nístějové peci s několika nístějemi umístěnými jedna nad druhou, v níž jsou zbytkové materiály obsahující olej a oxidy železa smíšený s pevným redukčním činidlem, kontinuálně sázeny do vícenásobné nístějové pece, umístěny v první horní nístěji a postupně dopravovány do spodnějších nístěj, přičemž zbytkové materiály obsahující olej a oxid železa se suší v horní nístěji a olej se následně odpařuje a pyrolyzuje. Plyn obsahující kyslík se injektuje do vícenásobné nístějové pece a reaguje s částí redukčního činidla za vzniku redukčního plynu, načež redukční plyn reaguje s oxidy železa za vzniku

přímo redukovaneého železa, jež se společně se zbytky redukčních činidel odpichuje v oblasti spodní nístěje vícenásobné nístějové pece.

Důležitou předností vynálezu je, že se ze zbytkových materiálů obsahujících olej a oxidy železa získávají vedlejší produkty. Obsažené železo se po průchodu tímto procesem může vrátit do výrobní linky ocelárny, olej se pyrolizuje a vzniklé pyrolyzní plyny se spalují. Olej takto přispívá ke krytí potřeby procesního tepla. Z procesu zpravidla odpadá popel tvořený v podstatě inertními látkami jako je SiO_2 , Al_2O_3 , MgO a jiné a nadbytečné redukční činidlo.

Do tohoto způsobu zpracování se mohou sázet zbytkové materiály typu kalů obsahujících olej a oxidy železa, přičemž se spékání částic předchází selektivní regulací procesních parametrů a kontinuální cirkulací. Způsobem podle vynálezu vzniká jemnozrnný konečný produkt nezávisle na konzistenci vsázky.

Toto je zvláště výhodné, když se použije redukčních činidel vytvářejících popel. Protože má pevný konečný produkt jemnou zrnitost, lze popel snadno oddělit od železa. Tato separace může například probíhat na sítích za horka.

Po ochlazení pod $700\text{ }^\circ\text{C}$ je na druhé straně možno oddělit redukované železo magnetickými odlučovači od popela a nadbytečného redukčního činidla. Kvalita takto přímou redukcí získaného železa je prakticky nezávislá na množství zbytku redukčního činidla.

Získané železo se následně může zpracovat do briket nebo přímo vnášet do tavicí pece (elektrické pece a podobně) a dále zpracovávat.

Odpadající zbytky redukčního činidla se mohou zplyňovat spolu s nevyužitými redukčními činidly jakéhokoliv druhu v odděleném reaktoru, přičemž se složky vytvářející popel výhodně oddělují jako kapalná struska, a vytvořený surový

plyn použit ve vícenásobné nístějové peci jako palivový nebo redukční plyn. Proto je také možné použít levnější redukční činidlo s relativně vysokým obsahem popelovin a/nebo pracovat s relativně vysokým nadbytkem redukčního činidla, který brání spékání zbytkových materiálů.

Při práci s nadbytkem redukčních činidel je výhodné zpracovávat zbytky tak, aby se oddělila a znovu použila nevyužitá redukční činidla. To se například může provést proséváním zbytků, jsou-li nevyužitá redukční činidla přítomna v dostatečně hrubozrnné formě. Nevyužitá redukční činidla se mohou přímo sázet do vícenásobné nístějové pece.

Část redukčních činidel lze však také vsazovat do jedné nebo více nístějí umístěných v peci na nižších úrovních.

Je tedy možné uvádět hrubě zrněná redukční činidla (1-3 mm) ve vyšších pásmech vícenásobné nístějové pece a jemně zrněná redukční činidla (< 1 mm) v nižších. Je zřejmé, že uváděním jemnozrnných frakcí redukčního činidla v nižších úrovních se předejde strhávání prachových částic s odpadními plyny do odpadu a reakce se tím urychlí.

Spotřeba redukčních činidel se sníží, když se sázejí v hrubších částicích, protože malé částice se rychle spotřebují na reakce s H_2O a CO_2 z odpadního plynu v horních nístějích, kde převládá oxidační atmosféra. Selektivním sázením redukčních činidel do spodních nístějí pece lze docílit optimální koncentrace redukčních plynů v peci, což má za následek, že se zvýší produkce kovu.

Výrobní prostor pece je rozdělen do různých pásem, v nichž pevná fáze sestupuje kontinuálně z horní části směrem dolů a plyny proudí pecí zdola nahoru. Toto rozdělení výrobního prostoru do různých pásem umožňuje měřit podmínky v různých pásmech nebo dokonce v každé nístěji a podle potřeby je selektivně ovlivňovat.

Zbytkové materiály obsahující olej a oxidy železa nepřetržitě hrnou krouživým pohybem hrabla namontovaná v

každé nístěji pece a tak je postupně dopravují do spodnějších nístějí.

Nepřetržitá cirkulace v nístěji brání spékání redukčních činidel a zbytkových materiálů obsahujících olej a oxidy železa. Rychlost otáčivého pohybu závisí na mnoha faktorech jako jsou geometrie ramen, tloušťka vrstev a podobně. Zbytkové materiály obsahující olej a oxidy železa, redukční činidla a vyredukované železo musí v nístěji cirkulovat nejméně jednou za jednu až tři minuty, má-li se spolehlivě předejít spékání.

Plyny obsahující kyslík se mohou injektovat do nístěje, kde se tepelné nároky musí krýt spalováním nadbytečných procesních plynů.

Je výhodné používat plynů obsahujících kyslík s teplotou nejméně 250 °C.

Do nejnižší nístěje vícenásobné nístějové pece se může přivádět přídatné plynné redukční činidlo. Tím se zajistí dokonalejší redukce oxidů.

Podle jednoho z dalších výhodných provedení se jedna nebo více nístějí v peci ohřívá hořáky.

Aby se nesnížila koncentrace redukčních plynů v dolní části pece spaliny z tohoto systému ohřevu se v tomto případě může dodávat energie též nepřímo sálavým ohřevem.

Podle dalšího výhodného provedení jsou plyny z vícenásobné nístějové pece odtahovány v jedné nebo více nístějích. V dalším mohou tyto horké plyny procházet pračkou CO_2 pro snížení množství plynu a zvýšení redukčního potenciálu plynu, nebo připojeným reaktorem obsahujícím uhlík, takže oxid uhličitý přítomný v horkých plynech reaguje s uhlíkem podle Boudouardovy reakce za vzniku oxidu uhelnatého a tím zvyšuje redukční potenciál plynu. Plyny obohacené oxidem uhelnatým jsou následně vráceny do vícenásobné nístějové pece.

Je-li to nutné, injektují se přísady do jedné nebo více nístějí v nižším pásmu pece.

V takovém případě je výhodné odtahovat plyny z nístěje, jež je nad nístějí, do níž se injektují přísady.

Podle výhodného provedení se plyny odtahují z vícenásobné nístějové pece pod specifickou nístějí, nad níž jsou následně reinjektovány zpět do pece.

Prachové frakce oxidů železa nebo kaly obsahující uhlík a kov se mohou do pece sázet v místě této nístěje. Jakmile dosáhnou určité teploty (asi 900 °C), oxidy těžkých kovů začnou reagovat s redukčními činidly, přičemž se vytvořené těžké kovy odpařují a opouštějí vícenásobnou nístějovou pec společně s odpadními plyny.

Je výhodné odtahovat těžké kovy v nístějích ve kterých se vytvořily a zpracovávat je odděleně od ostatních odpadních plynů.

Následně se odpadní plyny oxidují například v přídavných spalovacích komorách, přičemž se těžké kovy konvertují na oxidy těžkých kovů, jež potom lze oddělit od odpadních plynů filtrací. V následující tabulce se prezentují typická složení prachových podílů a kalů z elektrických nebo konvertorových oceláren obsahující těžké kovy.

Tabulka 2

	Fe (%)	Zn (%)	Pb (%)	C (%)	H ₂ O (%)
Prachy	20-30	20-35	1-10	1-2	-
Kaly	20-30	2-8	1-5	-	30-40

Dalšího zvýšení produktivity vícenásobné nístějové pece se může dosáhnout použitím specifického přetlaku. Na rozdíl od rotační pece, jejíž vodní uzávěr má průměr asi 50 m, lze toho ve vícenásobné nístějové peci dosáhnout velmi snadno, protože má pouze malý uzávěr na hnacím hřídeli. V takovém

případě je však třeba zajistit tlakový uzávěr na sázecích otvorech a výpustích materiálů.

Podle jiného aspektu tohoto vynálezu se pro tepelné zpracování zbytkových materiálů obsahujících olej a oxidy železa doporučuje použití vícenásobné nístějové pece.

Další výhodná provedení jsou uvedena v závislých nárocích.

V dalším následuje popis provedení vynálezu za pomoci připojeného obrázku.

Přehled obrázků na výkresech

Obrázek 1 je průřez vícenásobnou nístějovou pecí pro tepelné zpracování zbytkových materiálů obsahujících olej a oxidy železa.

Obrázek 1 ukazuje průřez vícenásobnou nístějovou pecí 10 s několika - v tomto případě dvanácti - nístějemi 12 umístěnými jedna nad druhou. Tyto samonosné nístěje 12 stejně jako vyzdívka pece 14, klenba 16 a dno 18 pece 10 jsou ze žárovzdorného materiálu.

Klenba 16 pece 10 je opatřena odtahem 20, jímž lze odvádět z pece plyny a otvorem 22, jímž se sází směs zbytkových materiálů obsahujících olej, oxidy železa a redukční činidla do horní nístěje.

Středem pece prochází hřídel 24, na níž jsou instalována hrabla 26 sahající přes celou nístěj.

Hrabla 26 jsou konstruována tak, že hrnou materiál od obvodu ke středu nístěje a potom v nístěji uložené pod ní od středu k obvodu tak, aby tento materiál sestupoval celou pecí 10 odshora dolů.

Zbytkové materiály obsahující olej a oxidy železa se mimo pec 10 smísí s pevnými redukčními materiály jako je koks z hnědého uhlí, ropný koks a uhlí, a následně se směs zbytkových materiálů obsahujících olej a oxidy železa a

redukčních činidel sází do horní nístěje. Vzhledem k viskózní a lepivé konzistenci směsi se do vícenásobné nístějové pece injektuje pomocí čerpadel (jež na obrázku nejsou znázorněna).

Je možné zbytkové materiály obsahující olej a oxidy železa mimo pec předsoušet buď před nebo po smíšení s pevnými redukčními činidly.

Jakmile se do první nístěje pece 10 zaveze směs zbytkových materiálů obsahujících olej a oxidy železa spolu s redukčními činidly, je hrabla 26 krouživým pohybem přemísťována směrem k obvodu nístěje, odkud padá několika otvory 28 vytvořenými pro tento účel do níže umístěné nístěje. Zde se zbytkové materiály obsahující olej a oxidy železa smíšené s redukčními činidly přemísťují ke středu nístěje a potom padají do další níže položené nístěje. Během tohoto transportu se zbytkové materiály obsahující olej a oxidy železa a redukční činidla postupně zahřívají.

Hřídel 24 a hrabla 26 jsou chlazeny vzduchem a hrabla jsou opatřena otvory, jimiž může vzduch proudit dovnitř pece a umožnit dospalování.

Během této doby se účinkem styku s nístějí 12 a stoupajícími horkými plyny odtahuje vlhkost ze zbytkových materiálů obsahujících olej a oxidy železa smíšené s redukčními činidly. Proto nístěje v horní části pece 10 patří do pásma sušení a předehtřívání. Když se odpaří většina vody, začnou se odpařovat oleje nebo uhlovodíky a jsou strhávány stoupajícími horkými plyny. V důsledku vysokých teplot a přítomnosti kyslíku hoří v horní části pece jisté množství sem vsazeného oleje a zpravidla i redukčních činidel. Oxid uhličitý vznikající při spalování zase reaguje s nadbytečným uhlíkem redukčních činidel a konvertuje se na oxid uhelnatý. Tento oxid uhelnatý reaguje se zbytkovými materiály obsahujícími oxidy železa a redukuje oxidy železa na železo.

V bočních stěnách pece 10 se nalézá nejméně jeden otvor 30, jímž se do pece mohou sázet pomocná redukční činidla, normálně to bývá horní třetině. Tato redukční činidla mohou být v plynné, kapalně nebo v pevné formě. Tato pomocná redukční činidla představuje například oxid uhelnatý, vodík, přírodní plyn, ropa a ropné deriváty, nebo pevné uhlíkaté nosiče jako koks z hnědého uhlí, ropný koks, vysokopecní prach, uhlí a podobně.

Redukční činidlo, v tomto případě uhlí, které se sází do nístěje o etáž nižší v peci 10, se tam hraběly smíchá se zahřátými zbytkovými materiály obsahujícími olej a oxidy železa. Oxidy železa ve zbytkových materiálech obsahujících olej a oxidy železa se postupně během sestupu vícenásobnou nístějovou pecí 10 redukuje účinkem vysoké teploty a přítomnosti oxidu uhelnatého na kovové železo.

Kontrola složení vsázky z pevných, kapalných a plyných redukčních činidel a plynů obsahujících kyslík v několika různých bodech vícenásobné nístějové pece 10, a možnost odtahovat nadbytečné plyny v kritických bodech, umožňují přesnou regulaci průběhu redukce zbytkových materiálů obsahujících olej a oxidy železa a provedení tohoto způsobu za optimálních podmínek.

Boční stěny jsou opatřeny tryskami 30 pro injektování horkých plynů (250 °C až 500 °C) obsahujících kyslík, jimiž se do pece 10 dmýchá vzduch nebo jiný plyn obsahující kyslík. V důsledku vysokých teplot a přítomnosti kyslíku shoří část uhlíku na oxid uhličitý, který reaguje s nadbytečným uhlíkem na oxid uhelnatý. Oxid uhelnatý nakonec redukuje oxidy.

Protože tyto reakce jsou převážně endothermní, je logické, že se ve spodní části pece instalují hořáky 32, které ve spodních nístějích pece zajišťují stejnoměrnou vysokou teplotu. V tomto případě lze užít hořáky na plyn nebo práškové uhlí.

V těchto hořácích 32 se může spalovat plyn nebo práškové uhlí se vzduchem za účelem předehtívání a/nebo přídavného ohřevu. Při určitém kvantitativním poměru kyslíku a paliva nebo když dojde k dospalování procesních plynů při nadbytku vzduchu může vzniknout přídavný redukční plyn. Při spalování práškového uhlí může hořák produkovat nadbytek oxidu uhelnatého. Použitím venkovních spalovacích komor lze předejít vstupu popela ze spáleného uhlí do pece a jeho smíšení s železem. Teploty ve spalovacích komorách se zvolí tak, aby se vzniklá struska mohla vypouštět v kapalném stavu a skládkovat ve sklovitě formě. Vznik oxidu uhelnatého snižuje spotřebu pevných uhlíkových nosičů v peci 10 a tím i obsah popelovin ve finálních výrobcích.

V posledních dvou nístějích je zajištěn přívod plyných redukčních činidel, například oxidu uhelnatého nebo vodíku speciálními tryskami 44. Redukce oxidů železa se může završit v této atmosféře se zvýšeným redukčním potenciálem.

Vyrobené železo se následně odpichuje výpustí 46 ve dnu 18 pece 10 spolu s popelem.

Železo odpichované výpustí 46 se společně s popelem a těmi redukčními činidly, jež lze recyklovat, chladí v chladiči 48. Redukované železo se potom oddělí magnetickým odlučovačem 50 od popela z redukčního činidla a takového redukčního činidla, jež lze recyklovat do pece.

Redukční činidla 52, jež jsou znovu použitelná, se potom spálí ve venkovní spalovací komoře 34. Plyny vzniklé spálením redukčních činidel se mohou zavést do pece 10, zatímco zbytky redukčních činidel se odstraní jako popel nebo kapalná struska příslušnou výpustí.

Směs plynů z pece prochází odtahem 20 do přídavného hořáku, kde se spálí hořlavé plynné složky směsi plynů. Plynná směs se v dalším vede do chladiče 56 kde se účinkem chladicího média ochladí. Ochlazená plynná směs se následně čistí cyklonovým filtrem 58 a odvádí mimo jednotku.

Pec 10 dovoluje zpracovávat různé problematické odpady jako jsou kontaminované prachové odpady obsahující oxidy železa společně s odpadními materiály obsahujícími olej a oxidy železa, .

Prachové odpady a kaly obsahující oxidy železa z elektrických nebo konvertorových oceláren, jež zpravidla neobsahují žádný uhlík, nebo prach z čištění odpadních plynů z vysokých pecí se proto mohou sázet do pece 10 speciálním vstupem 30. Redukce zbytkových materiálů se může přesně regulovat a způsob provádět za optimálních podmínek regulovaným sázením pevných, kapalných a plyných redukčních činidel a plynů obsahujících kyslík v různých bodech vícenásobné nístějové pece 10 a odtahováním nadbytečných plynů v kritických bodech.

Protože tyto prachové a kapalně odpady obsahující oxidy železa jsou často kontaminovány oxidy těžkých kovů, může se vysoký podíl plynů stoupajících pecí odtahovat z pece 10 pod nístějí, do níž se sázejí prachové odpady a kaly obsahující oxidy těžkých kovů, pomocí odtahové trubkové spojky 60 umístěné v boční stěně a reinjektovat do pece 10 otvorem 62 nad uvedenou nístějí nad uvedenou nístějí. V důsledku toho je v nístějí, do níž se uvádějí prachy a kaly obsahující oxidy těžkých kovů, množství plynu malé. Oxidy těžkých kovů přítomné v prachových podílech a kalech se po vsazení do pece redukují a odpařují. V dalším je lze z pece 10 z této nístěje odtáhnout jako malý plyný podíl odtahem 64 v boční stěně.

Tento malý objem plynu s poměrně vysokým obsahem těžkých kovů se potom může čistit odděleně. Důsledkem malých množství odpadního plynu je nízká rychlost průtoku plynu odpovídajícími nístějemi, takže je s tímto odpadním plynem strháváno jen malé množství odpadních prachů. Proto je v odpadním plynu velmi vysoká koncentrace těžkých kovů.

Hořlavé plyny odtahované z plyné směsi se spálí v

přídavném hořáku 66. Zbylý podíl plynné směsi se ochladí v chladiči 68 a následně čistí cyklonovým filtrem 70 před vypuštěním do atmosféry.

Oxidy železa přítomné v prachových podílech se redukuje spolu s odpady obsahujícími olej a oxidy železa sázenými do pece.

Všechny vznikající plyny včetně těkavých složek redukčních činidel se mohou beze zbytku spálit v sušárně mimo vícenásobnou nístějovou pec pro zbytkové materiály obsahující olej a oxidy železa a v případě potřeby i pro redukční činidla mimo vícenásobnou nístějovou pec a zbylé teplo odpadních plynů z pece lze optimálním způsobem využít.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

(Změněné)

1. Způsob tepelného zpracování zbytkových materiálů obsahujících olej a oxidy železa ve vícenásobné nístějové peci s několika nístějemi nad sebou, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se v nich zbytkové materiály obsahující olej a oxidy železa smísí s pevným redukčním činidlem, kontinuálně zavázejí do vícenásobné nístějové pece, sázejí do horní nístěje a postupně převádějí do nižších nístěj, přičemž se zbytkové materiály obsahující olej a oxidy železa suší v horní nístěji, olej se následně odpařuje a pyrolyzuje, plyn obsahující kyslík se injektuje do vícenásobné nístějové pece a reaguje s částí redukčního činidla za vzniku redukčního plynu a redukční plyn reaguje s oxidy železa za vzniku přímo redukovaného železa, které se odpichuje společně se zbytky redukčních činidel v oblasti spodní nístěje vícenásobné nístějové pece.

2. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se vyredukované železo ochladí po odpichu z vícenásobné nístějové pece pod 700 °C a potom se magnetickým odlučovačem oddělí od zbytků redukčního činidla.

3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se přímo redukované železo po odpichu z vícenásobné nístějové pece v horkém stavu oddělí od zbytků redukčního činidla proséváním.

4. Způsob podle některého z předchozích nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se vyredukované železo dále zpracuje na brikety.

5. Způsob podle některého z předchozích nároků,

v y z n a č u j í c í s e t í m, že přímo redukované železo se taví se zbytky nebo bez nich.

6. Způsob podle některého z nároků 2 nebo 3, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se po odpichu z vícenásobné nístějové pece všechna nespotřebovaná redukční činidla oddělí od zbytků.

7. Způsob podle některého z nároků 2 až 6, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se zbytky redukčního činidla spálí ve zplyňujícím reaktoru, popelotvorné složky se oddělují jako kapalná struska a vzniklý surový plyn se injektuje do vícenásobné nístějové pece jako palivový nebo redukční plyn.

8. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se redukční činidlo může do vícenásobné nístějové pece sázet v pevné, kapalně nebo plynné formě.

9. Způsob podle některého z předchozích nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se redukční plyny mohou přivádět do různých nístějví vícenásobné nístějové pece.

10. Způsob podle nároku 9, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se redukční činidla s hrubou zrnitostí mohou do vícenásobné nístějové pece uvádět ve vyšším pásmu a redukční činidla s jemnou zrnitostí v nižším.

11. Způsob podle některého z předchozích nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se do vícenásobné nístějové pece sází nadbytek redukčního činidla.

12. Způsob podle některého z předchozích nároků,

v y z n a č u j í c í s e t í m, že se plyny obsahující kyslík injektují selektivně do různých nístějí.

13. Způsob podle nároku 12, v y z n a č u j í c í s e t í m, že plyny obsahující kyslík mají teplotu nejméně 250 °C.

14. Způsob podle některého z předchozích nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se plynná redukční činidla vstříkují do spodních nístějí vícenásobné nístějové pece.

15. Způsob podle některého z předchozích nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se jedna nebo více nístějí v peci ohřívá přímo nebo nepřímo.

16. Způsob podle některého z předchozích nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se plyny z vícenásobné nístějové pece odtahují v místě jedné nebo více nístějí.

17. Způsob podle nároku 16, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se zvýší redukční potenciál odtahovaných plynů a potom se plyny injektují do vícenásobné nístějové pece.

18. Způsob podle některého z předchozích nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se plyny odtahují z vícenásobné nístějové pece pod určitou nístějí.

19. Způsob podle nároku 18, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se zvýší redukční potenciál odtahovaných plynů a potom se plyny uvádějí do vícenásobné nístějové pece.

20. Způsob podle některého z předchozích nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se prachové frakce

nebo kaly obsahující těžké kovy a oxidy železa sázejí do nístěje, v ní se redukují a těžké kovy se odpařují.

21. Způsob podle nároku 20, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se plyny obsahující těžký kov odděleně odtahují z nístěje v níž vznikají.

22. Způsob podle některého z předchozích nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se způsob provádí v přetlakových podmínkách.

23. Použití vícenásobné nístějové pece k výrobě železa, provedené způsobem podle jednoho z předchozích nároků.

24. Použití vícenásobné nístějové pece k úpravě zbytkových materiálů obsahujících olej a oxidy železa, provedené způsobem podle jednoho z nároků 1 až 22.

