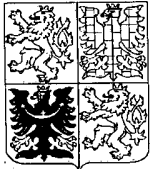


PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **01.07.1999**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **01.07.1998**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **1998/4426**
(33) Země priority: **AU**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **17.10.2001**
(Věstník č. 10/2001)
(86) PCT číslo: **PCT/AU99/00538**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO00/01855**

(21) Číslo dokumentu:

2000 - 4920

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. :
7

C 21 B 11/00

C 21 B 13/00

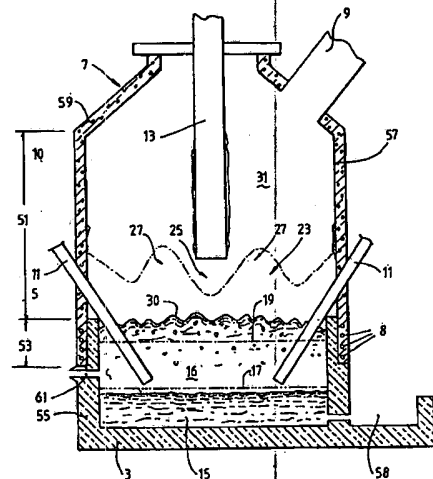
C 22 B 5/00

(71) Přihlašovatel:
TECHNOLOGICAL RESOURCES PTY. LTD.,
Melbourne, AU;
(72) Původce:
McCarthy Carolyn, Palmyra, AU;
Dry Rodney James, City Beach, AU;
Burke Peter Damian, Kardinya, AU;
(74) Zástupce:
Čermák Karel Dr., Národní třída 32, Praha 1, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:
Způsob přímého tavení

(57) Anotace:

Způsob přímého tavení pro výrobu kovů ze vsázkového materiálu, obsahujícího kov, obsahuje kroky vytváření roztavené lázně, která má vrstvu (15) kovu a vrstvu (16) strusky, ležící na vrstvě (15) kovu, v metalurgické nádobě, přivádění vsázkového materiálu, obsahujícího kov, a pevného uhlíkatého materiálu do vrstvy (15) kovu prostřednictvím většího počtu přívodních trubek/dmyšných trubíc (11) a tavení materiálu, obsahujícího kov, ve vrstvě (15) kovu. Způsob rovněž zahrnuje zajištění pronikání roztaveného materiálu ve formě rozstříkovaných a šplíchajících kapiček a proudů do horního prostoru nad nominálním nehybným povrchem roztavené lázně pro vytvoření přechodové oblasti (23). Způsob dále rovněž zahrnuje dmýchání plynu, obsahujícího kyslík, do nádoby jednou nebo více přívodními trubkami/dmyšnými trubicemi (13) pro přídavné spalování reakčních plynů, uvolňujících se z roztavené lázně, přičemž stoupající a poté klesající rozstříkované a šplíchající kapičky a proudy roztaveného materiálu v přechodové oblasti usnadňují přestup tepla do roztavené lázně, a přičemž přechodová oblast minimalizuje tepelné ztráty z nádoby přes boční stěny ve styku s přechodovou oblastí. Navrhované řešení spočívá v regulování způsobu prostřednictvím udržování vysoké zásoby strusky.



01-3518-00-Če

Způsob přímého tavení

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu výroby roztaveného kovu (kterýžto výraz zahrnuje i slitiny kovů), a to zejména, avšak nikoli výlučně způsob výroby železa z výchozího materiálu, obsahujícího kov, jako jsou například rudy, částečně redukované nebo odkysličené rudy a odpadní materiály, obsahující kov, v metalurgické nádobě, která obsahuje roztavenou lázeň.

Vynález se týká zejména přímého tavicího procesu, využívajícího lázně roztaveného kovu, a určeného k výrobě roztaveného kovu z výchozího materiálu, obsahujícího kov.

Dosavadní stav techniky

Nejrozšířenějším způsobem výroby roztaveného kovu je způsob, který je založen na využívání vysoké pece. Pevný materiál je přiváděn jako vsázka do sazebný nebo kychty vysoké pece, přičemž je roztavené železo odpichováno z nístěje této vysoké pece. Tento pevný materiál obsahuje železnou rudu (v aglomerační, kusové nebo peletové formě), koks a tavidla nebo struskotvorné přísady, a vytváří tak prodyšnou vsázku, která se pohybuje směrem dolů.

Předehřátý vzduch, který může být obohacen kyslíkem, je vháněn dmycháním do spodní části vysoké pece a proudí směrem vzhůru přes prodyšné lože, přičemž dochází k vytváření oxidu uhelnatého (CO) a k vytváření tepla prostřednictvím spalování koksu. V důsledku těchto reakcí je vytvářeno roztavené železo a struska.

Způsob, kterým je vytvářeno železo prostřednictvím redukce či odkysličování železné rudy pod bodem tání vyráběného železa je obecně nazýván jako „přímý redukční proces“, přičemž výsledný produkt se označuje DRI.

Příkladem tohoto přímého redukčního procesu může být takzvaný proces FIOR, což je proces redukce tekuté železné rudy. V tomto procesu je redukována či okysličována železná ruda v jemné frakci, přičemž tato jemná frakce je přiváděna působením gravitační síly do každého reaktoru v sérii reaktorů s fluidním ložem. Jemná frakce železné rudy je redukována prostřednictvím stlačeného redukčního plynu, který vstupuje do spodní části nejnižšího reaktoru v sérii, a který proudí protiproudým způsobem proti dolů se pohybující jemné železné rudě.

Další přímé redukční procesy zahrnují procesy ve vysoké peci s pohyblivou šachtou, procesy ve vysoké peci se statickou šachtou, procesy s otočnou nístějí, procesy s otočnou pecí a retortové procesy.

S pomocí procesu COREX je možno vyrábět roztavené železo přímo s využitím uhlí bez požadavků na koks, jako u vysoké pece. Tento proces zahrnuje dvě provozní etapy, kde:

(a) přímý redukční proces (DRI) je prováděn v šachtové peci na základě využití propustného lože železné rudy (v kusové nebo peletové formě), uhlí a tavidel či struskotvorných přísad, a

(b) produkt z přímého redukčního procesu (DRI) je potom přiváděn bez chlazení do připojeného tavicího prostoru zplyňovacího zařízení.

Částečné spalování uhlí ve fluidním loži tavicího prostoru splňovacího zařízení vytváří redukční plyn pro šachtovou pec.

Jiná známá skupina způsobů výroby roztaveného železa je založena na cyklónových konvertorech, ve kterých je železná ruda tavena prostřednictvím spalování kyslíku a redukčního plynu v horní tavné cyklóně, přičemž tavenina je přiváděna do spodního tavicího prostoru, obsahujícího lázeň roztaveného železa. Tento spodní tavicí prostor vytváří redukční plyn pro horní tavicí cyklónu.

Způsob, s jehož pomocí je vyráběn roztavený kov přímo z rudy, je obecně nazýván jako „přímý tavicí proces“ nebo „způsob přímého tavení“.

Jedna známá skupina přímých tavicích procesů je založena na využívání elektrických pecí, jako hlavního zdroje energie pro tavicí reakce.

Jiný známý přímý tavicí proces, který je obvykle nazýván jako Romeltův proces, je založen na využívání velkého objemu vysoce promíchávané struskové lázně jako média pro tavení

kychtou přiváděných oxidů kovů na kovy, a pro přidavné spalování plynných reakčních produktů a případné převádění tepla pro účely pokračování tavení oxidů kovů. Tento Romeltův proces zahrnuje dmychání kyslíkem obohaceného vzduchu nebo kyslíku do strusky prostřednictvím spodní řady dmyšních trubic za účelem dosažení promíchávání strusky, a dmychání kyslíku do strusky prostřednictvím horní řady dmyšních trubic za účelem podpory přidavného spalování. U tohoto Romeltova procesu není vrstva kovu významným reakčním médiem.

Jiná známá skupina přímých tavicích procesů, které jsou založeny na využití strusky, je obecně nazývána jako procesy „hluboké strusky“. Takovéto procesy, jako jsou například procesy DIOS a AISI, jsou založeny na vytváření hluboké vrstvy strusky s využitím třech oblastí, a to zejména:

- horní oblasti pro reakční plyny pro přidavné spalování s vhněním kyslíku;
- spodní oblasti pro tavení oxidů kovů na kovy; a
- mezilehlé oblasti, která odděluje horní a spodní oblast.

Stejně jako u Romeltova procesu zde vrstva kovu pod vrstvou strusky není významným reakčním médiem.

Jiný známý přímý tavicí způsob, který se spoléhá na vrstvu roztaveného kovu jako na reakční médium, a který je obecně nazýván jako tavicí proces HI, je popsán v mezinárodní patentové přihlášce PCT/AU 96/00197 (WO 96/31627) na jméno přihlašovatele.

Tento tavicí proces HI, tak jak je popsán ve shora uvedené mezinárodní patentové přihlášce, obsahuje:

(a) vytváření lázně roztaveného kovu a strusky v nádobě;

(b) přivádění či vhánění do této lázně:

(i) vstupního materiálu, obsahujícího kov, kterým jsou obvykle oxidy kovů; a

(ii) pevného uhlíkatého materiálu, obvykle uhlí, které působí jako redukční činidlo pro oxidy kovů a jako zdroj energie; a

(c) tavení vstupního materiálu, obsahujícího kov, na kov v kovové vrstvě.

Tavicí proces HI rovněž zahrnuje reakční plyny pro přídavné spalování, jako jsou například oxid uhelnatý (CO) a vodík (H_2), uvolňované z lázně v prostoru nad lázní prostřednictvím plynu, obsahujícího kyslík, a převádění tepla, vytvářeného prostřednictvím přídavného spalování, do lázně za účelem zvyšování tepelné energie, požadované pro tavení vstupních materiálů, obsahujících kov.

Tavicí proces HI rovněž zahrnuje vytváření přechodové oblasti nad nominálních nehybným povrchem lázně, ve které dochází ke stoupání a klesání rozstříkovaných a šplíchajících kapiček nebo proudů roztaveného kovu a/nebo strusky, které vytvářejí účinné médium pro přenášení do lázně tepelné

energie, která je vytvářena prostřednictvím přídavného spalování reakčních plynů v prostoru nad lázní.

Tavicí proces HI, který je popsán ve shora uvedené mezinárodní patentové přihlášce, je rovněž charakterizován vytvářením přechodové zóny prostřednictvím vhánění nosného plynu a vstupního materiálu, obsahujícího kov, a/nebo pevného uhlikatého materiálu a/nebo jiných pevných materiálů do lázně přes úsek na straně nádoby, který je ve styku s lázní, a/nebo do prostoru nad lázní, takže nosný plyn a pevný materiál proniká do lázně a způsobuje, že roztavený kov a/nebo struska zasahuje do prostoru nad povrchem lázně.

Tavicí proces HI, tak jak je popsán ve shora uvedené mezinárodní patentové přihlášce, představuje výrazné zdokonalení vůči dřívějším formám tavicího procesu HI, u kterých je přechodová oblast vytvářena prostřednictvím vhánění plynu a/nebo uhlikatého materiálu ze spodní části do lázně, což způsobuje, že rozstříkované a šplíchající kapičky a proudy roztaveného kovu a strusky jsou vypuzovány z lázně.

Podstata vynálezu

Přihlašovatel provedl rozsáhlé zkušební práce se zkušebním zařízením při provádění tavicího procesu HI, přičemž učinil celou řadu významných zjištění, týkajících se tohoto procesu.

Obecně řečeno je předmětem tohoto vynálezu způsob přímého tavení pro výrobu kovů ze vsázkového materiálu, obsahujícího kov, který obsahuje následující kroky:

- (a) vytváření roztavené lázně, která má vrstvu kovu a vrstvu strusky, ležící na vrstvě kovu, v metalurgické nádobě,
- (b) přivádění vsázkového materiálu, obsahujícího kov, a pevného uhlíkatého materiálu do vrstvy kovu prostřednictvím většího počtu přívodních trubek/dmyšních trubic a zajištění pronikání roztaveného materiálu ve formě rozstříkovaných a šplíchajících kapiček a proudů do horního prostoru nad nominálním nehybným povrchem roztavené lázně pro vytvoření přechodové oblasti,
- (c) tavení materiálu, obsahujícího kov, na kov ve vrstvě kovu, a
- (d) dmychání plynu, obsahujícího kyslík, do nádoby jednou nebo více přívodními trubkami/dmyšními trubicemi pro přídavné spalování reakčních plynů, uvolňujících se z roztavené lázně, přičemž stoupající a poté klesající rozstříkované a šplíchající kapičky a proudy roztaveného materiálu v přechodové oblasti usnadňují přestup tepla do roztavené lázně, a přičemž přechodová oblast minimalizuje tepelné ztráty z nádoby přes boční stěny ve styku s přechodovou oblastí.

Podstata předmětného způsobu spočívá zejména v tom, že zahrnuje krok regulování způsobu prostřednictvím udržování vysoké zásoby strusky.

Způsob podle tohoto vynálezu dále s výhodou zahrnuje udržování vysoké zásoby strusky prostřednictvím regulování vrstvy strusky na tloušťku 0,5 až 4 m.

Způsob podle tohoto vynálezu rovněž s výhodou zahrnuje udržování vysoké zásoby strusky prostřednictvím regulování vrstvy strusky na tloušťku 1,5 až 2,5 m.

Způsob může s výhodou zahrnovat udržování vysoké zásoby strusky prostřednictvím regulování vrstvy strusky na tloušťku alespoň 1,5 m.

Způsob s výhodou zahrnuje regulování hmotnostního poměru kovu ku strusce na hodnotu mezi 4 : 1 a 1 : 2, přičemž může zahrnovat regulování hmotnostního poměru kovu ku strusce na hodnotu mezi 3 : 1 a 1 : 1 za stabilních provozních podmínek způsobu.

Způsob podle tohoto vynálezu s výhodou zahrnuje udržování vysoké zásoby strusky prostřednictvím regulování hmotnostního poměru kovu ku strusce na hodnotu mezi 3 : 1 a 2 : 1 za stabilních provozních podmínek způsobu.

Krok (c) s výhodou zahrnuje tavení materiálu, obsahujícího kov, na kov alespoň převážně ve vrstvě kovu.

Způsob podle tohoto vynálezu s výhodou zahrnuje umístění jedné nebo více přívodních trubek/dmyšních trubíc pro vhánění plynu, obsahujícího kyslík, a vhánění plynu, obsahujícího kyslík v průtokovém množství tak, že:

- (a) plyn, obsahující kyslík je vháněn směrem k vrstvě strusky a proniká přechodovou oblastí,
- (b) proud plynu, obsahujícího kyslík, ohýbá rozstříkované a šplíchající kapičky a proudy roztaveného materiálu kolem spodního úseku jedné nebo více přívodních trubek/dmyšních trubic, přičemž se kolem konce jedné nebo více přívodních trubek/dmyšních trubic vytváří souvislý plynový prostor.

Způsob rovněž s výhodou zahrnuje regulování tepelných ztrát z nádoby smáčením převážně strusky na bočních stěnách nádoby, které jsou ve styku s přechodovou oblastí, a na klenbě nádoby prostřednictvím regulování jednoho nebo více z následujících znaků:

- (i) množství strusky v roztavené lázni,
- (ii) průtokového množství plynu, obsahujícího kyslík, vháněného jednou nebo více přívodními trubkami/dmyšními trubicemi pro vhánění plynu, obsahujícího kyslík, a
- (iii) přiváděného množství vsázkového materiálu, obsahujícího kov, a uhlíkatého materiálu přiváděných přívodními trubkami/dmyšními trubicemi.

Krok (b) v nároku 1 s výhodou zahrnuje umístění většího počtu přívodních trubek/dmyšních trubic nad vrstvou kovu,

příčemž tyto přívodní trubky/dmyšní trubice probíhají dolů směrem k vrstvě kovu.

Způsob podle tohoto vynálezu rovněž s výhodou zahrnuje přivádění vsázkového materiálu, obsahujícího kov, a pevného uhličitého materiálu v nosném plynu.

Způsob rovněž s výhodou zahrnuje umístění většího počtu přívodních trubek/dmyšních trubice nad vrstvou kovu, přičemž tyto přívodní trubky/dmyšní trubice probíhají dolů směrem k vrstvě kovu.

Výraz „tavení“ je zde nutno chápat jako tepelné zpracování, při kterém dochází k chemickým reakcím, které redukuje neboli odkysličují vsázkový materiál, obsahující kov, za účelem výroby tekutého kovu.

Výraz „nehybný povrch“ je v souvislosti s roztavenou lázní nutno chápat tak, že představuje povrchovou plochu roztavené lázně za procesních podmínek, kdy nedochází k žádnému přivádění plynu nebo pevných látek, takže nedochází k žádnému promíchávání lázně.

Prostor nad nominálním nehybným povrchem roztavené lázně je zde a v dalším nazýván „horní prostor“.

Výrazným výstupem zkušebního provozu zkušebního zařízení je skutečnost, že je velice důležité udržovat vysokou hladinu strusky v nádobě, a zejména v přechodové oblasti, a to za účelem regulování tepelných ztrát z nádoby a přestupu tepla do kovové vrstvy. Význam strusky pro tavicí proces HI je velice důležitým výstupem, vyplývajícím z předcházejících

prací na tomto tavicím procesu HI. Při provádění předcházejících prací nebylo množství strusky bráno v úvahu jako významný činitel pro daný způsob.

Koncepce „vysoké zásoby strusky“ může být chápána v souvislosti s hloubkou vrstvy strusky v nádobě.

Koncepce „vysoké zásoby strusky“ může být chápána v souvislosti s množstvím strusky v porovnání s množstvím kovu v nádobě.

Množství strusky v nádobě, tj. zásoba strusky, má přímý vliv na množství strusky, která je v přechodové oblasti.

Poměrně nízké charakteristiky přenosu tepla strusky v porovnání s kovem jsou velice důležité z hlediska minimalizace tepelných ztrát z přechodové oblasti do bočních stěn a z nádoby prostřednictvím bočních stěn nádoby.

Vhodnou regulací způsobu může struska v přechodové oblasti vytvářet vrstvu nebo vrstvy na bočních stěnách, které přispívají ke zvýšení odolnosti vůči tepelným ztrátám z bočních stěn.

Proto je tedy prostřednictvím změny zásoby strusky možno zvyšovat nebo snižovat množství strusky v přechodové oblasti a na bočních stěnách, a v důsledku toho regulovat tepelné ztráty přes boční stěny nádoby.

Vrstva strusky může být na bočních stěnách vytvořena jako „mokrý“ vrstva nebo jako „suchá“ vrstva. „Mokrý“ vrstva obsahuje ztuhlou vrstvu, která ulpívá na bočních stěnách,

polotuhou vrstvou a vnější tekutý film. „Suchá“ vrstva je taková vrstva, ve které je v podstatě veškerá struska ztuhlá.

Množství strusky v nádobě rovněž zajišťuje míru regulace z hlediska rozsahu přídatného spalování.

Pokud je zásoba strusky příliš nízká, dojde ke zvýšenému vystavení kovu v přechodové zóně a tím i ke zvýšenému okysličování kovu a rozpouštění uhlíku do kovu a potenciálu pro redukování přídatného spalování a v důsledku toho ke sníženému přídatnému spalování, nezávisle na kladném účinku, který má kov v přechodové oblasti na přestup tepla do kovové vrstvy.

Kromě toho, pokud je zásoba strusky příliš vysoká, bude jedna nebo více přívodních trubek/dmyšních trubíc pro přivádění plynu, obsahujícího kyslík, ponořena do přechodové oblasti, v důsledku čehož dojde k minimalizaci pohybu reakčních plynů v horním prostoru u konce každé z přívodních trubek/dmyšních trubíc, v důsledku čehož dojde ke snížení potenciálu pro přídatné spalování.

Množství strusky v nádobě, tj. zásoba strusky, měřená z hlediska tloušťky vrstvy strusky, nebo hmotnostní poměr kovu ku strusce, je možno regulovat prostřednictvím množství odpichovaného kovu a strusky.

Produkce strusky v nádobě může být regulována změnou množství přiváděného materiálu, obsahujícího kov, uhlíkatého materiálu a tavidel či struskotvorných přísad do nádoby, a změnou provozních parametrů, jako je množství vhnávaného plynu, obsahujícího kyslík.

Způsob podle tohoto vynálezu je charakterizován regulací přestupu tepla přes přechodovou oblast do vrstvy kovu a regulací tepelných ztrát z nádoby přes přechodovou oblast.

Jak již bylo shora uvedeno, je předmět tohoto vynálezu charakterizován zejména regulováním způsobu prostřednictvím udržování vysoké zásoby strusky.

V případě, že materiálem, obsahujícím kov, je materiál, obsahující železo, je předmět tohoto vynálezu rovněž s výhodou charakterizován regulováním způsobu prostřednictvím regulování hladiny rozpuštěného uhlíku v roztaveném železe tak, aby byla alespoň 3 % hmotnostní, a udržování strusky v silně zredukovaném stavu, což vede k tomu, že množství FeO je menší, než 6 % hmotnostních, a ještě výhodněji menší, než 5 % hmotnostních, ve vrstvě strusky a v přechodové oblasti.

Metalurgická nádoba s výhodou obsahuje:

- (a) shora popsanou jednu nebo více přírodních trubek/dmyšních trubic pro dmychání plynu, obsahujícího kyslík, a přírodních trubek/dmyšních trubic pro přivádění pevných materiálů, jako je materiál, obsahující kov, uhlikatý materiál (obvykle uhlí) a tavidla či struskotvorné přísady, do nádoby,
- (b) výstupní otvory pro odvádění roztaveného kovu a strusky z nádoby, a

- (c) jeden nebo více výstupních otvorů pro odvádění odpadních plynů.

Za účelem provozování daného způsobu je podstatné, aby nádoba obsahovala roztavenou lázeň, která má vrstvu kovu a vrstvu strusky na této vrstvě kovu.

Výraz „vrstva kovu“ je nutno chápat tak, že jde o oblast lázně, která obsahuje především kov.

Výraz „vrstva strusky“ je nutno chápat tak, že jde o oblast lázně, která obsahuje především strusku.

Významným znakem způsobu podle tohoto vynálezu je skutečnost, že materiál, obsahující kov, je taven na kov alespoň převážně ve vrstvě kovu roztavené lázně.

V praxi bude určitý podíl materiálu, obsahujícího kov, který se bude tavit na kov v jiných oblastech nádoby, jako je například vrstva strusky. Avšak úkolem způsobu podle tohoto vynálezu a významným rozdílem vůči způsobům, známým z dosavadního stavu techniky, je maximalizovat tavení materiálu, obsahujícího kov, ve vrstvě kovu.

V důsledku shora uvedeného předmětný způsob zahrnuje přivádění materiálu, obsahujícího kov, a uhlikatého materiálu, který představuje zdroj redukčních činidel a zdroj energie, do vrstvy kovu.

Jednou z možností je přivádět materiál, obsahující kov, a uhlikatý materiál přívodními trubkami/dmyšními trubicemi, umístěnými nad vrstvou kovu a směřujícími dolů směrem

k vrstvě kovu. Tyto přívodní trubky/dmyšní trubice obvykle procházejí bočními stěnami nádoby a jsou skloněny pod určitým úhlem dovnitř a dolů směrem k povrchu vrstvy kovu.

Jinou možností je přivádět materiál, obsahující kov, a uhlíkatý materiál přívodními trubkami ve spodní části nádoby nebo v bočních stěnách nádoby, které jsou ve styku s vrstvou kovu.

Přivádění materiálu, obsahujícího kov, a uhlíkatého materiálu může být prováděno stejnými nebo odlišnými přívodními trubkami/dmyšními trubicemi.

Dalším důležitým znakem způsobu podle tohoto vynálezu je skutečnost, že roztavený materiál, který je obvykle ve formě rozstříkovaných a šplíchajících kapiček a proudů, zasahuje směrem vzhůru z roztavené lázně do alespoň části horního prostoru nad nehybným povrchem lázně pro účely vytvoření přechodové oblasti.

Tato přechodová oblast je zcela odlišná od vrstvy strusky. Za stabilních provozních podmínek způsobu obsahuje vrstva strusky plynové bublinky v souvislém objemu kapaliny, přičemž přechodová oblast obsahuje rozstříkované a šplíchající kapičky a proudy roztaveného materiálu v souvislém plynovém objemu.

Předmětný způsob s výhodou zahrnuje přivádění roztaveného kovu ve formě rozstříkovaných a šplíchajících kapiček a proudů roztaveného materiálu do horního prostoru nad přechodovou oblastí.

Dalším významným znakem předmětu tohoto vynálezu je skutečnost, že reakční plyny pro přídavné spalování, jako je například oxid uhelnatý a vodík, jsou vytvářeny v roztavené lázni v horním prostoru (včetně přechodové oblasti) nad nominálním nehybným povrchem lázně, přičemž je teplo, vytvářené prostřednictvím přídavného spalování, převáděno do vrstvy kovu pro účely udržování teploty roztavené lázně, což je podstatné z hlediska endotermických reakcí v této vrstvě.

Plynem, obsahujícím kyslík, je s výhodou vzduch.

Uvedený vzduch je s výhodou přehřátý.

Tento vzduch je obvykle přehřátý na teplotu o hodnotě 1 200° C.

Vzduch může být rovněž obohacen kyslíkem.

Množství přídavného spalování je s výhodou alespoň 40 %, přičemž je přídavné spalování definováno jako:

$$\frac{[CO_2] + [H_2O]}{[CO_2] + [H_2O] + [CO] + [H_2]}$$

kde:

$[CO_2]$ - znamená objem oxidu uhličitého (CO_2) v odváděných plynech v procentech;

$[H_2O]$ - znamená objem vody (H_2O) v odváděných plynech v procentech;

$[CO]$ - znamená objem oxidu uhelnatého (CO) v odváděných plynech v procentech; a

$[H_2]$ - znamená objem vodíku (H_2) v odváděných plynech v procentech.

Přechodová oblast je velice důležitá ze dvou důvodů.

Za první stoupající a poté klesající rozstříkované a šplíchající kapičky a proudy roztaveného materiálu jsou účinnými prostředky pro přenášení do roztavené lázně tepla, vytvářeného prostřednictvím přídavného spalování reakčních plynů v horním prostoru nad nominálním nehybným povrchem lázně.

Za druhé pak roztavený materiál, a zejména struska v přechodové oblasti vytváří účinné prostředky pro minimalizaci tepelných ztrát prostřednictvím vyzařování přes boční stěny nádoby.

Základní rozdíl mezi způsobem podle tohoto vynálezu a způsoby, známými z dosavadního stavu techniky, spočívá v tom, že u způsobu podle tohoto vynálezu je hlavní tavicí oblastí kovová vrstva, přičemž hlavní oblast okysličování plynu (to jest vyvíjení tepla) je oddělena od kovové vrstvy, a zejména leží v přechodové oblasti, a přičemž jsou tyto oblasti prostorově velmi dobře odděleny, a k přenosu tepla dochází v důsledku fyzikálního pohybu roztaveného materiálu mezi těmito dvěma oblastmi.

S výhodou je pohyb směrem vzhůru rozstříkovaných a šplíchajících kapiček a proudů roztaveného materiálu, zejména

strusky, čímž je vytvářena přechodová oblast, způsobován vháněním vsázkového materiálu, obsahujícího kov, a uhlíkatého materiálu v nosném plynu prostřednictvím jedné nebo více přírodních trubek/dmyšních trubic, které směřují dolů směrem do kovové vrstvy.

Jak již bylo shora uvedeno, tak s výhodou jedna nebo více přírodních trubek/dmyšních trubic prochází bočními stěnami nádoby a je skloněna dovnitř a dolů směrem do kovové vrstvy.

Uvedené vhánění pevného materiálu směrem ke kovové vrstvě a poté přímo do kovové vrstvy má následující důsledky:

- (a) hybnost pevného materiálu/nosného plynu způsobuje, že pevný materiál a nosný plyn proniká do kovové vrstvy;
- (b) uhlíkatý materiál, obvykle uhlí, ztrácí těkavost, v důsledku čehož je vytvářen plyn v kovové vrstvě;
- (c) uhlík se převážně rozpouští do kovu, přičemž částečně zůstává jako pevná látka;
- (d) kovonosný materiál, obsahující kov, je taven na kov prostřednictvím uhlíku, odvozeného ze vháněného uhlíku, jak již bylo shora popsáno pod položkou (c), přičemž je při této tavicí reakci vytvářen plynný oxid uhelnatý (CO); a
- (e) plyny, přiváděné do kovové vrstvy a vyvíjené prostřednictvím ztráty těkavosti a tavení,

vytvářejí výrazné vztlakové zdvihání roztaveného materiálu, zejména roztaveného kovu (který obsahuje rozpuštěný uhlík) a roztavené strusky (která je přiváděna do kovové vrstvy z prostoru nad kovovou vrstvou v důsledku vhánění pevných a plyných látek), a pevného uhlíku z kovové vrstvy, v důsledku čehož dochází k pohybu směrem vzhůru rozstříkovaných a šplíchajících kapiček a proudů roztaveného materiálu, přičemž tyto rozstříkované a šplíchající kapičky a proudy roztaveného materiálu dále unášejí strusku při svém pohybu přes struskovou vrstvu.

Dalším významným znakem předmětu tohoto vynálezu jsou umístění a provozní parametry jedné nebo více přívodních trubek/dmyšních trubic pro přivádění plynu, obsahujícího kyslík, přičemž provozní parametry pro regulování přechodové oblasti jsou zvoleny z následujících parametrů:

- (a) plyn, obsahující kyslík, je vháněn směrem k vrstvě strusky a proniká do přechodové oblasti;
- (b) proud plynu, obsahujícího kyslík, ohýbá rozstříkované a šplíchající kapičky a proudy roztaveného materiálu tak, že způsobuje:
 - (i) rozšiřování přechodové oblasti směrem vzhůru kolem spodního úseku jedné nebo více přívodních trubek/dmyšních trubic; a

- (ii) vytváření plynového souvislého prostoru, popisovaného jako „volný prostor“, kolem konce jedné nebo více přívodních trubek/dmyšních trubíc.

Vytváření volného prostoru je velice důležitým znakem, protože umožňuje, aby byly reakční plyny v horním prostoru nádoby odváděny do oblasti konce jedné nebo více přívodních trubek/dmyšních trubíc pro vhánění plynu, obsahujícího kyslík, a aby byly přídatně spalovány v této oblasti.

V této souvislosti je výraz „volný prostor“ nutno chápat tak, že znamená prostor, který neobsahuje prakticky žádný kov ani strusku.

Kromě toho shora popsané ohýbání roztaveného materiálu odstiňuje do určité míry boční stěny nádoby od spalovací oblasti, která je vytvářena na konci každé přívodní trubky/dmyšní trubice. Rovněž je tak zajišťováno navracení většího množství energie z přídatně spalovaných plynů v horním prostoru zpět do lázně.

Způsob podle tohoto vynálezu s výhodou zahrnuje vhánění plynu, obsahujícího kyslík, do nádoby vířivým způsobem.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude v dalším podrobněji vysvětlen na příkladu jeho provedení, jehož popis bude podán s přihlédnutím k připojenému obrázku, na kterém je znázorněn pohled ve svislém řezu na metalurgickou nádobu, zobrazující schematickou

formou příkladné provedení způsobu přímého tavení podle tohoto vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Následující popis se týká přímého tavení železné rudy za účelem výroby roztaveného železa, přičemž je zcela pochopitelné, že předmětný vynález není omezen pouze na toto uplatnění, neboť je uplatnitelný i pro jakékoliv vhodné rudy kovů a koncentráty nebo obohacené rudy a další vsázkové materiály, obsahující kov, a to včetně částečně redukovaných nebo odkysličených rud kovů nebo odpadních materiálů.

Nádoba, vyobrazená na přiloženém obrázku výkresů, má:

nístěj, která obsahuje základnu 3 a stěny 55, vytvořené ze žáruvzdorných cihel;

boční stěny 5, které vytvářejí obecně válcovitý buben, probíhající směrem vzhůru od stěn 55 nístěje, a které zahrnují horní válcový úsek 51 a spodní válcový úsek 53;

klenbu 7;

výstup 9 pro odcházející plyny;

předpecí 57 pro kontinuální odvádění roztaveného kovu; a

odpichový otvor 61 pro periodické odvádění roztavené strusky.

Při používání uvedená nádoba obsahuje roztavenou lázeň železa a strusky, která sestává z vrstvy 15 roztaveného kovu a z vrstvy 16 roztavené strusky, která se nalézá na vrstvě 15 roztaveného kovu. Šipka, která je na obrázku označena vztahovou značkou 17 vyznačuje polohu nominálního nehybného povrchu vrstvy 15 roztaveného kovu, přičemž šipka, označená vztahovou značkou 19, vyznačuje polohu nominálního nehybného povrchu vrstvy 16 roztavené strusky.

Pod výrazem „nehybný povrch“ je třeba rozumět povrch, kdy nedochází k žádnému přivádění plynu nebo pevných látek do nádoby.

Nádoba je rovněž opatřena dvěma pevnými přívodními trubkami/dmyšními trubicemi 11, které procházejí směrem dolů a směrem dovnitř pod úhlem o velikosti 30° až 60° vzhledem ke svislici přes boční stěny 5 a vedou do vrstvy 16 roztavené strusky. Poloha těchto přívodních trubek/dmyšních trubic 11 je zvolena tak, že jejich spodní konce leží nad nominálním nehybným povrchem 17 vrstvy 15 roztaveného kovu.

Při používání jsou železná ruda (obvykle v prachové formě), pevný uhlíkatý materiál (obvykle uhlí) a tavidla nebo struskotvorné přísady (obvykle vápno a oxid hořečnatý), obsažené v nosném plynu (obvykle dusík N_2), přiváděny do kovové vrstvy 15 prostřednictvím přívodních trubek/dmyšních trubic 11. Hybnost pevného materiálu a nosného plynu způsobuje, že tento pevný materiál a nosný plyn pronikají do vrstvy 15 roztaveného kovu. Uhlí ztrácí těkavost a v důsledku toho vytváří plyn ve vrstvě 15 roztaveného kovu. Uhlík se částečně rozpouští do kovu a částečně zde zůstává jako pevný

uhlík. Železná ruda se taví na kov, přičemž při této tavné reakci se vyvíjí plynný oxid uhelnatý.

Plyny, přiváděné do vrstvy 15 roztaveného kovu a vytvářené prostřednictvím ztráty těkavosti a prostřednictvím tavení, vytvářejí výrazný vztlakový zdvih, působící na roztavený kov, pevný uhlík a roztavenou strusku (která je do vrstvy 15 roztaveného kovu přitahována z prostoru nad vrstvou 15 roztaveného kovu v důsledku přivádění pevných látek a nosného plynu) ve vrstvě 15 roztaveného kovu, v důsledku čehož dochází k pohybu směrem vzhůru rozstříkovaných částic, kapiček a proudů roztaveného kovu a strusky, přičemž tyto rozstříkované částice kapičky a proudy vstupují do strusky při svém pohybu přes vrstvu 16 roztavené strusky.

Vztlakové zdvihání roztaveného kovu, pevného uhlíku a strusky způsobuje výrazné promíchávání vrstvy 15 roztaveného kovu a vrstvy 16 roztavené strusky, čehož výsledkem je, že vrstva 16 roztavené strusky nabývá na objemu a má povrch, který je na obrázku označen šipkou 30. Rozsah tohoto promíchávání je takový, že ve vrstvě 15 roztaveného kovu a ve vrstvě 16 roztavené strusky jsou v každé této oblasti přiměřeně jednotné teploty, které mají obvykle hodnotu 1 450 až 1 550° C, přičemž kolísání teploty nepřesahuje 30° C v každé oblasti.

Kromě toho vzhůru směřující pohyb příslušného rozstříkování nebo šplíchání, kapiček a proudů roztaveného materiálu, které je způsobeno vztlakovým zdviháním roztaveného kovu, pevného uhlíku a roztavené strusky zasahuje do prostoru 31 („horní prostor“) nad roztaveným materiálem v nádobě a:

(a) vytváří tak přechodovou oblast 23; a

(b) vypuzuje určité množství roztaveného materiálu (především strusky) za přechodovou zónu a do části horního válcového úseku 51 bočních stěn 5, tj. nad přechodovou oblast 23 a na klenbu 7.

Obecně řečeno představuje vrstva 16 roztavené strusky kapalným nepřetržitým objemovým prostorem s plynovými bublinkami, přičemž přechodová oblast 23 představuje plyný nepřetržitý objemový prostor ve kterém jsou obsaženy rozstříky, šplíchání, kapičky a proudy roztaveného kovu a strusky.

Nádoba je dále opatřena přívodní trubicí 13 pro dmychání plynu, obsahujícího kyslík (obvykle předehřátý kyslíkem obohacený vzduch), která je umístěna ve středu a rozprostírá se svisle směrem dolů do nádoby. Poloha této přívodní trubky 13 a rychlost proudění plynu touto přívodní trubicí 13 jsou zvoleny tak, že plyn, obsahující kyslík, proniká středovou oblastí přechodové oblasti 23, přičemž je zde udržován v podstatě volný prostor 25, který leží kolem konce přívodní trubky 13. Přívodní trubka 13 je opatřena ústrojím, které způsobuje, že plyn, obsahující kyslík, je dmychán do nádoby vířivým pohybem.

Dmychání plynu s obsahem kyslíku přívodní trubicí 13 způsobuje reakci přídavného spalování plyného oxidu uhelnatého (CO) a plyného vodíku (H₂) v přechodové oblasti 23 a ve volném prostoru 25 kolem konce přívodní trubky 13, v důsledku čehož jsou v plynovém prostoru vytvářeny vysoké teploty o velikosti zhruba 2 000° C nebo

vyšší. Teplo je převáděno do stoupajících a klesajících rozšplíchaných kapiček a proudů roztaveného materiálu v oblasti dmychání plynu, přičemž je toto teplo poté částečně předáváno do vrstvy 15 roztaveného kovu, jak se kov a struska navrácí do vrstvy 15 roztaveného kovu.

Volný prostor 25 je velice důležitý pro dosahování vysoké úrovně přídavného spalování, neboť umožňuje strhování a unášení plynů v prostoru nad přechodovou oblastí 23 do koncové oblasti přívodní trubky 13, v důsledku čehož je zvyšováno vystavení dostupných reakčních plynů přídavnému spalování.

Kombinovaný účinek polohy přívodní trubky 13, průtokové rychlosti proudění plynů touto přívodní trubkou 13 a pohybu směrem vzhůru rozstříkovaných kapiček a proudů roztaveného materiálu způsobuje tvar přechodové oblasti 23 kolem spodní oblasti přívodní trubky 13, který je obecně označen vztahovou značkou 27. Tato tvarovaná oblast způsobuje částečnou překážku pro přenos tepla zářením do bočních stěn 5.

Kromě toho stoupající a klesající rozstříkování a šplíchání kapiček a proudů roztaveného materiálu představuje velice účinný prostředek pro přenos tepla z přechodové oblasti 23 do roztavené lázně, důsledkem čehož je, že teplota v přechodové oblasti 23 v úseku bočních stěn 5 má velikost zhruba 1 450° C až 1 550° C.

V souladu s výhodným provedením předmětu tohoto vynálezu je nádoba konstruována s ohledem na hladiny vrstvy 15 roztaveného kovu, vrstvy 16 roztavené strusky a přechodové oblasti 23 v nádobě, pokud způsob pracuje za normálních

provozních podmínek, a s ohledem na rozstříkávání a šplíchání kapiček a proudů roztaveného materiálu (převážně strusky), které jsou vypuzovány do prostoru 31 nad přechodovou oblastí 23, pokud je způsob provozován tak, že:

- (a) nístěj a spodní válcový úsek 53 bočních stěn 5, který je ve styku s vrstvou 15 roztaveného kovu a s vrstvou 16 roztavené strusky, jsou vytvořeny z cihel ze žáruvzdorného materiálu (znázorněných čárkováním šrafováním na obrázcích výkresů), které jsou ve styku přímo s kovem a se struskou v těchto vrstvách;
- (b) alespoň část spodního válcového úseku 53 bočních stěn 5 je obložena vodou chlazenými panely 8; a
- (c) část horního válcového úseku 51 bočních stěn, která je ve styku s přechodovou oblastí 23, zbývající část horního válcového úseku 51, která leží nad přechodovou oblastí 21, a klenba 7 jsou vytvořeny z vodou chlazených panelů 57, 59.

Každý vodou chlazený panel 8, 57, 59 v horním úseku 10 bočních stěn 5 má rovnoběžné horní a spodní okraje a rovnoběžné boční okraje, přičemž je zakřiven tak, aby vymezoval úsek válcového bubnu.

Každý vodou chlazený panel je opatřen vnitřní vodní chladicí trubkou a vnější vodní chladicí trubkou. Tyto vodní chladicí trubky jsou vytvarovány do hadovitého uspořádání,

příčemž jsou tvořeny rovnoběžnými vodorovnými úseky, které jsou vzájemně spojeny zakřivenými úseky. Vodní chladicí trubky jsou dále opatřeny vodními vstupy a vodními výstupy.

Vodní chladicí trubky jsou posunuty ve svislém směru, takže vodorovné úseky vnější trubky neleží bezprostředně za vodorovnými úseky vnitřní trubky při pohledu z exponované strany panelu, to znamená z té strany, která směřuje do vnitřního prostoru nádoby. Každý panel je dále opatřen pěchovaným nebo pistolí nanášeným žáruvzdorným materiálem, který vyplňuje prostory mezi přiléhajícími vodorovnými úseky každé trubky a mezi trubkami.

Vodní vstupy a vodní výstupy vodních chladicích trubek jsou připojeny k okruhu přívodu vody (na vyobrazení neznázorněno), s jehož pomocí voda cirkuluje vysokou průtokovou rychlostí vodními chladicími trubkami.

Za provozu jsou provozní podmínky regulovány tak, že je zde dostatečné množství strusky, která je ve styku s vodou chlazenými panely 57, 59, stejně jako dostatečné odvádění tepla z panelů pro účely vytváření a udržování vrstvy strusky na panelech. Vrstva strusky vytváří účinnou tepelnou bariéru vůči tepelným ztrátám přes přechodovou oblast a přes zbytek horního prostoru nad přechodovou oblastí.

Jak již bylo shora uvedeno, byly přihlašovatelem při zkušebním provozu zkušebního zařízení zjištěny následující procesní znaky, které samostatně nebo v kombinaci zajišťují účinnou regulaci procesu:

- (a) Regulování zásoby strusky, tj. hloubky vrstvy strusky a/nebo poměru strusky ke kovu, a to pro vyvažování kladného účinku kovu v přechodové oblasti 23 na přenos tepla se záporným účinkem kovu v přechodové oblasti 23 na přídavné spalování v důsledku zpětných reakcí v přechodové oblasti 23. Pokud je zásoba strusky příliš nízká, je vystavení kovu působení kyslíku příliš vysoké, takže je snížen potenciál pro přídavné spalování. Pokud je na druhé straně zásoba strusky příliš vysoká, bude přívodní trubka 13 ponořena v přechodové oblasti 23, takže bude docházet ke sníženému přívodu plynu do volného prostoru 25, v důsledku čehož bude snížen potenciál pro přídavné spalování.
- (b) Regulování hladiny uhlíku, rozpuštěného v kovu, tak, aby byla alespoň 3 % hmotnostní, a udržování strusky v silně zredukovaném stavu, který vede ke hladinám FeO nižším, než 6 % hmotnostních ve vrstvě 16 roztavené strusky a v přechodové oblasti 23.
- (c) Volba polohy přívodní trubky 13 a regulování přiváděného množství plynu, obsahujícího kyslík, a pevných látek touto přívodní trubkou 13 a přívodními trubkami/dmyšními trubicemi 11 pro udržování oblasti, která bude v podstatě bez kovu a strusky, kolem konce přívodní trubky 13, a pro vytváření přechodové oblasti 23 kolem spodního úseku přívodní trubky 13.
- (d) Regulování tepelných ztrát z nádoby prostřednictvím smáčení bočních stěn nádoby struskou, která je ve

styku s přechodovou oblastí 23 nebo je nad přechodovou oblastí 23, a to regulováním jednoho nebo více z následujících znaků:

- (i) zásoba strusky; a
- (ii) průtokové množství, přiváděné přivodní trubicí 13 a přivodními trubicemi/dmyšními trubicemi 11.

Shora uvedený provoz zkušebního zařízení byl přihlašovatelem prováděn jako série rozsáhlých kampaní na jeho zkušebních závodech ve městě Kwinana v západní Austrálii.

Zkušební provoz byl prováděn s nádobou, která je znázorněna na obrázcích výkresů a která byla shora popsána, a to v souladu se shora popsanými provozními podmínkami.

Při provádění zkušebního provozu zařízení byla vyhodnocována nádoba a byl prověřován daný způsob za podmínek širokého rozmezí různých:

- (a) vstupních materiálů;
- (b) množství a rychlosti přiváděných pevných látek a plynů;
- (c) poměrů strusky ke kovu;
- (d) provozních teplot; a

(e) nastavení či seřízení příslušného zařízení.

V následující tabulce 1 jsou uvedeny příslušné údaje, získané v průběhu spouštěcích a stabilních provozních podmínek při zkušebním provozu příslušného zařízení.

		Spouštění	Stabilní Provoz
Teplota lázně	(° C)	1 450	1 450
Provozní tlak	(bar g)	0,5	0,5
HAB vzduch	(kNm ³ /h)	26,0	26,0
Kyslík v HAB	(%)	20,5	20,5
HAB teplota	(° C)	1 200	1 200
DSO ruda	(t/h)	5,9	9,7
Uhlí	(t/h)	5,4	6,1
Pálené tavidlo	(t/h)	1,0	1,4
Teplota přiváděné Rudy	(° C)	25,0	25,0
Horký kov	(t/h)	3,7	6,1
Struska	(t/h)	2,0	2,7
Přídavné spalování	(%)	60,0	60,0
Teplota vypouštěných plynů	(° C)	1 450	1 450
Přenos tepla do lázně	(MW)	11,8	17,3
Tepelné ztráty do panelů	(MW)	12,0	8,0
Dávka uhlí	(kg/thm)	1 453	1 003

Železná ruda byla dodávána jako běžná jemná přímo dodávaná ruda, přičemž měla obsah 64,6 % železa, 4,21 % oxidu křemičitého (SiO_2) a 2,78 % oxidu hlinitého (Al_2O_3) v suchém stavu.

Jak jako redukčního neboli odkysličovacího činidla, tak jako zdroje uhlíku a vodíku pro spalování a přívod energie do procesu bylo použito antracitového uhlí. Toto uhlí mělo výhřevnou hodnotu 30,7 MJ/kg, obsah popele zhruba 10 % a těkavou hladinu 9,5 %. Z hlediska dalších charakteristik obsahovalo uhlí celkem 79,82 % uhlíku, 1,8 % vody (H_2O), 1,59 % dusíku (N_2), 3,09 % kyslíku (O_2) a 3,09 % vodíku (H_2).

Způsob byl provozován tak, aby byla udržována zásaditost strusky na hodnotě 1,3 (poměr CaO/SiO_2) s využitím kombinace tavidel či struskovacích přísad vápna a oxidu hořečnatého (MgO). Oxid hořečnatý (MgO) přispívá ke snížení korozivních účinků strusky na žáruvzdorný materiál, takže byla udržována příslušná hladina oxidu hořečnatého (MgO) ve strusce.

Za spouštěcích podmínek pracovalo zkušební zařízení s následujícími hodnotami:

množství vhaněného horkého vzduchu 26 000 Nm^3/h při teplotě 1 200° C;

množství přídavného spalování 60 % ($(\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}) / (\text{CO} + \text{H}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O})$);

přiváděné množství železné rudy v prachovém stavu 5,9 t/h; a

přiváděné množství tavidla 1,0 t/h, přičemž železná ruda a tavidlo byly přiváděny v pevném stavu s využitím dusíku (N_2) jako nosného plynu.

V nádobě bylo pouze velmi malé nebo žádné množství strusky, takže nebyla dostatečná možnost vytvářet vrstvu ztuhlé strusky na bočních panelech. V důsledku toho byly tepelné ztráty chladicí vody poměrně vysoké při 12 MW. Zkušební zařízení pracovalo při produkčním množství 3,7 t/h horkého kovu (4,5 % hmotnostních uhlíku) a při množství uhlí 1 450 kg uhlí na jednu tunu vyrobeného horkého kovu.

Za stálých provozních podmínek s regulovaným množstvím strusky a vrstvy ztuhlé strusky na vodou chlazených panelech, tvořících boční stěny, byly zaznamenány při vodním chlazení poměrně nízké tepelné ztráty o velikosti 8 MW.

Snížení tepelných ztrát vodního chladicího systému, umožňuje zvýšit produktivitu na 6,1 t/h horkého kovu. Této zvýšené produktivity bylo dosaženo při stejném množství vháněného horkého vzduchu a přídavného spalování, jako při spouštění. Množství přiváděných pevných látek bylo 9,7 t/h jemné rudy a 6,1 t/h uhlí společně s 1,4 t/h tavidla nebo struskotvorných přísad. Zvýšená produktivita rovněž přispěla ke zdokonalení množství uhlí na 1 000 kg uhlí na jednu tunu vyrobeného horkého kovu.

U shora uvedeného příkladného provedení nádoby podle tohoto vynálezu je možno provádět celou řadu různých modifikací, aniž by došlo k úniku z myšlenky a rozsahu předmětu tohoto vynálezu.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob přímého tavení pro výrobu kovů ze vsázkového materiálu, obsahujícího kov, který obsahuje následující kroky:

- (a) vytváření roztavené lázně, která má vrstvu kovu a vrstvu strusky, ležící na vrstvě kovu, v metalurgické nádobě,
- (b) přivádění vsázkového materiálu, obsahujícího kov, a pevného uhlíkatého materiálu do vrstvy kovu prostřednictvím většího počtu přívodních trubek/dmyšních trubic a zajištění pronikání roztaveného materiálu ve formě rozstříkovaných a šplíchajících kapiček a proudů do horního prostoru nad nominálním nehybným povrchem roztavené lázně pro vytvoření přechodové oblasti,
- (c) tavení materiálu, obsahujícího kov, na kov ve vrstvě kovu, a
- (d) dmychání plynu, obsahujícího kyslík, do nádoby jednou nebo více přívodními trubkami/dmyšními trubicemi pro přídavné spalování reakčních plynů, uvolňujících se z roztavené lázně, přičemž stoupající a poté klesající rozstříkované a šplíchající kapičky a proudy roztaveného materiálu v přechodové oblasti usnadňují přestup tepla do roztavené lázně, a

příčemž přechodová oblast minimalizuje tepelné ztráty z nádoby přes boční stěny ve styku s přechodovou oblastí,

v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje krok regulování způsobu prostřednictvím udržování vysoké zásoby strusky.

2. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje udržování vysoké zásoby strusky prostřednictvím regulování vrstvy strusky na tloušťku 0,5 až 4 m.

3. Způsob podle nároku 2, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje udržování vysoké zásoby strusky prostřednictvím regulování vrstvy strusky na tloušťku 1,5 až 2,5 m.

4. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje udržování vysoké zásoby strusky prostřednictvím regulování vrstvy strusky na tloušťku alespoň 1,5 m.

5. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje regulování hmotnostního poměru kovu ku strusce na hodnotu mezi 4 : 1 a 1 : 2.

6. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje regulování hmotnostního poměru kovu ku strusce na hodnotu mezi 3 : 1 a 1 : 1 za stabilních provozních podmínek způsobu.

7. Způsob podle nároku 6, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje udržování vysoké zásoby strusky prostřednictvím regulování hmotnostního poměru kovu ku strusce na hodnotu mezi 3 : 1 a 2 : 1 za stabilních provozních podmínek způsobu.

8. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m , že krok (c) zahrnuje tavení materiálu, obsahujícího kov, na kov alespoň převážně ve vrstvě kovu.

9. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje umístění jedné nebo více přívodních trubek/dmyšních trubíc pro vhánění plynu, obsahujícího kyslík, a vhánění plynu, obsahujícího kyslík v průtokovém množství tak, že:

- (a) plyn, obsahující kyslík je vháněn směrem k vrstvě strusky a proniká přechodovou oblastí,
- (b) proud plynu, obsahujícího kyslík, ohýbá rozstříkované a šplíchající kapičky a proudy roztaveného materiálu kolem spodního úseku jedné nebo více přívodních trubek/dmyšních trubíc, přičemž se kolem konce jedné nebo více přívodních trubek/dmyšních trubíc vytváří souvislý plynový prostor.

10. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje regulování

tepelných ztrát z nádoby smáčením převážně strusky na bočních stěnách nádoby, které jsou ve styku s přechodovou oblastí, a na klenbě nádoby prostřednictvím regulování jednoho nebo více z následujících znaků:

- (i) množství strusky v roztavené lázni,
- (ii) průtokového množství plynu, obsahujícího kyslík, vháněného jednou nebo více přívodními trubkami/dmyšními trubicemi pro vhánění plynu, obsahujícího kyslík, a
- (iii) přiváděného množství vsázkového materiálu, obsahujícího kov, a uhlíkatého materiálu přiváděných přívodními trubkami/dmyšními trubicemi.

11. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m , že krok (b) v nároku 1 zahrnuje umístění většího počtu přívodních trubek/dmyšních trubic nad vrstvou kovu, přičemž tyto přívodní trubky/dmyšní trubice probíhají dolů směrem k vrstvě kovu.

12. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje přivádění vsázkového materiálu, obsahujícího kov, a pevného uhlíkatého materiálu v nosném plynu.

13. Způsob podle nároku 12, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje umístění většího počtu přívodních trubek/dmyšních trubic nad vrstvou

kovu, přičemž tyto přívodní trubky/dmyšné trubice probíhají dolů směrem k vrstvě kovu.

