

168-98
19.01.98

ZPŮSOB VÝROBY TEKUTÉHO SUROVÉHO ŽELEZA NEBO POLOTOVARŮ PRO
VÝROBU OCELI A TAKÉ ZAŘÍZENÍ K PROVÁDĚNÍ TOHOTO ZPŮSOBU

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu výroby tekutého surového železa nebo polotovarů pro výrobu oceli z materiálu ve formě jemných částic obsahujícího železo, zejména z redukované železné houby, v zóně tavného zplynování tavného zplynovače, ve kterém se za přívodu materiálu obsahujícího uhlík a plynu obsahujícího kyslík a za současného vytváření redukčního plynu v loži vytvořeném z pevných nosičů uhlíku taví materiál obsahující železo při průchodu tímto ložem, popřípadě po předchozí dokončovací redukci, a také zařízení k provádění tohoto způsobu.

Dosavadní stav techniky

Z EP-B-0 010627 je známý způsob výroby tekutého surového železa nebo polotovarů pro výrobu oceli z materiálu ve formě jemných částic obsahujícího železo, zejména předredukované železné houby, a také výroby redukčního plynu v tavném zplynovači, při kterém se tvoří přivedením uhlí a dmýháním plynu obsahujícího kyslík fluidní lože z částic koksu. Plyn obsahující kyslík, případně čistý kyslík, se přitom dmýhá ve spodní oblasti tavného zplynovače. Materiál ve formě jemných částic obsahující železo, zejména předredukovaná železná houba, a kusové uhlí se přivádějí shora vsázecími otvory v poklopu tavného zplynovače, padající částice se ve fluidním loži zbrzdí a částice obsahující železo se při

propadávání koksovým fluidním ložem redukuje a taví. Vytavený kov pokrytý struskou se shromažďuje na dně tavného zplynovače. Kov a struska se odvádějí oddělenými odpichovými otvory.

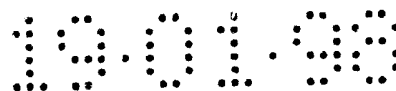
Způsob tohoto typu však není vhodný pro zpracování jemnozrnné železné houby a jemnozrnného uhlí, protože jemnozrnné částice pevných látek by byly v důsledku silného proudění plynu v tavném zplynovači z tavného zplynovače rychle vynášeny ven. Toto vynášení je ještě podporováno teplotou v horní oblasti tavného zplynovače, protože je příliš nízká, aby zajistila tavení železné houby v místě vynášení.

Z DE-B-26 60 884 je známé přivést materiál obsahující oxid kovu při padání dolů šachtou stykem s horkými spalovacími plyny k tavení a následně převést stykem s přiváděným redukčním prostředkem na předredukovaný produkt, který se redukuje na čisto a taví se v reaktoru připojeném ke spodnímu dílu šachtové pece.

Z US-A-5 082 251 je známé redukovat jemnou rudu obsahující železo přímo fluidním způsobem s pomocí redukčního plynu vytvářeného ze zemního plynu. Přitom se jemná ruda bohatá na železo redukuje za zvýšeného tlaku za pomoci redukčního plynu v systému reaktorů s fluidní vrstvou uspořádaných do série. Takto vyrobený prášek železné houby se následně podrobuje briketování za tepla nebo za studena. Pro další zpracování prášku železné houby jsou k dispozici vhodná tavící zařízení. Zpracování uhlí ve formě jemných částic je přitom nemožné.

Z EP-B-0 111 176 je známé vyrábět částice železné houby

a tekuté surové železo z kusové železné rudy, přičemž se tato železná ruda přímo redukuje v agregátu pro přímou redukci a částice železné houby vynášené z agregátu pro přímou redukci se rozdělují na hrubozrnnou a jemnozrnnou frakci. Jemnozrnná frakce se přivádí do tavného zplynovače, ve kterém se z vneseného uhlí a přivedeného plynu obsahujícího kyslík vytváří teplo potřebné pro tavení



železné houby a také redukční plyn přivedený do agregátu pro přímou redukci. Tak je sice použití uhlí možné, avšak jen v kusové formě. Uhlí ve formě jemnozrnných částec by se z tavného zplynovače vynášelo redukčním plynem.

U způsobu podle EP-A-0 576 414 se kusové přísadové látky obsahující železnou rudu redukují přímo v redukční šachtové peci, a sice prostřednictvím redukčního plynu vytvářeného v zóně tavného zplynování. Takto získaná železná houba se potom přivádí do zóny tavného zplynování. Aby se u tohoto známého způsobu mohla dodatečně zhodnotit jemná ruda a/nebo rudný prach, jako jemný železný oxidický prach vznikající v hutí, přivádí se jemná ruda a/nebo rudný prach s koksovým prachem do prachového hořáku pracujícího v zóně tavného zplynování a přeměňují se při nestechiometrické spalovací reakci. Takovýto způsob dovoluje efektivní zpracování jemné rudy a/nebo rudného prachu zbývajícího v hutí, a sice až do velikosti řádově 20 % až 30 % celkové vsázky rudy, a tedy kombinované zpracování kusové rudy a jemné rudy a také zpracování koksového prachu. Použití uhelného prachu by však bylo problematické, protože by díky horké redukované rudě docházelo k odplynění a tvorbě dehtu a tím k ulpívání v dopravních trubkách.

Vynález směřuje k zamezení těchto nevýhod a těžkostí a klade si úkol vytvořit způsob v úvodu popsaného druhu a také zařízení k provádění tohoto způsobu, u kterého je možné zpracování uhlí ve formě jemných částec a materiálu ve formě jemných částec obsahujícího železo. Přitom se má jednak spolehlivě zabránit vynášení přiváděných jemných částec redukčním plynem vytvářeným v tavném zplynovači a jednak zajistit případné požadované dokončovací redukování materiálu obsahujícího železo. Vynález si klade zejména úkol

vytvořit způsob, kterým se při vsázce uhlí ve formě jemných částeczek může na surové železo a/nebo polotovar pro výrobu oceli zpracovávat za použití tavného zplynovače vsázka sestávající ze 100 % z materiálu ve formě jemných částeczek obsahujícího železo.

Podstata vynálezu

Tento úkol je podle vynálezu řešen způsobem v úvodu popsaného typu tím, že v blízkosti odvodu redukčního plynu z tavného zplynovače ústí přídatný přívod pro uhlí, totiž uhlí ve formě jemných částeczek, jako je uhelný prach a/nebo jiné materiály obsahující uhlík s těkavou složkou, nezávislý na přívodu materiálu obsahujícího železo a v blízkosti odvodu redukčního plynu tavného zplynovače další přídatné potrubí přivádějící plyn obsahující kyslík nezávislé na přívodu materiálu obsahujícího železo, a takto přídatně přivedené uhlí ve formě jemných částeczek a/nebo jiné materiály obsahující uhlík s těkavou složkou se při zavedení do tavného zplynovače přeměňují na koks ve formě jemných částeczek a takto vytvořený koks ve formě jemných částeczek se vynáší společně s redukčním plynem odváděným z tavného zplynovače a odlučuje se. Podle vynálezu se jednoduchým způsobem přeměňuje uhlí ve formě jemných částeczek na koks za využití vynášecího účinku způsobeného silným prouděním redukčního plynu. Tento jemnozrný koks je podstatně snadněji použitelný pro další využití, protože už není třeba se obávat odplyňování a tvorby dehtu. Jako další materiály obsahující uhlík s těkavou složkou přicházejí v úvahu například plastové drti nebo jemnozrný ropný koks.

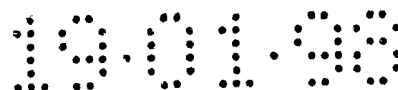
S výhodou se koks ve formě jemných částeczek přivádí

JUDr. Miloš Všečka
advokát
120 00 Praha 2, Hájkova 2

- 4a -

168-98
Upravená strana

společně s materiálem ve formě jemných částic obsahujícím železo a případně přehřátým a/nebo redukováným prostřednictvím redukčního plynu do tavného zplynovače,



přičemž podle jedné výhodné formy provedení se v zóně uklidnění vytvořené nad ložem vytváří za přímého přívodu kyslíku spalováním a/nebo zplynováním koksu ve formě jemných částecek přiváděného do tavného zplynovače vysokoteplotní spalovací a/nebo zplyňovací zóna, do které se přímo zavádí materiál ve formě jemných částecek obsahující železo, přičemž teplem uvolňujícím se při přeměně koksu ve formě jemných částecek se provádí alespoň povrchové natavení materiálu obsahujícího železo a jeho spékání.

Takto vytvořené aglomeráty vykazují díky své vyšší hmotnosti vyšší spékací rychlost. Tímto a jejich lepším tvarovým součinitelem, to znamená vhodnější hodnotou C_w v důsledku rozsáhlejší tvorby kuliček, se zabraňuje vynášení materiálu obsahujícího železo redukčním plynem odváděným z tavného zplynovače.

Z EP-A-0 217 331 je známé přímo předběžně zredukovat jemnou rudu fluidním způsobem a tuto předběžně zredukovanou jemnou rudu vést do tavného zplynovače, zredukovat nahotovo a vytavit za pomoci plazmového hořáku za přívodu redukčního prostředku obsahujícího uhlík. V tavném zplynovači se vytváří fluidní lože a nad tím vířivé lože z koksu. Předredukováná jemná ruda, případně prášek železné houby, se přivádí k plazmovému hořáku uspořádanému ve spodním úseku tavného zplynovače. Nedostatkem přitom je, že přívodem předredukové jemné rudy bezprostředně ve spodní natavovací oblasti, to znamená v oblasti sběru taveniny, není zajištěna redukce nahotovo a v žádném případě nemůže být dosaženo chemického složení nutného pro další zpracování surového železa. Navíc není možné vnášení větších množství předredukové jemné rudy kvůli fluidnímu loži případně nepohyblivému loži, které se vytváří z uhlí ve spodní

oblasti tavného zplynovače, protože není možný dostatečný odvod tavných produktů z vysokoteplotní zóny plazmového hořáku. Vnášení větších množství předredukované jemné rudy by vedlo okamžitě k tepelnému i mechanickému selhání plazmového hořáku.

Pro docílení co možná rovnoměrného úplného smísení a přípravy přiváděných pevných látek se podle vynálezu vytvoří vysokoteplotní spalovací a/nebo zplyňovací zóna výhodně centrálně a na horním konci tavného zplynovače a přívod materiálů probíhá orientovaný dolů, přičemž aglomerace se výhodně urychluje a zintenzivňuje při zviření materiálu obsahujícího železo ve vysokoteplotní spalovací a/nebo zplyňovací zóně a s výhodou se dále rovněž při zviření provádí přívod kyslíku do vysokoteplotní spalovací a/nebo zplyňovací zóny.

Podle jedné výhodné varianty provedení se do vysokoteplotní spalovací a/nebo zplyňovací zóny zavádí materiál obsahující železo smísený s koksem ve formě jemných částecek.

Navíc je výhodné, když se vstupní rychlost materiálu obsahujícího železo do vysokoteplotní spalovací a/nebo zplyňovací zóny zvyšuje prostřednictvím pohonného plynu, jako je dusík nebo procesní plyn.

Podle jedné výhodné formy provedení se redukční plyn vytvořený v zóně tavného zplynování přivádí do předehřívací zóny a/nebo do zóny přímé redukce pro předběžnou úpravu materiálu obsahujícího železo, přičemž se tento předehřátý a/nebo redukovaný materiál obsahující železo přivádí v horkém stavu do vysokoteplotní spalovací a/nebo zplyňovací

zóny. S výhodou se může přitom přivádět do této předehřívací zóny případně zóny přímé redukce navíc i koks ve formě jemných částeczek.

Pro tvorbu lože vytvořeného z pevných nosičů uhlíku se s výhodou dodatečně vsází do zóny tavného zplynování kusové uhlí.

Jedna výhodná varianta se vyznačuje tím, že se v předehřívací zóně a/nebo zóně přímé redukce provádí rozdělávání materiálu obsahujícího železo na jemnou frakci a hrubou frakci, která má s výhodou částecčky mezi 0,5 a 8 mm, a do vysokoteplotní spalovací a/nebo zplyňovací zóny se vnáší jen jemná frakce a hrubá frakce se vnáší přímo do tavného zplynovače, zejména jeho zóny uklidnění. Hrubší podíly redukované železné rudy se mohou vsázet sami gravitační silou, při přidávání do vysokoteplotní spalovací a/nebo zplyňovací zóny by spotřebovávaly pouze teplo. Toto teplo je tak k dispozici pro spékání jemných částeczek. Hořák, který slouží pro vytvoření vysokoteplotní spalovací a/nebo zplyňovací zóny, tak může pracovat efektivněji a případně, aniž by negativně ovlivňoval spékání, může být dimenzovaný menší.

Jedna další výhodná varianta se vyznačuje tím, že se redukční plyn přivádí do předehřívací zóny a/nebo zóny přímé redukce nečištěný. Tak se může v předehřívací zóně a/nebo zóně přímé redukce odlučovat prach z tavného zplynovače, který obsahuje uhlík.

Zařízení k provádění tohoto způsobu s tavným zplynovačem s přívody a odvody pro přidávání materiálu obsahujícího uhlík, materiálu obsahujícího železo, pro odtah

vytvořeného redukčního plynu a pro přivádění plynu obsahujícího kyslík, a také dále s odpichem strusky a taveniny, u kterého jsou navrženy spodní úsek tavného zplynovače pro zachycování roztaveného surového železa eventuálně polotovaru pro výrobu oceli a tekuté strusky, střední úsek pro zachycení lože z pevných nosičů uhlíku, který leží nad ním, a následně horní úsek jako prostor uklidnění, je vyznačené tím, že tavný zplynovač vykazuje v blízkosti otvoru odvodu redukčního plynu hořák pro přívod uhlí ve formě jemných částecek a že v odvodu redukčního plynu je navržený odlučovač pro odlučování koksu ve formě jemných částecek vynášeného spolu s redukčním plynem, přičemž z tohoto odlučovače ústí účelně do tavného zplynovače zpětné vedení koksu ve formě jemných částecek.

S výhodou je na horním konci prostoru uklidnění navržený hořák přivádějící plyn obsahující kyslík a materiál obsahující železo ve formě jemných částecek a přívodní zařízení pro přívod koksu ve formě jemných částecek.

Výhodně je navržený jeden jediný centrální hořák, to znamená hořák uspořádaný na vertikální střední podélné ose tavného zplynovače, jehož ústí hořáku je nasměřované proti povrchu lože.

Přívod koksu ve formě jemných částecek probíhá účelně rovněž přes hořák, přičemž ten je s výhodou vytvořený jako kyslíko-uhlíkový hořák.

Pro docílení dobrého promísení pevných látek přiváděných k hořáku mezi sebou a také s přiváděným plynem obsahujícím kyslík je hořák s výhodou opatřený vířícím zařízením pro pevné látky přiváděné přes hořák a dále také

výhodně vířícím zařízením pro plyn obsahující kyslík, který se přivádí přes hořák.

Jedno jednoduché provedení hořáku vzniká, když do hořáku ústí potrubí směsi pro přivádění materiálu ve formě jemných částic obsahujícího železo a koksu ve formě jemných částic.

Podle jedné další výhodné formy provedení ústí do zařízení pro předehřívání a/nebo přímé redukování materiálu ve formě jemných částic obsahujícího železo odváděcí potrubí redukčního plynu, které vychází z prostoru uklidnění tavného zplynovače.

S výhodou vykazuje zařízení pro předehřívání a/nebo přímé redukování frakcionační zařízení pro rozdělování materiálu obsahujícího železo na hrubou a jemnou frakci a jemná frakce je vedena přes potrubí k hořáku, zatímco naproti tomu hrubá frakce je přes potrubí přiváděná přímo do tavného zplynovače.

Odváděcí potrubí redukčního plynu ústí výhodně do zařízení pro předehřívání a/nebo přímé redukování přímo, to znamená bez vřazení odlučovače prachu.

Přehled obrázků na výkresech

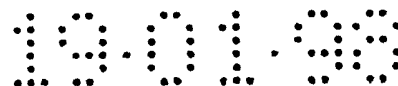
Vynález je následně blíže vysvětlen za pomoci příkladu provedení, přičemž obrázek ukazuje ve schematickém vyobrazení jedno zařízení k provádění způsobu podle vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Vztahovou značkou 1 je označený tavný zplynovač, ve kterém se z uhlí a plynu obsahujícího kyslík vyrábí redukční plyn obsahující CO a H₂. Tento redukční plyn se z tavného zplynovače 1 odvádí přes odvod 2 redukčního plynu, který ústí do cyklónu 3 čištění plynu, a z cyklónu 3 se přivádí do reaktoru 4 pro předehřívání a/nebo redukování jemnozrnného materiálu 5 obsahujícího železo, jako jsou například prachy obsahující železo, zejména rudné prachy, prachy železné houby atd.. Část redukčního plynu, který se odvádí přes odvod 2 redukčního plynu, se prostřednictvím zpětného vedení 6 recirkuluje přes pračku 7 a kompresor 8 opět do odvodu 2 redukčního plynu, aby se tento redukční plyn ochladil na teplotu potřebnou pro vsázku v reaktoru 4.

Reaktor 4 je s výhodou vytvořený jako šachtová pec. Namísto šachtové pece by mohla být také navržena rotační trubková pec nebo pec s otočnou nístějí. Dále může být místo jediného reaktoru 4 navrženo více reaktorů s fluidní vrstvou zařazených za sebou do série, přičemž jemná ruda se vede z reaktoru s fluidní vrstvou do reaktoru s fluidní vrstvou dopravními vedeními, a sice podobně jako je popsáno v US-A-5,082,251.

Jemné částičky odloučené v cyklónu 3, které jsou v podstatě, jak bude ještě vysvětleno později, tvořené částičkami koksu případně koksovým prachem, se přes sběrnou nádobu 9 přivádějí prostřednictvím zpětného potrubí 9' k hořáku 11 uspořádanému centrálně na horním konci, to znamená na hlavě 10 případně poklopu tavného zplynovače 1, jehož prostřednictvím se do tavného zplynovače 1 vnáší materiál 5



ve formě jemných částeczek obsahující železo přiváděný z reaktoru 4 vedením 12. Před zavedením do tavného zplynovače 1 se koksový prach smísí s materiálem 5 ve formě jemných částeczek obsahujícím železo a přivádí se přes potrubí 13 směsí k hořáku 11, přičemž pro zvýšení vstupní rychlosti pevných látek přiváděných k hořáku 11 ústí do potrubí 13 směsí přes injektor 15 potrubí 14 hnacího plynu. Jako hnací plyn se používá například dusík. Do hořáku 11 ústí dále potrubí 16 přivádějící plyn obsahující kyslík.

Ústí 11' hořáku může být vytvořené například jako je popsáno v EP-A-0 481 955, přičemž potrubí 13 směsí ústí do centrální vnitřní trubky hořáku 11, která je obklopená prstencovou mezerou přivádějící plyn, který obsahuje kyslík. Principiálně by se mohl koks přivádět k ústí hořáku také přes vlastní trysky. Při výstupu z hořáku 11 se pevný materiál přiváděný do hořáku 11 roztáčí s výhodou za pomoci hořáku 11 roztáčecím zařízením (například výstupními kanály vytvořenými ve formě šroubovic). Navíc může nastat ještě roztočení proudu kyslíku přiváděného přes prstencový prostor, čímž se docílí obzvláště dobrého promísení.

Koks ve formě jemných částeczek případně koksový prach vynášený z tavného zplynovače 1 redukčním plynem se vytváří následovně:

V blízkosti otvoru 17 případně více otvorů 17 odvodu 2 redukčního plynu tavného zplynovače 1 ústí hořák 18 pro přívod uhlí 19 ve formě jemných částeczek a/nebo jiných materiálů obsahujících uhlík s těkavou složkou. V úvahu přicházejí například drti plastických hmot nebo jemnozrný ropný koks. Ty se přivádějí za pomoci hnacího plynu, jako je dusík, který se přivádí přes injektor 20, do hořáku 18. Do hořáku 18 ústí dále potrubí 21, které přivádí plyn

obsahující kyslík.

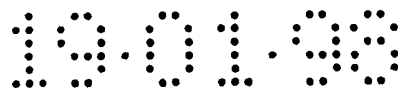
Dochází k přeměně - dílčímu shoření - přiváděného jemného uhlí 19 na koks ve formě jemných částicek případně koksový prach 19', který je díky uspořádání hořáku 18 v blízkosti otvoru 17 odvodu 2 redukčního plynu téměř úplně vynášen redukčním plynem a odlučuje se v cyklónu 3.

Tavný zplynovač 1 vykazuje na svém horním konci 10 přívod 22 pro kusové nosiče uhlíku, jako je uhlí, dále také dole uspořádané přívody 23 pro plyny obsahující kyslík, a případně také další přívody pro nosiče uhlíku, které jsou při teplotě místnosti kapalné nebo plynné, jako jsou uhlovodíky, a také pro spálené přísady.

V tavném zplynovači 1 se ve spodním úseku I shromažďuje roztavené tekuté surové železo 24 případně roztavený tekutý polotovár pro výrobu oceli a roztavená tekutá struska 25, které se odpichují přes odpich 26.

V úseku II tavného zplynovače 1 uspořádaném nad spodním úsekem I dochází k vytváření pevného lože a/nebo fluidního lože 27 ze vsázených pevných nosičů uhlíku. Do tohoto úseku II ústí přívody 23 plynů obsahujících kyslík. Vrchní úsek III vytvořený nad středním úsekem II funguje jako prostor uklidnění redukčního plynu vytvářejícího se v tavném zplynovači 1 a také pro částičky jemného materiálu strhávané proudem plynu. V tomto vrchním úseku III se nachází otvor 17 odvodu 2 redukčního plynu a ústí hořák 18 přivádějící uhlí 19 ve formě jemných částicek.

U ústí 11' hořáku se tvoří vysokoteplotní spalovací a/nebo zplyňovací zóna 28, ve které se natavují jemné



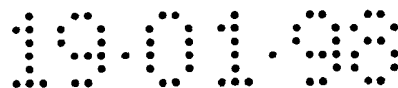
částičky materiálu 5 obsahujícího železo a vytvářejí se kapky nebo se natavují alespoň na povrchu, čímž dochází ke spékání jemných částiček obsahujících železo. Tím se účinně zabrání tomu, aby se materiál 5 ve formě jemných částiček obsahující železo vynášel s redukčním plynem odváděným z tavného zplynovače 1.

Vytvářející se kapkovité aglomeráty vykazují větší hydraulický průměr a/nebo vyšší měrnou hmotnost a tím vyšší klesací rychlost než jemné částičky. Tato klesací rychlost se navíc dále zlepšuje díky lepšímu tvarovému faktoru, to znamená hodnotě C_w tvořících se kapkovitých aglomerátů.

Uspořádání hořáku 11 ve střední oblasti u hlavy 10 tavného zplynovače 1 umožňuje rovnoměrné smísení přiváděných pevných částiček a tím úplnou aglomeraci. Následkem je rovnoměrné vázání nosičů železa do pevného případně fluidního lože 27. Tím se daří uskutečňovat tavící redukční proces se 100 % jemnou rudou a vyhnout se vynášení nosičů železa v pevném stavu z tavného zplynovače 1.

Velikost zrna uhlí ve formě jemných částiček, které nachází uplatnění pro způsob podle vynálezu, leží s výhodou v rozsahu od 1 do 0 cm a velikost zrna materiálu ve formě jemných částiček, který obsahuje železo, v rozsahu od 8 do 0 cm.

Znázorněné zpětné vedení prachu nad cyklon 3 by se mohlo zmenšit a popřípadě také odpadnout, protože se prach přiváděný do reaktoru 4 přes čárkovaně znázorněné potrubí 2' (potrubí 2 mezi cyklonem 3 a reaktorem 4 pak může odpadnout) s předehřátými případně předredukovanými pevnými látkami z reaktoru 4 opět vynáší a přivádí se k hořáku 11 a může být



tepelně využitý ve vysokoteplotní zóně 28. V tomto případě se může upustit také od cyklónu 3, který se případně může dimenzovat jen pro recirkulované množství redukčního plynu.

Reaktor 4 by mohl být s výhodou vybavený frakcionačním zařízením, přičemž hrubozrnné frakce (částice mezi 0,5 a 8 mm) se přivádějí do tavného zplynovače 1 přímo, například prostřednictvím gravitačního dávkování přes vedení 12', a jemné částičky se přivádějí do vysokoteplotní spalovací a/nebo zplyňovací zóny 28 přes vedení 12. Tím nastává odlehčení hořáku 11, takže jeho teplo je k dispozici výhradně pro nejjemnější částice, které se pro zabránění vynášení musejí bezpodmínečně spékat. Velikost zrna částiček hrubé frakce by měla být tak velká, aby byla klesací rychlost těchto částiček poněkud vyšší, než je rychlost ve volné trubce v zóně III tavného zplynovače 1. Tím je zabráněno vynášení těchto částiček.

Příklad:

Pro výrobu 40 t surového železa za hodinu zařízením podle obrázku se vsází 1 020 kg uhlí/t RE (surové železo), z toho 340 kg jemného uhlí/t RE 19 a zbytek jako kusové uhlí (22), a také 1 460 kg materiálu 5 ve formě jemných částiček obsahujícího železo na tunu RE (surového železa).

Uhlí:

Chemická analýza uhlí (jemné uhlí 19 a kusové uhlí, hmotnostní podíly, suchá báze)

C	77,2 %
H	4,6 %
N	1,8 %
O	6,8 %

S	0,5 %
A _{sche}	9,0 %
C _{-fix}	63,0 %

Rozdělení velikosti zrna jemného uhlí 19

500 μm	100 %
250 μm	85 %
100 μm	51 %
63 μm	66 %
25 μm	21 %

materiál ve formě jemných částic obsahující železo:

Chemická analýza (hmotnostní podíly):

Fe _{ges}	66,3 %
Fe ₀	0,4 %
Fe ₂ O ₃	94,5 %
ztráty opalem	1,0 %
vlhko	1,0 %

Rozdělení velikosti zrna

4000 μm	100 %
1000 μm	97 %
500 μm	89 %
250 μm	66 %
125 μm	25 %

Přísady:

Chemická analýza (hmotnostní podíly):

CaO	34,2 %
MgO	9,9 %
SiO ₂	14,1 %

Al ₂ O ₃	0,3 %
Fe ₂ O ₃	1,1 %
MnO	0,5 %
ztráty opalem	39,1 %

Pro zplyňování uhlí se do lože 27 vnáší přes přívody 23 vytvořené jako dmyšní trubice 321 Nm³ O₂/t RE, spotřeba hořáku 11 obnáší 255 Nm³ O₂/t RE a hořáku 18 75 Nm³ O₂/t RE.

Surové železo 24:

Chemická analýza (hmotnostní podíly):

C	4,3 %
Si	0,4 %
Mn	0,09 %
P	0,1 %
S	0,05 %
Fe	95,0 %

Výstupní plyn:

Množství: 1 720 Nm³/t RE

Analýza (objemové podíly):

CO	38,7 %
CO ₂	37,2 %
H ₂	16,4 %
H ₂ O	2 %
N ₂ +Ar	4,6 %
CH ₄	1,1 %

Výhřevnost: 7 060 kJ/Nm³

Zastupuje:

Dr. Miloš Vsetečka v.r.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob výroby tekutého surového železa (24) nebo polotovaru pro výrobu oceli z materiálu (5) ve formě jemných částic obsahujícího železo, zejména z redukované železné houby, v zóně tavného zplyňování tavného zplynovače (1), při kterém se za přívodu materiálu, obsahujícího železo, materiálu, obsahujícího uhlík, a plynu, obsahujícího kyslík, prostřednictvím prvního přívodu při současném vytváření redukčního plynu odtahovaného odvodem (2, 17) redukčního plynu natavuje v loži (27), vytvořeném z pevných nosičů uhlíku, při průchodu tímto ložem (27) materiál (5), obsahující železo, případně po předcházející dokončovací redukci, **vyznačující se tím**, že v blízkosti odvodu (2, 17) redukčního plynu tavného zplynovače (1) ústí další přídatný přívod (18) pro uhlí, totiž uhlí (19) ve formě jemných částic, jako je uhelný prach a/nebo jiné materiály, obsahující uhlík s těkavou složkou, který je nezávislý na přívodu materiálu (5), obsahujícího železo, a v blízkosti odvodu (2, 17) redukčního plynu tavného zplynovače (1) ústí další přídatné potrubí (21) přivádějící, plyn obsahující kyslík, a nezávislé na přívodu materiálu (5), obsahujícího železo, a že takto dodatečně přiváděné uhlí (19) ve formě jemných částic a/nebo jiné materiály, obsahující uhlík s těkavou složkou, se při zavedení do tavného zplynovače (1) přeměňují na koks (19') ve formě jemných částic a takto vytvořený koks (19') ve formě jemných částic se vynáší společně s redukčním plynem, odváděným z tavného zplynovače (1), a odlučuje se.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že koks (19') ve formě jemných částic se společně s materiálem (5)

ve formě jemných částeczek a obsahujícím železo předehřátým případně redukčním plynem a/nebo redukovaným přivádí k tavnému zplynovači (1).

3. Způsob podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že v zóně uklidnění (III) vytvořené nad ložem (27) se za přímého přívodu kyslíku vytváří spalováním a/nebo zplynováním koksu (19') ve formě jemných částeczek přiváděného do tavného zplynovače vysokoteplotní spalovací a/nebo zplynovací zóna (28), do které se přímo zavádí materiál (5) ve formě jemných částeczek obsahující železo, přičemž teplem uvolněným při přeměně koksu (19') ve formě jemných částeczek se provádí alespoň povrchové natavení materiálu (5) obsahujícího železo a jeho spékání.

4. Způsob podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že se vysokoteplotní spalovací a/nebo zplynovací zóna (28) vytvoří centrálně a na horním konci (10) tavného zplynovače (1) a přívod materiálů se děje orientovaný směrem dolů.

5. Způsob podle nároku 3 nebo 4, **vyznačující se tím**, že spékání se zrychluje a zintenzivňuje za zviřování materiálu (5) obsahujícího železo ve vysokoteplotní spalovací a/nebo zplynovací zóně (28).

6. Způsob podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že se přívod kyslíku do vysokoteplotní spalovací a/nebo zplynovací zóny (28) provádí rovněž při zviření.

7. Způsob podle jednoho nebo několika z nároků 3 až 6, **vyznačující se tím**, že se do vysokoteplotní spalovací a/nebo zplynovací zóny (28) zavádí materiál (5) obsahující železo smísený s koksem (19') ve formě jemných částeczek.

8. Způsob podle jednoho nebo několika z nároků 3 až 7, **vyznačující se tím**, že se vstupní rychlost materiálu (5) obsahujícího železo a koksu (19') ve formě jemných částic do vysokoteplotní spalovací a/nebo zplynovací zóny (28) zvyšuje pomocí hnacího plynu, jako je dusík nebo vlastní plyn z procesu.

9. Způsob podle jednoho nebo několika z nároků 3 až 8, **vyznačující se tím**, že se redukční plyn vytvářený v tavné zplynovací zóně přivádí do předehřívací zóny a/nebo zóny přímé redukce pro předběžnou úpravu materiálu (5) obsahujícího železo, přičemž tento předehřátý a/nebo předredukovaný materiál obsahující železo se v horkém stavu přivádí do vysokoteplotní spalovací a/nebo zplynovací zóny.

10. Způsob podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že do předehřívací zóny případně zóny přímé redukce se přivádí navíc koks ve formě jemných částic.

11. Způsob podle jednoho nebo několika z nároků 1 až 10, **vyznačující se tím**, že se do tavné zplynovací zóny vnáší navíc kusové uhlí.

12. Způsob podle jednoho nebo několika z nároků 9 až 11, **vyznačující se tím**, že v předehřívací zóně a/nebo zóně přímé redukce se provádí rozdělení materiálu obsahujícího železo na jemnozrnnou frakci a hrubozrnnou frakci, která má s výhodou částičky mezi 0,5 a 8 mm, a do vysokoteplotní spalovací a/nebo zplynovací zóny (28) se vnáší pouze jemnozrnná frakce a hrubozrnná frakce se vnáší přímo do tavného zplynovače, s výhodou do jeho zóny uklidnění (III).

13. Způsob podle jednoho nebo několika z nároků 9 až 12, **vyznačující se tím**, že se redukční plyn přivádí do přehřívací zóny a/nebo zóny přímé redukce nečistěný.

14. Zařízení k provádění způsobu podle jednoho nebo několika z nároků 1 až 13, s tavným zplynovačem (1) s přívody a odvody (2, 13, 18, 23) pro přidávání materiálu (19, 19') obsahujícího uhlík, materiálu (5) obsahujícího železo, pro odtah vyrobeného redukčního plynu a pro přivádění plynu obsahujícího kyslík, a dále také s odpichem (26) strusky a taveniny železa, přičemž pro zachycování roztaveného surového železa (24) případně polotovaru pro výrobu oceli a tekuté strusky (25) je navržený spodní úsek (I) tavného zplynovače (1), nad ním střední úsek (II) pro uložení lože (27) z pevných nosičů uhlíku a následně je jako prostor uklidnění navržený vrchní úsek (III), **vyznačující se tím**, že tavný zplynovač (1) vykazuje navíc k přívodům materiálu obsahujícího uhlík, plynu obsahujícího kyslík a materiálu (5) obsahujícího železo v blízkosti otvoru (17) odvodu (2) redukčního plynu hořák (18) pro přívod uhlí (19) ve formě jemných částic a/nebo jiných materiálů obsahujících uhlík s těkavou složkou nezávislý na přívodu (13) materiálu (5) obsahujícího železo, přičemž v odvodu (2) redukčního plynu je uspořádaný odlučovač (3, 4) pro odlučování koksu (19') ve formě jemných částic vynášeného redukčním plynem.

15. Zařízení podle nároku 14, **vyznačující se tím**, že z odlučovače (3) ústí do tavného zplynovače (1) zpětné vedení pro koks (19') ve formě jemných částic.

16. Zařízení podle nároku 15, **vyznačující se tím**, že na horním konci prostoru (III) uklidnění je navržený alespoň

jeden hořák (11) přivádějící plyn obsahující kyslík a materiál (5) ve formě jemných částecek obsahující železo a přívodní zařízení pro přívod koksu (19') ve formě jemných částecek.

17. Zařízení podle nároku 16, **vyznačující se tím**, že je navržený jeden jediný centrální hořák (11), to znamená uspořádaný na vertikální stěně podélné ose tavného zplynovače (1) jehož ústí (11') hořáku je orientované proti povrchu lože (27).

18. Zařízení podle nároku 16 nebo 17, **vyznačující se tím**, že hořák (11) je vytvořený jako kyslíko-uhlíkový hořák, to znamená sloužící také pro přívod koksu (19') ve formě jemných částecek.

19. Zařízení podle jednoho nebo několika z nároků 16 až 18, **vyznačující se tím**, že hořák (11) je opatřený zviřovacím zařízením pro pevné látky (5, 19') přiváděné přes hořák (11).

20. Zařízení podle jednoho nebo několika z nároků 16 až 19, **vyznačující se tím**, že hořák (11) je opatřený zviřovacím zařízením pro plyn obsahující kyslík přiváděný přes hořák (11).

21. Zařízení podle jednoho nebo několika z nároků 16 až 20, **vyznačující se tím**, že do hořáku ústí potrubí (13) směsi pro přívod materiálu (5) ve formě jemných částecek obsahujícího železo a koksu (19') ve formě jemných částecek.

22. Zařízení podle jednoho nebo několika z nároků 14 až 20, **vyznačující se tím**, že odvod (2) redukčního plynu

vycházející z prostoru uklidnění (III) tavného zplynovače (1) ústí do zařízení pro předehřívání a/nebo přímé redukování materiálu (5) ve formě jemných částic obsahujícího železo.

23. Zařízení podle nároku 22, **vyznačující se tím**, že zařízení (4) pro předehřívání a/nebo přímé redukování vykazuje frakcionační zařízení pro rozdělování materiálu obsahujícího železo na hrubozrnnou frakci a jemnozrnnou frakci a jemnozrnná frakce je přes vedení (12) vedena k hořáku (11), zatímco hrubozrnná frakce je naproti tomu přiváděna přes vedení (12') přímo do tavného zplynovače (1).

24. Zařízení podle nároku 22 nebo 23, **vyznačující se tím**, že odvod (2) redukčního plynu ústí do zařízení (4) pro předehřívání a/nebo přímé redukování přímo, to znamená bez mezizařazení odlučovače (3) prachu.

25. Prodejný produkt, jako je válcovaný materiál, vyrobený ze surového železa nebo z polotovaru pro výrobu oceli vyrobený podle některého způsobu podle některého z nároků 1 až 13.

