

19



Octrooiraad  
Nederland

11 9500264

12 A TERINZAGELEGGING

21 Aanvraag om octrooi: 9500264

51 Int.Cl.<sup>6</sup>  
C21B11/00

22 Ingediend: 13.02.95

43 Ter inzage gelegd:  
02.09.96 I.E. 96/09

71 Aanvrager(s):  
Hoogovens Staal B.V. te IJmuiden.

72 Uitvinder(s):  
Huibert Willem den Hartog te Noordwijkerhout  
Hendrikus Koenraad Albertus Meijer te Uitgeest

74 Gemachtigde:  
Ir. H.C. Wentzel c.s. te 1970 CA IJmuiden.

54 Werkwijze voor het produceren van vloeibaar ruwijzer.

- 57 Proces voor het produceren van vloeibaar ruwijzer door directe reductie van ijzererts omvattende een voorreductie en een eindreductie waarbij het ijzererts bij de voorreductie wordt gebracht in een smeltcyclus welk ijzererts in de smeltcyclus wordt voorgereduceerd door een reducerend procesgas afkomstig uit een onder de smeltcyclus gelegen metallurgisch vat waarin de eindreductie van het ijzererts plaatsvindt, in welk reducerend procesgas in de smeltcyclus onder toevoer van zuurstof een eerste naverbranding wordt onderhouden onder invloed waarvan het ijzererts in de smeltcyclus tenminste ten dele worden gesmolten en voorgereduceerd waarna het voorgereduceerde ijzererts naar het metallurgisch vat gaat, in welk metallurgisch vat onder toevoer van kool en zuurstof de eindreductie van het voorgereduceerde ijzererts plaatsvindt in een slaklaag waarbij een reducerend procesgas ontstaat waarin in het metallurgisch vat een tweede naverbranding wordt onderhouden waarbij het reducerend procesgas gedeeltelijk wordt naverbrand met de zuurstof alvorens het in de smeltcyclus verder wordt naverbrand, waarbij in combinatie
- de naverbrandingsgraad PCR (Post Combustion Ratio) gedefinieerd als
- $$\frac{\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}}{\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2}$$
- waarin CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>O en H<sub>2</sub> de concentraties van deze gassen zijn gemeten in het procesgas, bij de uittrede uit het metallurgisch vat ten hoogste 0,40 bedraagt en
- het kolenverbruik van het proces in afhankelijkheid van de energie-inhoud van het uit de smeltcyclus tredende procesgas ligt in het gebied van 500 tot 1000 kg per ton gereduceerd ruwijzer.

NL A 9500264

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

## WERKWIJZE VOOR HET PRODUCEREN VAN VLOEIBAAR RUWIJZER

De uitvinding heeft betrekking op een proces voor het produceren van vloeibaar ruwijzer door directe reductie van ijzererts omvattende een voorreductie en een eindreductie.

5 Processen van dit type zijn uit de praktijk bekend. Bij een bekende uitvoeringsvorm wordt het ijzererts in een reductieschacht in gefluidiseerde toestand voorgereduceerd. Bij een andere uitvoeringsvorm wordt het ijzererts in de vorm van pellets in de reductieschacht voorgereduceerd. Bij beide uitvoeringsvormen moet de temperatuur in de reductieschacht laag blijven om verweking van het ijzererts en om verstopping van de reductieschacht te voorkomen. Het voorgereduceerde ijzererts wordt daarom in vaste toestand met een temperatuur van 600-900 °C naar een metallurgisch vat gevoerd. Deze processen zijn tot nu toe niet industrieel toegepast. Het probleem daarbij is dat de naverbranding van het procesgas, dat in het metallurgisch vat ontstaat bij de eindreductie, in het metallurgisch vat hoog, dat wil zeggen tenminste 0,40 moet zijn teneinde de bij de eindreductie benodigde warmte te verschaffen. Deze warmte die boven de smelt vrijkomt komt slechts gedeeltelijk aan de smelt ten goede. Daardoor wordt een hoog kolenverbruik veroorzaakt en moet er dure laagvluchtige kool gebruikt worden. Bij deze bekende processen bevat het procesgas bij het verlaten van de reductieschacht veel voelbare warmte en chemische energie. De voelbare warmte in het procesgas kan op verschillende manieren worden benut. Het procesgas, met de chemische energie inhoud wordt hierna exportgas genoemd.

25 Een doel van de uitvinding is derhalve een proces voor het produceren van vloeibaar ruwijzer door directe reductie te verschaffen omvattende een voorreductie en een eindreductie met een lage naverbranding in het metallurgisch vat en een laag kolenverbruik.

30 Een ander doel van de uitvinding is een proces voor het produceren van vloeibaar ruwijzer door directe reductie te

9500264

verschaffen waarbij men de mate waarin exportgas wordt geproduceerd kan kiezen in afhankelijkheid van het kolenverbruik.

5 Dit wordt volgens de uitvinding bereikt door een proces voor het produceren van vloeibaar ruwijzer door directe reductie van ijzererts omvattende een voorreductie en een eindreductie waarbij het ijzererts bij de voorreductie wordt gebracht in een smeltcyclus welk ijzererts in de smeltcyclus wordt voorgereduceerd door een 10 reducerend procesgas afkomstig uit een onder de smeltcyclus gelegen metallurgisch vat waarin de eindreductie van het ijzererts plaatsvindt, in welk reducerend procesgas in de smeltcyclus onder toevoer van zuurstof een eerste naverbranding wordt onderhouden onder invloed waarvan het ijzererts in de smeltcyclus tenminste ten 15 dele worden gesmolten en voorgereduceerd waarna het voorgereduceerde ijzererts naar het metallurgisch vat gaat, in welk metallurgisch vat onder toevoer van kool en zuurstof de eindreductie van het voorgereduceerde ijzererts plaatsvindt in een slaklaag waarbij een reducerend procesgas ontstaat waarin in het metallurgisch vat een tweede naverbranding wordt onderhouden waarbij het reducerend 20 procesgas gedeeltelijk wordt naverbrand met de zuurstof alvorens het in de smeltcyclus verder wordt naverbrand, waarbij in combinatie - de naverbrandingsgraad PCR (Post Combustion Ratio) gedefinieerd als

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

25 waarin CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>O en H<sub>2</sub> de concentraties van deze gassen zijn gemeten in het procesgas bij de uittrede uit het metallurgisch vat ten hoogste 0,40 bedraagt en - het kolenverbruik van het proces in afhankelijkheid van de energie-inhoud van het uit de smeltcyclus tredende procesgas ligt in het gebied van 500 tot 1000 kg per ton geproduceerd 30 ruwijzer.

Bij dit proces wordt er meer exportgas met een grotere chemische energie inhoud geproduceerd naarmate er meer kool aan het metallurgisch vat wordt toegevoerd. In sommige gevallen wenst men exportgas te produceren. Het proces biedt daartoe de mogelijkheid.

35 Bij voorkeur ligt de naverbrandingsgraad van het procesgas bij uittrede uit het metallurgisch vat in het gebied van 0,20 tot 0,35, en bij voorkeur van 0,25 tot 0,30, en ligt bij een naverbrandingsgraad van het procesgas bij uittrede uit de

9500264

smeltcyclus van tenminste 0,70, en bij voorkeur van tenminste 0,75, het kolenverbruik in het gebied van 550 tot 750 kg kool, en bij voorkeur tot 650 kg, per ton ruwijzer. Bij dit proces wordt ruwijzer geproduceerd bij een laag kolenverbruik. Het procesgas bevat bij het verlaten van de smeltcyclus niet meer zoveel chemische energie en heeft een hoge naverbrandingsgraad.

Verrassenderwijze is gebleken, dat bij toepassing van een smeltcyclus voor de voorreductie de gestelde doelen kunnen worden bereikt. Ten opzichte van de bekendgestelde processen zijn er geen kosten voor het agglomereren van het ijzerertsconcentraat, daar het erts ongeagglomereerd in de smeltcyclus wordt gebracht, is er geen aparte reductieschacht, is de naverbrandingsgraad in het metallurgische vat lager en kan het kolenverbruik veel lager zijn. Bij het conventionele proces voor de produktie van ruwijzer met een hoogoven waaraan kool in de vorm van kooks en erts in geagglomereerde toestand wordt toegevoerd is het kolenverbruik ongeveer 650 kg per ton ruwijzer, dat wil zeggen, op hetzelfde niveau van het proces volgens de uitvinding. Er zijn bij de uitvinding echter geen kosten voor kooksfabricage en agglomereren (sinteren, pelletiseren) van erts.

Bij voorkeur wordt hoogvluchtige kool toegepast. Deze is veel goedkoper dan laagvluchtige kool. Gebleken is dat hoogvluchtige kool bij het proces volgens de uitvinding goed kan worden toegepast. Bij de bekendgestelde processen is toepassing van hoogvluchtige kool niet mogelijk wegens de hoge naverbrandingsgraad van deze processen in het metallurgisch vat.

Opgemerkt wordt, dat het uit NL 257692 bekend is om ijzerertsconcentraat in een smeltcyclus voor te reduceren. Uit deze publikatie is echter niets bekend over de naverbranding in het metallurgisch vat en over het kolenverbruik.

Bij voorkeur ligt de voorreductiegraad van het ijzererts PRD (Pre Reduction Degree) bij het verlaten van de smeltcyclus gedefinieerd als

$$1 - \frac{[0] \text{ voorgereduceerd ijzererts uit de smeltcyclus}}{[0] \text{ toegevoerd ijzererts}}$$

waarin [0] het zuurstofgehalte is, in het gebied van 0,15 tot 0,30, ligt de temperatuur van het voorgereduceerde ijzererts bij het verlaten van de smeltcyclus in het gebied van 1400-1600 °C en wordt het reducerende procesgas tussen het metallurgisch vat en de smeltcyclus niet gekoeld, ontstoft of verrijkt (reformed). Onder

9500264

deze procesomstandigheden wordt een zeer laag kolenverbruik bereikt.

Een bijzonder voordeel wordt bereikt door een proces waarbij de concentratie van de ijzerverbindingen  $Fe_xO_y$  in de slaklaag laag wordt gehouden door de kool in fijnverdeelde toestand aan de slaklaag toe te voeren. Bij de eindreductie van de ijzerverbindingen  $Fe_xO_y$  in de slak tot ruwijzer wordt de kool geoxideerd tot CO en  $CO_2$ . De eindreductie verloopt volgens een formule van het type  $R = k \times A \times C$ . Hierin is R de reactiesnelheid van de eindreductie, k een constante die echter in eerste benadering omgekeerd evenredig is met de kenmerkende, lineaire afmeting van de kooldeeltjes, A het specifieke oppervlak van de kooldeeltjes en C de concentratie van de ijzerverbindingen  $Fe_xO_y$  in de slak.

Door de fijnverdeelde toestand van de kool wordt zowel de constante k als het specifieke oppervlak A groter. Dit leidt ertoe dat de eindreductie van de uit de smeltcyloon gekomen voorgereduceerde ijzerverbindingen  $Fe_xO_y$  sneller plaatsvindt waardoor de concentratie van  $Fe_xO_y$  in de slak lager blijft. Het voordeel hiervan is dat de aantasting van de vuurvaste voering van het metallurgisch vat door de slak minder snel verloopt. Door de lage slijtage van de vuurvaste voering neemt de levensduur van de vuurvaste voering toe.

Bij voorkeur wordt de kool toegevoerd in de vorm van poederkool. Bij deze zeer fijnverdeelde toestand van de kool is de levensduur van de voering van het metallurgisch vat maximaal.

Bij voorkeur wordt de kool met een draaggas toegevoerd door middel van tenminste één in hoofdzaak in de slaklaag ondergedompelde injectielans. Hierbij wordt de kool direct aan de slaklaag toegevoerd.

In een ander opzicht wordt de uitvinding belichaamd in een Inrichting voor het produceren van vloeibaar ruwijzer door directe reductie van ruwijzer omvattende

- . een metallurgisch vat voorzien van
  - middelen voor het toevoeren van kool, bij voorkeur van kool in fijnverdeelde toestand,
  - middelen voor het toevoeren van zuurstof, en
  - middelen voor het afvoeren van ruwijzer en slak,
- . een smeltcyloon, die boven en in openverbinding met het metallurgisch vat is aangebracht, zodanig dat de smeltcyloon en het metallurgisch vat een enkele reactor vormen, voorzien van
  - middelen voor het toevoeren van ijzerertsconcentraat in

9500264

niet geagglomereerde toestand,

- middelen voor het toevoeren van zuurstof, en
- middelen voor het afvoeren van gevormd procesgas,

5 een ketel opgenomen in de middelen voor het afvoeren van het procesgas voor de produktie van stoom uit de voelbare warmte van het procesgas, met welke stoom desgewenst elektriciteit kan worden opgewekt, en

. middelen na de ketel voor het ontstoften van het procesgas.

10 Bij voorkeur bestaan daarbij de middelen voor het toevoeren van kool uit tenminste een lans voor toevoeren van poederkool met een draaggas, die in hoofdzaak reikt tot in de slaklaag en is de lans door de zijwand van het metallurgisch vat gevoerd.

De uitvinding zal worden toegelicht aan de hand van de tekening.

Fig. 1 toont een flowsheet van het proces volgens de uitvinding.

15 Fig. 2 toont bij wijze van voorbeeld het verband tussen de voelbare warmte en de chemische energie in het procesgas dat de smeltcyclus verlaat enerzijds en het kolenverbruik anderzijds.

Fig. 3 toont bij wijze van voorbeeld het werkvenster (operating window) van het proces.

20 Fig. 1 toont een smeltcyclus 1, waaraan via een toevoersysteem 2 ijzerertsconcentraat met behulp van een draaggas wordt toegevoerd. Aan de smeltcyclus 1 wordt via een toevoersysteem 3 tevens zuurstof toegevoerd. Direct onder de smeltcyclus en in open verbinding daarmee bevindt zich een metallurgisch vat 4. Het ijzererts wordt in  
25 de smeltcyclus 1 voorgereduceerd en gesmolten door een reducerend procesgas afkomstig uit het metallurgisch vat 4, in welk procesgas in de smeltcyclus 1 met de zuurstof een naverbranding wordt onderhouden. Het 15 tot 30 % voorgereduceerde en gesmolten ijzererts driipt met een temperatuur van 1400-1600 °C langs de wand 5 van de  
30 smeltcyclus 1 in het metallurgisch vat 4. In het metallurgisch vat bevindt zich tijdens bedrijf een smelt 6 van ruwijzer en daarop een slaklaag 7. Aan het metallurgisch vat wordt met een toevoersysteem 6 zuurstof en met een toevoersysteem 9 kool toegevoerd. Het voorgereduceerde ijzererts wordt met de toegevoerde kool in de  
35 slaklaag 7 eindgereduceerd waarbij een CO<sub>2</sub> en CO bevattend procesgas ontstaat dat tevens H<sub>2</sub>O en H<sub>2</sub> bevat door uit de kool afkomstige waterstof. Het procesgas wordt met de aan het metallurgisch vat 4 toegevoerde zuurstof in het metallurgisch vat gedeeltelijk tot een naverbrandingsgraad van maximaal 40 % naverbrand. De daarbij  
40 vrijkomende warmte komt met een zekere heat transfer efficiency HTE

9500264

aan de slaklaag ten goede. Het procesgas stroomt naar smeltcycloon 1, wordt daar verder naverbrand en verlaat de smeltcycloon 1 met een zekere naverbrandingsgraad. Het gesmolten ruwijzer en de slak worden bij 10 afgetapt.

5 In fig. 1 is nog aangegeven dat inertgas ter plaatse 11 door de bodem van het metallurgisch vat 4 kan worden toegevoerd om de smelt 6 te roeren.

De smeltcycloon 1 en het metallurgisch vat 4 vormen een geheel dat wil zeggen zijn direct, zonder verbindend leidingwerk met elkaar verbonden doordat de smeltcycloon 1 direct op het metallurgisch vat 4 is geplaatst.

De toevoer van zuurstof en kool aan het metallurgisch vat 4 is in fig. 1 bij wijze van voorbeeld aangegeven door middel van een centrale lans 12. Hierop zijn vele varianten denkbaar. Met name gaat, bij toevoer van de kool, niet als lumpy coal, maar in 15 fijnverdeelde toestand, de voorkeur uit naar een of meerdere lansen, bij voorbeeld door de zijwand van het metallurgisch vat 4, waarmee de fijnverdeelde kool, bij voorkeur poederkool, direct in de slaklaag wordt geïnjecteerd. Hiermee wordt de eindreductie van het 20 voorgereduceerde ijzererts in de slaklaag 7 versneld waardoor de vuurvaste voering 13 van het metallurgisch vat 4 ter plaatse van de slaklaag wordt gespaard.

Het procesgas verlaat de smeltcycloon 1 met een temperatuur van 1400-1800 °C. Deze voelbare warmte wordt in ketel 14 omgezet in 25 stoom waarmee elektriciteit kan worden opgewekt. Het aldus verkregen elektrisch vermogen is ruimschoots voldoende voor de produktie van de benodigde zuurstof. Het procesgas bevat na ketel 14 nog chemische energie waarmee eveneens elektriciteit kan worden opgewekt.

Het proces kan onder een verhoogde druk van bijvoorbeeld 3 bar 30 in de smeltcycloon 1 en het metallurgisch vat 4 worden uitgevoerd.

In fig. 1 is nog getoond dat het procesgas na de ketel 14 in een venturi scrubber 15 wordt ontstoft.

Het procesgas, dat na de ketel exportgas wordt genoemd, bevat 35 nog chemische energie, hierna te noemen exportenergie, waarvan de hoeveelheid naar behoefte kan worden gekozen door keuze van het kolenverbruik van het proces boven het kolenverbruik dat minimaal voor het produceren van het ruwijzer nodig is.

In fig. 2 is bij wijze van voorbeeld het verband getoond tussen 40 de voelbare warmte en de chemische energie in het procesgas dat de smeltcycloon verlaat enerzijds en het kolenverbruik anderzijds. Het

9500264

voorbeeld van fig. 2 geldt voor het geval dat de naverbrandingsgraad in het metallurgisch vat 25 % bedraagt en dat de heat transfer efficiency in het metallurgisch vat 80 % is. Uit de figuur blijkt dat onder deze omstandigheden de voelbare warmte in het procesgas in eerste instantie vrijwel constant en onafhankelijk is van het kolenverbruik. De chemische energie in het exportgas neemt echter toe met het kolenverbruik. De voelbare warmte in het procesgas van ca. 5 GJ per ton ruwijzer, die onvermijdelijk is, kan met een ketel worden omgezet in stoom en vervolgens in elektriciteit, die voor de produktie van de benodigde zuurstof benut kan worden. Voor de hoeveelheid chemische energie in het exportgas kan echter worden gekozen door keuze van het kolenverbruik. Het minimum kolenverbruik onder de gegeven omstandigheden bedraagt circa 640 kg per ton ruwijzer. Uit deze figuur blijkt dat anders dan bij de bekendgestelde processen, het proces volgens de uitvinding niet wordt opgescheept met een grote, ongewenste hoeveelheid exportenergie, maar dat het proces volgens de uitvinding desgewenst kan worden toegepast met een minimum kolenverbruik, zonder overmatige exportenergie.

Fig. 3 toont bij wijze van voorbeeld het werkvenster van het proces volgens de uitvinding. Het voorbeeld van fig. 3 geldt voor het geval dat het ijzererts in de smeltcyclus voor 20 % wordt voorgereduceerd en dat het voorgereduceerde ijzererts met een temperatuur van 1500 °C naar het metallurgisch vat gaat. In het voorbeeld van fig. 3 is het verband getoond tussen de heat transfer efficiency uit het metallurgisch vat en de naverbrandingsgraad in het metallurgisch vat met het kolenverbruik als parameter. Bij een lage heat transfer efficiency wordt de temperatuur van het procesgas in het metallurgisch vat te hoog; anderzijds zijn er grenzen aan de hoogste waarde van de heat transfer efficiency van het procesgas naar de slaklaag en de smelt. Bij een hoge naverbrandingsgraad wordt het procesgas in de smeltcyclus te arm; er is dan onvoldoende CO in het procesgas om 20 % voorreductie in de smeltcyclus te bereiken. Bij een lage naverbrandingsgraad wordt het kolenverbruik te hoog en wordt er te veel procesgas geproduceerd. Voor een minimaal kolenverbruik moet de naverbranding hoog zijn. In het voorbeeld van fig. 3 bedraagt het minimale kolenverbruik circa 640 kg per ton ruwijzer bij een heat transfer efficiency van circa 80 %. Daarbij is ook de naverbrandingsgraad in de smeltcyclus hoog (tenminste 70 %). Verwacht wordt dat door optimalisatie het kolenverbruik tot 500 kg

9500264

per ton ruwijzer kan worden teruggedrongen. Als er meer exportenergie verlangd wordt dan biedt het proces volgens de uitvinding de mogelijkheid exportenergie op te wekken tot circa 10 GJ per ton ruwijzer bij een kolenverbruik van ruim 900 kg per ton ruwijzer, zoals getoond in fig. 2.

5

9500264

C O N C L U S I E S

1. Proces voor het produceren van vloeibaar ruwijzer door directe  
reductie van ijzererts omfattende een voorreductie en een  
5 eindreductie waarbij het ijzererts bij de voorreductie wordt  
gebracht in een smeltcyclus welk ijzererts in de smeltcyclus  
wordt voorgereduceerd door een reducerend procesgas afkomstig  
uit een onder de smeltcyclus gelegen metallurgisch vat waarin  
de eindreductie van het ijzererts plaatsvindt, in welk  
10 reducerend procesgas in de smeltcyclus onder toevoer van  
zuurstof een eerste naverbranding wordt onderhouden onder  
invloed waarvan het ijzererts in de smeltcyclus tenminste ten  
dele worden gesmolten en voorgereduceerd waarna het  
voorgereduceerde ijzererts naar het metallurgisch vat gaat, in  
15 welk metallurgisch vat onder toevoer van kool en zuurstof de  
eindreductie van het voorgereduceerde ijzererts plaatsvindt in  
een slaklaag waarbij een reducerend procesgas ontstaat waarin in  
het metallurgisch vat een tweede naverbranding wordt onderhouden  
waarbij het reducerend procesgas gedeeltelijk wordt naverbrand  
20 met de zuurstof alvorens het in de smeltcyclus verder wordt  
naverbrand, waarbij in combinatie

- de naverbrandingsgraad PCR (Post Combustion Ratio)  
gedefinieerd als

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

waarin CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>O en H<sub>2</sub> de concentraties van deze gassen  
25 zijn gemeten in het procesgas  
bij de uittrede uit het metallurgisch vat ten hoogste 0,40  
bedraagt en

- het kolenverbruik van het proces in afhankelijkheid van de  
energie-inhoud van het uit de smeltcyclus tredende  
30 procesgas ligt in het gebied van 500 tot 1000 kg per ton  
geproduceerd ruwijzer.

2. Proces volgens conclusie 1, waarbij de naverbrandingsgraad van  
het procesgas bij uittrede uit het metallurgisch vat ligt in het  
35 gebied van 0,20 tot 0,35, en bij voorkeur van 0,25 tot 0,30 en  
waarbij bij een naverbrandingsgraad van het procesgas bij  
uittrede uit de smeltcyclus van tenminste 0,70, en bij voorkeur  
van tenminste 0,75, het kolenverbruik ligt in het gebied van 550

tot 750 kg, en bij voorkeur tot 650 kg, kool per ton ruwijzer.

3. Proces volgens conclusie 1 of 2, waarbij de kool een hoogvluchtige kool is.

5

4. Proces volgens conclusie 1-3, waarbij de voorreductiegraad van het ijzererts PRD (Pre Reduction Degree) bij het verlaten van de smeltcyclus gedefinieerd als

$$1 - \frac{[0] \text{ voorgereduceerd ijzererts uit de smeltcyclus}}{[0] \text{ toegevoerd ijzererts}}$$

waarin [0] het zuurstofgehalte is

10

ligt in het gebied van 0,15 tot 0,30.

5. Proces volgens conclusie 1-4, waarbij de temperatuur van het voorgereduceerde ijzererts bij het verlaten van de smeltcyclus ligt in het gebied van 1400-1600 °C.

15

6. Proces volgens conclusies 1-5, waarbij het reducerende procesgas tussen het metallurgisch vat en de smeltcyclus niet wordt gekoeld, ontstoft of verrijkt (reformed).

20

7. Proces volgens conclusie 1-6, waarbij de concentratie van de ijzerverbindingen  $Fe_xO_y$  in de slaklaag laag wordt gehouden door de kool in fijnverdeelde toestand aan de slaklaag toe te voeren.

25

8. Proces volgens conclusie 1-7, waarbij de kool wordt toegevoerd in de vorm van poederkool.

30

9. Proces volgens conclusie 1-8, waarbij de kool met een draaggas wordt toegevoerd door middel van tenminste één in hoofdzaak in de slaklaag ondergedompelde injectielans.

10. Inrichting voor het produceren van vloeibaar ruwijzer door directe reductie van ruwijzer omvattende

. een metallurgisch vat voorzien van

- middelen voor het toevoeren van kool, bij voorkeur van kool in fijnverdeelde toestand,
- middelen voor het toevoeren van zuurstof, en
- middelen voor het afvoeren van ruwijzer en slak,

35

. een smeltcyclus, die boven en in openverbinding met het

9500264

metallurgisch vat is aangebracht, zodanig dat de smeltcyclus en het metallurgisch vat een enkele reactor vormen, voorzien van

- 5 - middelen voor het toevoeren van ijzerertsconcentraat in niet geagglomererde toestand,
- middelen voor het toevoeren van zuurstof, en
- middelen voor het afvoeren van gevormd procesgas,
- 10 . een ketel opgenomen in de middelen voor het afvoeren van het procesgas voor de produktie van stoom uit de voelbare warmte van het procesgas, met welke stoom desgewenst elektriciteit kan worden opgewekt, en
- . middelen na de ketel voor het ontstoffen van het procesgas.

11. Inrichting volgens conclusie 10, waarbij de middelen voor het toevoeren van kool bestaan uit tenminste een lans voor toevoeren van poederkool met een draaggas, die in hoofdzaak reikt tot in de slaklaag.

12. Inrichting volgens conclusie 11, waarbij de lans door de zijwand van het metallurgisch vat is gevoerd.

9500264

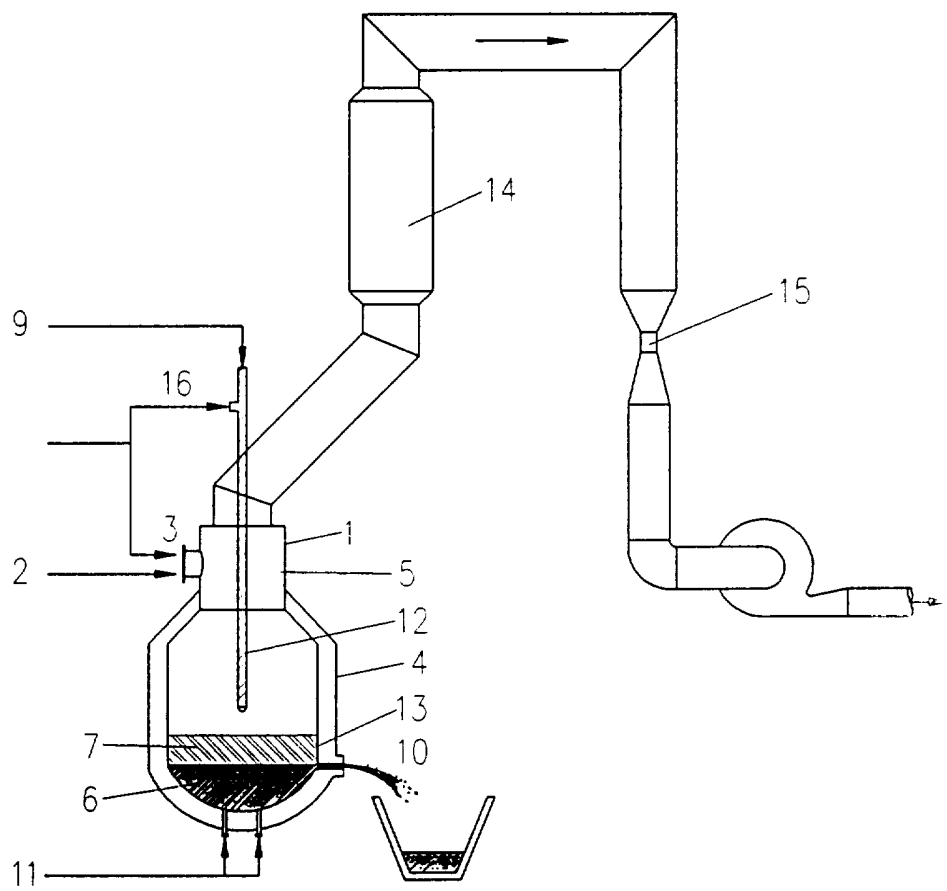


Fig.1

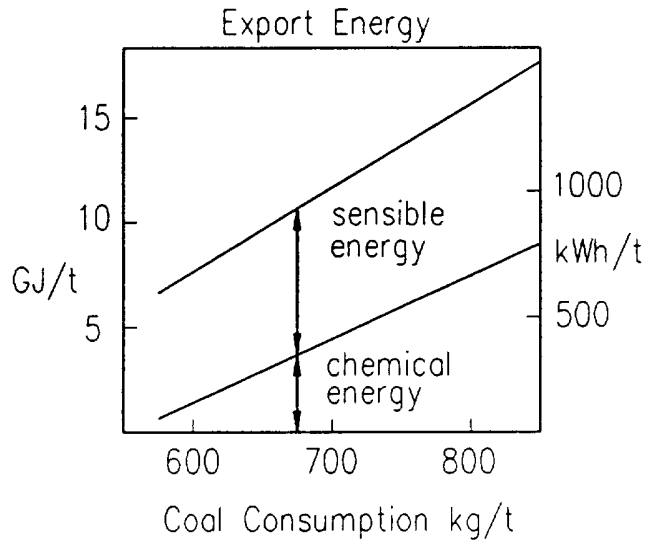


Fig.2

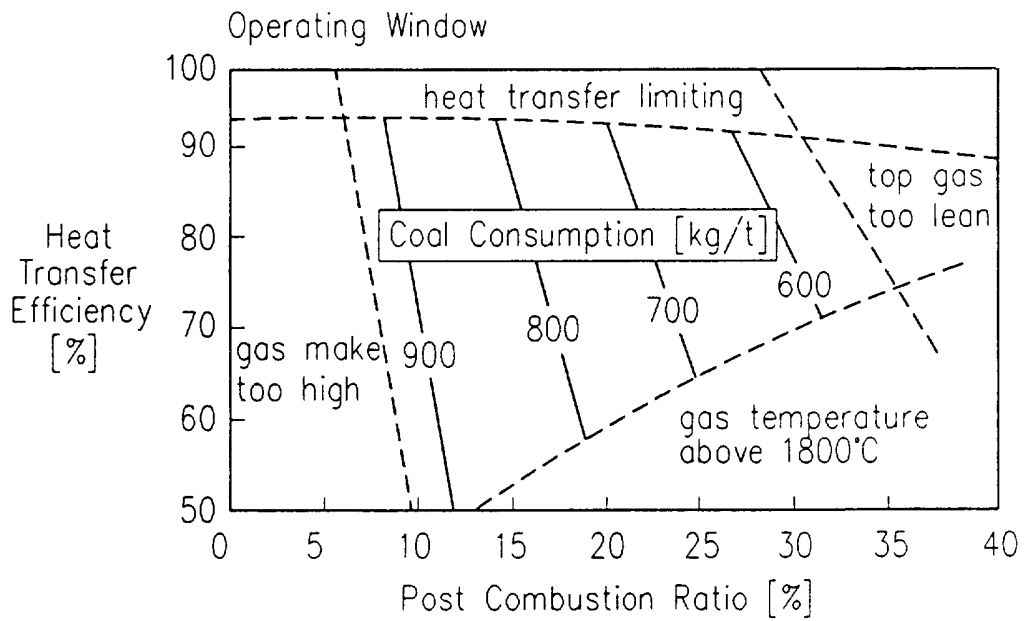


Fig.3