



(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) NO

(11) **178655**

(13) B

(51) Int Cl<sup>6</sup> A 62 D 3/00

**Styret for det industrielle rettsvern**

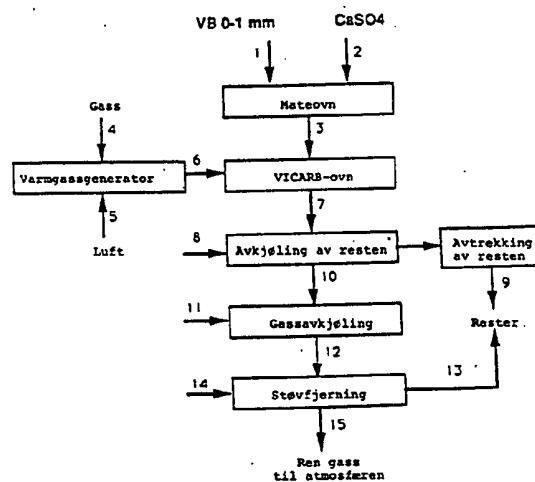
(21) Søknadsnr 912121 (86) Int. inng. dag og søknadsnummer  
(22) Inng. dag 03.06.91  
(24) Løpedag 03.06.91 (85) Videreføringssdag  
(41) Alm. tilgj. 06.01.92 (30) Prioritet 04.07.90, FR, 9009174  
(44) Utlegningsdato 29.01.96

(71) Patentsøker Aluminium Pechiney, Immeuble Balzac, 10, place des Vosges, la Défense 5, F-92400 Courbevoie, FR  
(72) Oppfinner Eric Barrillon, Meylan, FR  
Pierre Personnet, Saint Jean de Maurienne, FR  
Jean-Claude Bontron, Aix en Provence, FR  
(74) Fullmektig Jan E. Helgerud, Bryns Patentkontor AS, Oslo

(54) Benevnelse **Frengangsmåte for varmebehandling, etter oppmaling, av brukte utføringer fra Hall-Heroult elektrolyseceller**

(56) Anførte publikasjoner US 4763585

(57) Sammendrag En termisk sjokkbehandling i en reaktor av et oppmalt brukt utføringsmateriale, fortrinnsvis fra Hall-Heroult elektrolyseceller, bestående både av karbonholdige produkter og silikoaluminøse produkter impregnert med fluorholdige mineralforbindelser, blandet med et pulverformig mineraladditiv i stand til varm-avbinding, med eller uten smelting, med de fluorholdige impregneringsforbindelser for derved å danne nye stabile og uopløselige forbindelser som  $\text{CaF}_2$ , binære, ternære eller kvaternære forbindelser av  $\text{NaF}$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , av nephelit, hauynit eller en tilsvarende type.



Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte for varmebehandling, etter oppmaling, av brukte utforinger, særlig slike som oppnås fra Hall-Heroult elektrolyseceller, og i nærvær av et pulverformig materiale.

5 Det skal her henvises til at et aluminium fremstillingsanlegg med en kapasitet på 240 000 tonn pr. år produserer ca. 4000 tonn pr. år brukte belegg, belegg som består av karbonholdige katodeblokker, tetningsmateriale og sideutforinger fremstilt  
10 av karbonholdige spill, såvel som ildfaste materialer og isoleringsmidler på sideveggene og bunnen av metallkammeret som utgjør elektrolysecellen. Etter bruk er disse foringsmaterialer meget impregnert med skadelige materialer som heksafluoraluminat eller natriumfluorider så vel som  
15 cyanider, som må gjøres uoppløselige eller ødelegges før de slippes ut eller brukes om igjen.

Prosesser for behandling av gamle eller brukte utforinger ved en våtmetode er allerede beskrevet og omfatter oppmaling  
20 fulgt av utlutning ved bruk av for eksempel en alkalisk oppløsning, se for eksempel US-PS 4 052 288 eller 4 113 831.

Disse prosesser som involverer bruken av stor-skalautstyr er begrenset til en enkel behandling av de karbonholdige deler  
25 av utforingene som på forhånd på separeres fra de ikke-karbonholdige deler som dannes av ildfaste materialer og isolasjonsmidler.

Termiske behandlingsprosesser er også kjent, disse benytter  
30 generelt et hvirvelsjikt og er enten basert på en pyrohydrolyse ved over 1000°C av de brukte belegg i henhold til US-PS 4 065 551 eller 4 113 832 og 4 116 809, eller forbrenning i luft eller i en oksyderende atmosfære av de karbonholdige elementer ved en temperatur på ca. 800°C som nemlig er  
35 tilstrekkelig for dekomponering av cyanidene uten at dette fører til noen vesentlig avgivelse av flyktige fluorholdige forbindelser i henhold til US-PS 4 053 375 eller det som er

beskrevet i en artikkel av L.C.Blayden og S.G.Epstein i "Journal of Metals", juli 1984, side 24.

Alle prosesser og apparaturer som er basert på den termiske prosedyre er begrenset i sine muligheter av arten og sammensetningen av utforingene som skal behandles. På grunn av smeltingen av visse autektiske forbindelser som dannes under forbrenningen har nemlig partiklene i utforingene en høy tendens til agglomerering. Det blir hurtig umulig å unngå deres agglomerering og, som et resultat, å opprettholde et hvirvelsjikt og a fortiori et tett sjikt hvis forbrenningen for eksempel gjennomføres i en rotasjonsovn med lang oppholdstid. Dette agglomereringsfenomen som allerede er betydelig når det gjelder utforingscharger som kun består av karbonholdige produkter, aksentueres sterkt når det gjelder charger som inneholder ildfaste oksyder og spesielt silisiumdioksyd hvis vektinnhold ikke må overskride 3 eller 4 %, slik det fremgår av en artikkel av E.R. Cutshall og L.O. Daley i "Journal of Metals", november 1986, side 37, tabell II.

Varianten som består i å utføre forbrenningen i en sirkulasjonshvirvelsjiktreaktor som beskrevet i "Technical Paper", nr. A 87-14, "The Metallurgical Society of AIME", side 3, 1987, "AIME Annual Meeting", eller US-PS 4 763 585, gjør det lettere å kontrollere agglomereringsproblemet. Således blir i '585 karbonholdige utforinger blandet med en ytterligere bestanddel av finoppmalte ildfaste oksyder, anbragt i en sirkulasjonshvirvelsjiktreaktor. Dette additiv må forbli inert under forbrenningen, det vil si at det hverken må reagere eller smelte i kontakt med det karbonholdige spill ved den generelt valgte temperatur mellom 760 og 1200°C. Som en funksjon av størrelsen av de oppmalte oksydpartikler kan oppholdstiden i reaktoren varierer mellom noen sekunder og en time. Belegget på de karbonholdige foringspartikler med pulverformig ildfast additiv forhindrer at overflatene av partiklene kleber sammen under forbrenningen i luft. Nok en gang blir problemet med agglomerering kun løst i den grad

behandlingen skjer på karbonholdige utforinger eller i det minste de som oppnås fra utforinger med meget lavt silisiumdioksyd-innhold, det vil si de som i det vesentlige er basert på aluminiumoksyd og hvis levetid ligger godt under de til  
5 moderne, forformede silikoaluminoforinger.

Når man vet at disse brukte utforinger inneholder betydelige mengder fluorholdige derivater (opp til 200 kg fluor/tonn), natriumprodukter (opp til 200 kg natrium/tonn), ikke  
10 neglisjerbare mengder cyanider (opp til 10 kg/tonn) og at disse omgivelsesfarlige elementer finnes både i den karbonholdige del av den indre utforing av elektrolysecellen og i den del av det silikoaluminøse blokkverk som utgjør den termiske isolasjonsutforing i moderne celler, har det vist  
15 seg nødvendig å utvikle en industriell prosess som er i stand til å behandle brukte utforinger under økonomiske betingelser, uansett silisium-innhold, og som tilbyr total sikkerhet for omgivelsene, det vil si som under behandlingen sikrer en total dekomponering av cyanidene og en så og si total  
20 uopløseliggjøring av fluoridene.

Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen består av kort, heftig oppvarming av de brukte utforinger ved en temperatur som er tilstrekkelig til å tillate dekomponering av cyanidene og  
25 fortrinnsvis i nærvær av et reaktivt pulverformig additiv som er i stand til kjemisk avbinding med de fluorholdige produkter som impregnerer utforingene, for å danne stabile og uopløselige forbindelser som  $\text{CaF}_2$ , binære, ternære eller kvaternære forbindelser av  $\text{NaF}$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  
30  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , av nephelitt-typen, hauynitt- eller tilsvarende type.

I henhold til dette angår foreliggende oppfinnelse en fremgangsmåte av den innledningsvis nevnte art og denne  
35 fremgangsmåte karakteriseres ved at det tildannes en grundig blanding av de oppmalte utforinger, med en partikkelstørrelse mindre enn 5  $\mu\text{m}$ , bestående både av karbonholdige produkter og

silikoaluminøse produkter impregnert med fluorholdige mineralforbindelser, og av et pulverformig mineraladditiv, fortrinnsvis vannfri  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaO}$  eller en blanding derav, i stand til varmvbinding, med de fluorholdige mineralfor-

- 5 bindelser for å danne nye, stabile og uoppløselige forbindelser, hvorved:
- blandingen injiseres til en gass-strøm som sirkulerer i den øvre del av en reaktor ved en temperatur  $T$  mellom 1100 og 1800°C;
  - 10 - kontakttiden for de faste partikler i blandingen med den sirkulerende gass-strøm reguleres til mellom 0,3 og 3 sekunder på en slik måte at partiklene når en temperatur  $t$  på minst 750°C før deres ekstrahering fra bunnen av reaktoren med gass-strømmen;
  - 15 - temperaturen i gass-strømmen, målt ved bunnen av reaktoren, holdes ved en referanseverdi  $T_0$  slik at  $T > T_0 \geq t$ ; og
  - gass-strømmen, ved reaktorutløpet og etter avkjøling, separeres fra de faste partikler og oppnås i form av en
  - 20 uoppløselig rest.

Under forsøk som er gjennomført med henblikk på å utvikle en termisk prosess for nøytralisering av forurensende bestand-

25 deler inneholdt i brukte celleutføringer og spesielt destruering av cyanider (opp til 1 vekt-%) og uoppløseliggjøring av de fluorholdige forbindelser (opp til 20 vekt-% fluor), hovedsaklig alkalimetall- og jordalkalimetallfluorider som  $\text{NaF}$ ,  $\text{CaF}_2$  og  $\text{AlF}_3$ , ble det bekreftet at hovedvanskeligheten var forhindringen av dette agglomereringsfenomen som er spesielt sensitivt når de brukte

30 utføringer inneholder natrium eller silisium (generelt som  $\text{SiO}_2$ ), hvis vektinnhold kan nå 20 henholdsvis 25 %.

De vesentlige karakteristika ved fremgangsmåten ifølge

35 oppfinnelsen er basert på det funn at det er mulig, uten noen agglomerering av brukt utføringscharge som kunne være utsatt for smelting av partiklene, å gjennomføre forurensnings-

fjerningsreaksjonene bestående av destruering av cyanidene og uopløseliggjøring av de fluorholdige impregneringsforbindelser ved kjemisk rekombinasjon og spesielt med additivet. Dette oppnås ved å danne et termisk eller et varmesjokk på de faste partikler i blandingen som plutselig bringes i kontakt i løpet av et meget kort tidsrom på ca. 0,3 til 3 sekunder, med en gass-strøm ved en temperatur T, fortrinnsvis fiksert mellom 1200 og 1700°C. Varmgass-strømmen er produktet av forbrenningen av en brenselgass som metan, butan eller naturgass, i nærvær av luft, oksygen eller en blanding derav. Det således dannede termiske sjokk tillater dekomponering av cyanidene og den kvasiøyeblikkelige rekombinering av de fluorholdige impregneringsmidler mens temperaturen i de faste partikler forblir under den til gass-strømmen og generelt forblir mellom 800 og 1200°C. Mykningen av de faste partikler ved partiell smelting, forbundet med dannelselse av smeltbare eutectiske forbindelser, er ikke skadelig forutsatt at enhver forlenget kontakt eller klebing mellom partiklene forhindres ved å sikre tilstrekkelig omrøring eller agitering i reaksjonskammeret. Dette oppnås ved å regulere hastigheten for gass-strømmen til en tilstrekkelig verdi og til minst 1 m/sek. ved den angjeldende behandlingstemperatur.

I tillegg til temperaturen T og gass-strømningshastigheten som kondisjoneres ved å regulere brennstoff- og forbrennings-understøttende gass-strømningshastigheter, er det også mulig å fikserte den midlere oppholdstid for partiklene i reaksjonskammeret. Det antatte området på 0,3 til 3 sekunder er det beste kompromiss for en effektiv behandling av utforinger med sterkt differerende sammensetninger innenfor de akseptable maksimale innholdsgrenser ( $\text{Na} \leq 20 \%$  og  $\text{Si} \leq 25 \%$ ), noe som krever en oppvarming av partiklene i blandingen til minst 750°C og fortrinnsvis til mellom 800 og 1200°C, for å sikre tilstrekkelig kinetikk av rekombineringsreaksjonene uten å forårsake noen markert smelting av partiklene med risikoen for agglomerering. Oppholdstiden for partiklene er ikke bare

en funksjon av hastigheten for sirkulasjonsgass-strømmen men også mere teknologisk parametre som dimensjonene for det generelt koniske eller sylindrokoniske reaksjonskammer så vel som bevegelsesveien for den sirkulerende gass-strøm forbundet med den valgte innsprøytningsmetode, for eksempel de gitte karakteristika for injektoren.

Tilpasningen av egenskapene for blandingen og spesielt sammensetningen og kornstørrelsen er også vesentlig for gjennomføring av prosessen. Således blir de brukte utføringer oppmalt for å oppnå partikler med en egnet størrelse under 5 mm og fortrinnsvis under enn 2 mm. I tillegg benytter man fortrinnsvis kaolin, vannfri  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaO}$  eller en blanding derav som pulverformig mineraladditiv som iblandes de oppmalte utføringer i en vektandel på 0 til 50 % av den ferdige blanding og i stand til kjemisk avbinding med impregneringsproduktene, spesielt med fluorider for å danne stabile og uopløselige forbindelser, og som utgjør en lett tilgjengelig og rimelig reaktant-materialmengde. For å øke reaktiveten i det pulverformige additiv med kornstørrelse mellom 0 og 1 mm er det hensiktsmessig grundig å blande den med oppmalt utforing, og en fordelaktig variant med henblikk på fremstilling av blandingen kan bestå av innføring av additivet i den grovoppmalte utforing og å fullføre oppmalingen av blandingen inn til den ønskede kornstørrelse er oppnådd for utforingspartiklene.

Alle disse parametre er undersøkt og fastlagt ved forsøk og det har under gjennomføring av oppfinnelsen vist seg nødvendig å kunne være i stand til kontinuerlig og nøyaktig å undersøke varmebehandlingen av store mengder av brukt utforing for å sikre en meget pålitelig og driftsmessig fleksibel prosess i industriell målestokk. Ved hjelp av et faststoff/gass-strøm veksel-system mellom reaktorinnløpet og -utløpet er det mulig å stabilisere reaktordriftsbetingelsene ved å holde en ønsket verdi  $T_0$  for temperaturen i gass-strømmen, målt før utslippet fra reaktorkammeret i den nedre

del av reaktoren. For dette formål er det tilstrekkelig å modifisere, som en funksjon av temperaturvariasjonene sammenlignet med den ønskede temperatur  $T_0$ , enten vektstrømningsmengden for den pulverformige blanding som sprøytes inn i reaktoren, eller temperaturen i gass-strømmen i den øvre del av reaktoren ved å regulere brensel-gass-strømnings-  
5 hastigheten. Disse prosedyrer for kontinuerlig sjekking og regulering av varmebehandlingen av den brukte utforing er kun effektiv hvis utstyret som benyttes og spesielt reaktoren med sin injektor, er egnet tilpasset, slik tilfellet er med den  
10 apparatur som er fremstilling av VICARB og som benyttes for å gjennomføre den foretrukne versjon av foreliggende fremgangs-  
måte.

15 Til slutt blir gass-strømmen som er beladet med faste partikler trukket av fra bunnen av reaktoren eller, etter avkjøling av gass-strømmen, separert fra de faste partikler som utgjør en uoppløselig rest, mens den støvbefridde gass-strøm slippes ut til atmosfæren etter oppsamling av de små  
20 mengder fluorholdige gasser inneholdt deri.

Effektiviteten ved uoppløseliggjøringsbehandlingen undersøkes ved å ta prøver fra resten å utlute disse i henhold til fransk standard X31-210. CN- og F-doseringene skjer på  
25 utlutede væsker, de oppløseliggjorte fluor- og cyanidinnhold relatert til vekten av resten må forbli under 0,01 henholdsvis 0,05 til 0,3 %, som en funksjon av de gjeldende nasjonale standarder.

30 Fremgangsmåten vil forstås bedre under henvisning til denne ledsagende beskrivelse på basis av flytskjemaet i figur 1.

Denne pulverformige blanding inneholdende minst 50 vekt-% oppmalt utforing (1) med en kornstørrelse 0 til 1 mm og  
35 hvortil det er satt vannfri  $\text{CaSO}_4$  (2) eller kaolin eller  $\text{CaO}$  eller en blanding derav, ekstraheres fra bunnen av en lagringsbinge ved hjelp av en transportskruedoserings-

innretning med variabel omdreiningshastighet. Denne skrue-doseringsinnretningen er forbundet (3) med den øvre del av en sylindrisk reaktor av VICARB-typen utstyrt med en gass-injektor og i overenstemmelse med den som er beskrevet i EP 0 171 316, og som tjener som en generator for gass-strømmen ved en temperatur T som fortrinnsvis er mellom 1200 og 1700°C ved å regulere forbrenningen av blandingen av brenngassen 4 og luftten 5. I tillegg må den pulverformige blanding hvis strømningshastighet i det foreliggende tilfelle kan varieres ved hjelp av den regulerbare skrudoseringsinnretning til mellom 50 og 300 kg/time, danne en suspensjon med gass-strømmer hvis konsentrasjon er mellom 0,1 og 1,5 kg/Nm<sup>3</sup> og fortrinnsvis mellom 0,15 og 1 kg/Nm<sup>3</sup>.

Den doserte pulverformige blanding 3 sprøytes inn i sentrum av en hvirvel dannet av varmgass-strømmen 6 som kommer tangensialt inn på toppen av det sylindriske reaksjonskammer og som gis en hvirvelbevegelse. For å oppnå en god dispersjon av blandingspartiklene i gass-strømmen og en god omrørings-virkning blir hastigheten for strømmen regulert til 6 m/sek. og, tatt i betraktning dimensjonene for reaktorkammeret (diameter 0,25 m og høyde 3 m), er den tilsvarende oppholdstid 0,5 sek. Som en funksjon av den valgte temperatur T ved reaktorinnløpet og som generelt er mellom 1200 og 1700°C og for en midlere oppholdstid på ca. 0,5 sek. for de faste partikler, hvis vektstrømningshastighet kan variere mellom 50 og 300 kg/t, oppnås det en temperatur på minst 750°C og generelt mellom 800 og 1200°C for de faste partikler før deres utslipp fra reaktor og avkjøling. Den parallelle sjekking av gass-strømtemperaturen T<sub>0</sub> som måles i den samme sone viser at T<sub>0</sub> varierer på samme måte som T mellom 800 og 1200°C som en funksjon av de termiske driftsbetingelser som velges og i henhold til ligningen  $T > T_0 \geq t$ . Når verdien T<sub>0</sub> for eksempel er fiksert til 850°C blir variasjonene i temperaturen  $\Delta T$  sammenlignet med denne referanseverdi, korrigert ved tilpasning av strømningshastigheten for det pulverformige materialet som sprøytes inn ved hjelp av

mateskruen til en variabel rotasjonshastighet avhengig av en innretning for måling og notering av temperaturvariasjoner større enn +5°C sammenlignet med referansetemperaturen T<sub>0</sub> = 850°C.

5

For å begrense risikoen for at partikler skal klebes til den indre vegg av det sylindriske reaktorkammer, hvis temperatur lokalt kan overskride 1200°C, er det fordelaktig å avkjøle disse veggene, for eksempel ved luftblåsing av den ytre vegg.

10

Ved utløp fra reaktoren blir gass-strømmen (7) separert fra de faste partikler som så avkjøles og fanges og faller ned i en vannretensjonstank (8) som er anbragt under reaktoren i forlengelse av reaksjonskammeret. En første fast rest oppnås etter ekstrahering fra denne tank. Gass-strømmen 100 kanaliseres mot en vannfordampningsavkjølingsinnretning (11) der den avkjøles (12) til ca. 70 til 80°C før den trer inn i et vanddryppefilter 17 for å få støvet 13 fjernet og dette utgjør en andre fast rest, før utslipp til atmosfæren 15.

20

De to faste rester fra den dobbelte gass/faststoffseparering i forbindelse med en dobbelt-avkjøling, blandes og den siste rest underkastes en deforurensningskontroll, nemlig en undersøkelse på CN- og F-innholdet på basis av restprøver som tas og utlutes i henhold til den ovenfor nevnte franske standard X31-210.

25

Oppfinnelsen skal illustreres ved de følgende eksempler.

Eksemplene angår 4 sammensetninger av homogene 100 kg's blandinger med en kornstørrelse på 0 til 1 mm oppnådd ved bruk av oppmaling av utføringer med følgende vektinnhold:

Na % = 14,0	F % = 9,14
Si % = 11,0	CN % = 0,08

35

Disse utføringer ble suksessivt blandet med de følgende additiver:

Eksempel 1	vannfri CaSO <sub>4</sub> (anhydritt)
Eksempel 2	CaO
Eksempel 3	kaolin + vannfri CaSO <sub>4</sub>
Eksempel 4	intet additiv.

5

Hoveddriftsbetingelsene og resultatene for forurensningsfjerningsprøvene er gitt i de følgende tabeller.

TABELL 1

Eksempel nr.		1	2	3	4
Total utgangsblending	kg	1000	1000	1000	1000
hvorav:					
gammel utforing	kg	600	600	500	1000
additiv:vannfri CaSO <sub>4</sub>	kg	400	0	100	0
kaolin	kg	0	0	400	0
CaO	kg	0	400	0	0
<u>Varmebehandling</u>					
Blandingsstrømnings-	kg/t	136,4	214,3	107,1	54,5
hastighet					
Gass-strømmer Temperatur	°C				
Høy	T	1400	1500	1400	1600
Lav	T	850	850	850	1200
Gass-strømnings-					
hastighet	m/s	6	6	6	8
Midlere oppholdstid i sekunder		0,5	0,5	0,5	0,5

Forurensningsgjerning for resten

Utseende		pulver	pulver	pulver	pulver
Totalt utlutbart CN	%	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Totalt utlutbart F	%	0,05	0,17	0,41	0,31

30

Det er en utmerket fjerningsgrad for forurensninger i resten med blandingene som benytter spesielt vannfri CaSO<sub>4</sub> og CaO under additiver under industrielle varmebehandlingsbetingelser.

35

P a t e n t k r a v

1.

5 Fremgangsmåte for varmebehandling, etter oppmaling, av brukte utføringer, særlig slike som oppnås fra Hall-Heroult elektrolyseceller, og i nærvær av et pulverformig additiv, k a r a k t e r i s e r t v e d at det tildannes en grundig blanding av de oppmalte utføringer, med en partikkelstørrelse mindre enn 5  $\mu\text{m}$ , bestående både av karbonholdige 10 produkter og silikoaluminøse produkter impregnert med fluorholdige mineralforbindelser, og av et pulverformig mineraladditiv, fortrinnsvis vannfri  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaO}$  eller en blanding derav, i stand til varmvbinding, med de fluorholdige mineralforbindelser for å danne nye, stabile og 15 uopløselige forbindelser, hvorved:

- blandingen injiseres til en gass-strøm som sirkulerer i den øvre del av en reaktor ved en temperatur  $T$  mellom 1100 og 1800°C;
- kontakttiden for de faste partikler i blandingen med den 20 sirkulerende gass-strøm reguleres til mellom 0,3 og 3 sekunder på en slik måte at partiklene når en temperatur  $t$  på minst 750°C før deres ekstrahering fra bunnen av reaktoren med gass-strømmen;
- temperaturen i gass-strømmen, målt ved bunnen av reaktoren, holdes ved en referanseverdi  $T_0$  slik at  $T > T_0 \geq t$ ; 25 og
- gass-strømmen, ved reaktorutløpet og etter avkjøling, separeres fra de faste partikler og oppnås i form av en uopløselig rest. 30

2.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at de fluorholdige impregneringsforbindelser hovedsaklig er alkalimetall- og jordalkalimetallfluorider som 35  $\text{NaF}$ ,  $\text{CaF}_2$  og  $\text{AlF}_3$ .

3.

Frengangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t  
v e d at, i den behandlede utforing, er det maksimale  
vektinnhold av fluor, cyanid, silisium henholdsvis natrium  
5 20, 1, 25 %.

4.

Frengangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t  
v e d at størrelsen av de brukte utforingspartikler etter  
10 oppmaling innstilles til mindre enn 2 mm.

5.

Frengangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t  
v e d at størrelsen av additivpartiklene er lik eller under  
15 1 mm.

6.

Frengangsmåte ifølge krav 1 eller 5, k a r a k t e r i -  
s e r t v e d at additiv-vektandelen i blandingen ligger  
20 mellom 0 og 50 %.

7.

Frengangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t  
v e d at temperaturen T for gass-strømmen som dannes av  
25 brennstoff-gassen som sirkulerer i den øvre del av reaktoren  
er fiksert til mellom 1200 og 1700°C.

8.

Frengangsmåte ifølge krav 1 eller 7, k a r a k t e r i -  
30 s e r t v e d at gass-strømmen ved temperaturen T  
sirkulerer ved en hastighet på minst 1 m/sek.

9.

Frengangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t  
35 v e d at temperaturen T i partiklene ved bunnen av  
reaktoren og før avtrekking er mellom 800 og 1200°C.

10.

Frengangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t  
v e d at pulverformige blanding som injiseres i reaksjonen  
sammen med den sirkulerende gass-strøm danner en suspensjon  
5 hvis konsentrasjon er mellom 0,1 og 1,5 kg/Nm<sup>3</sup> og fortrinns-  
vis mellom 0,15 og 1 kg/Nm<sup>3</sup>.

11.

Frengangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t  
10 v e d at referansetemperaturen  $T_0$  er mellom 800 og 1200°C.

12.

Frengangsmåte ifølge kravene 1 eller 11, k a r a k t e r i -  
s e r t v e d at referansetemperaturen  $T_0$  opprettholdes  
15 ved å justere vektstrømningshastigheten av den pulverformige  
blanding som injiseres i gass-strømmen ved temperaturen  $T$ .

13.

Frengangsmåte ifølge krav 12, k a r a k t e r i s e r t  
20 v e d at pulverblandingsvektstrømningen justeres ved å  
varierte hastigheten for mateskruen avhengig av innretningen  
for kontroll av temperaturvariasjonene  $\Delta T$  for gass-strømmen,  
ved bunnen av reaktoren og relativt til  $T_0$ .

25 14.

Frengangsmåte ifølge krav 1 eller 11, k a r a k t e r i -  
s e r t v e d at referansetemperaturen  $T_0$  holdes ved å  
justere strømningshastigheten for brennstoffgassen som  
kondisjonerer gass-strømtemperaturen til konstant vekt-  
30 strømningshastighet for den pulverformige blanding.

15.

Frengangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t  
v e d at den pulverformige blanding injiseres til sentrum  
av en hvirvel som dannes ved å sirkulere varmgass-strømmen  
5 som trer inn tangensialt ved toppen av reaktoren og som gis  
en hvirvelbevegelse.

16.

Frengangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t  
10 v e d at den uoppløselige rest fra varmebehandlingen av  
blandingen oppnås etter en dobbelt gass/faststoff-separering  
forbundet med en dobbelt avkjøling.

15

20

25

30

35

FIG. 1

