



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **301131**

(13) B1

(51) Int Cl<sup>6</sup> C 10 K 1/02, 1/04, B 01 D 53/08

## Patentstyret

---

(21) Søknadsnr	912596	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	02.07.91	(85) Videreføringssdag	
(24) Løpedag	02.07.91	(30) Prioritet	20.07.90, DE, 4023060
(41) Alm. tilgj.	21.01.92		
(45) Meddelet dato	15.09.97		
(73) Patenthaver	Metallgesellschaft AG, Reuterweg 14, D-60323 Frankfurt am Main, DE		
(72) Oppfinner	Martin Hirsch, Friedrichsdorf, DE Wolfgang Frank, Eschborn, DE Manfred Heil, Obermörlen, DE		
(74) Fullmektig	Kari O. Hanssen, Bryns Patentkontor AS, 0106 OSLO		

---

(54) Benevnelse **Fremgangsmåte for avkjøling av varme prosessgasser**

(56) Anførte publikasjoner Ingen

(57) Sammendrag En fremgangsmåte for avkjøling av varme prosessgasser omfatter at disse ledes inn i et med kjøleelementer utrustet stasjonært virvelsjikt som er tildannet ring- og trauformet. Fluidiseringsgass føres til virvelsjiktet via trauets tilstrømningsbunn. Prosessgassen føres inn i virvelsjiktet via den sentrale åpning.

Avkjølt faststoff renner ut av virvelsjiktet via den indre kant av trauet i prosessgasstrømmen og rives med av denne til støvrommet over overflaten av virvelsjiktet. Det i støvrommet utskilte faststoff faller tilbake til det ringformede virvelsjikt og den avkjølte gass som inneholder resten av faststoffet føres inn i en med kjøleflater utstyrt gasskjøler. Den fra den øvre del av gasskjøleren uttredende gass føres inn i en støvutskiller og det utskilte faststoff føres tilbake til det stasjonære virvelsjikt.

Foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte til kjøling av varme prosessgasser, hvorved prosessgassene ledes inn i et med kjøleelementer utrustet stasjonært virvelsjikt, i et støvrom over virvelsjiktet fraskilles en del av de i 5 gasstrømmen suspenderte faststoffene og faller tilbake i virvelsjiktet, og fra avgassen fraskilles faststoff i en støvfraskiller og ledes tilbake i virvelsjiktet.

Ved mange prosesser dannes varme prosessgasser hvis kjøling 10 medfører betydelige problemer. Følgelig kan prosessgasser inneholde kondenserbare bestanddeler eller medrevne flytende dråper, for eksempel metaller eller slagg, som ved avkjøling fører til avsetninger på kjøleflatene. Prosessgassene kan inneholde finstøv med dårlige flytegenskaper, som allerede 15 ved prosessgastemperaturen eller ved avkjøling også fører til avsetninger. Videre kan prosessgassene inneholde SO<sub>3</sub>, eller SO<sub>3</sub> kan dannes ved avkjølingen og det inntreer en uønsket sulfatisering.

20 Fra DE-PS 34 39 600 er det kjent en fremgangsmåte til kjøling av prosessgasser fra forgasningen av karbonholdige faststoffer, hvorved den varme prosessgassen ledes inn i et stasjonært virvelsjikt av svovelbindende faststoffer og avkjøles der. I virvelsjiktet er det anordnet kjøleelementer som 25 gjennomstrømmes av et kjølemedium. Som fluidiseringsgass tilbakeføres en delstrøm av den fra virvelsjiktreaktoren uttredende prosessgassen. Prosessgassen føres inn fra siden eller ovenfra i virvelsjiktet. Støvet fjernes fra den fra virvelsjiktet uttredende, avkjølte prosessgassen i en syklon, 30 avkjøles videre i en varmeveksler og føres inn i en gassrenseenhet. Det i syklonen og i gassrenseinretningen fraskilte faststoffet føres tilbake i virvelsjiktet. En kontakt mellom prosessgass og kjøleflater unngås ikke, hvorved faren for avsetninger består. Blandingen mellom 35 prosessgass og faststoff er ikke optimal.

Fra US-PS 3 977 846 er det kjent å avkjøle en prosessgass inneholdende hydrokarboner i et stasjonært virvelsjikt, hvorved det i den nedre delen av virvelsjiktet er anordnet kjøleflater som gjennomstrømmes av et kjølemedium. Som  
5 fluidiseringsgass anvendes en hydrokarbonfri fremmedgass. Prosessgassen føres inn over kjøleflatene ved hjelp av dyser anordnet i virvelsjiktet. Dysene er termisk isolert for å unngå avsetninger. Den fra reaktoren uttredende, avkjølte prosessgassen føres inn i en støvfraskiller. Faststoff  
10 belagt med kondenserte hydrokarboner trekkes ut fra virvelsjiktet og friskt faststoff føres inn i virvelsjiktet. På grunn av korrosive bestanddeler og faststoffer i prosessgassen må man vente en sterk slitasje av dysene. Videre består faren for gjenstopping.

15  
Fra US-PS 4 120 668 er det kjent å avkjøle en prosessgass inneholdende smeltede saltpartikler og flyktige bestanddeler i et stasjonært virvelsjikt, hvorved prosessgassen føres inn i virvelsjiktet som fluidiseringsgass. Over innføringen av  
20 prosessgassen er det anordnet kjøleflater i virvelsjiktet. Den avkjølte gassen blir underkastet støvfjerning i en syklon og det fraskilte faststoffet føres tilbake i virvelsjiktet. En del av faststoffet fjernes nedenfra fra virvelsjiktet og nytt faststoff fylles inn i virvelsjiktet. Også her gjelder  
25 de ovenfor omtalte ulempene.

Fra WO 88/08741 er det kjent å avkjøle prosessgasser i et sirkulerende virvelsjikt, hvorved prosessgassen avkjøles i et blandkammer med resirkulert, avkjølt prosessgass og resirkulert,  
30 avkjølt faststoff, hvorved bunnen av blandkammeret er utformet konisk og har en åpning for innføring av prosessgassen og den resirkulerte gassen. Den fra blandkammeret utgående suspensjonen kan avkjøles ytterligere i øvre del av reaktoren på kjøleflater, deretter fraskilles faststoffet i  
35 sykkloner og tilbakeføres i reaktoren og en delstrøm av gassen resirkuleres til reaktoren. Suspensjonen kan også fjernes uten ytterligere avkjøling, faststoffet fraskilles i sykkloner

og tilbakeføres i reaktoren, gassen kan avkjøles og en del resirkuleres i reaktoren. Suspensjonstettheten for det sirkulerende virvelsjiktet innstilles ved tilbakeføring av 75 til 100% av prosessgassmengden og ved tilbakeføring av faststoff i en mengde på 0,92 til 11,5 kg/Nm<sup>3</sup> på 1 til 5 kg/m<sup>3</sup> og lavere verdier. De ved den store gasstilbakeføringen betingede store volumene av avgasser fører til en omstendelig gassrensing. På grunn av den lave suspensjonstettheten nødvendiggjøres en relativt stor varmevekslerflate.

10

Til grunn for oppfinnelsen ligger den oppgave å avkjøle varme prosessgasser på mest mulig økonomisk måte under unngåelse av dannelsen av avsetninger og sulfatdannelse.

15

Løsningen av denne oppgaven foregår ifølge oppfinnelsen ved at det med kjøleelementer utrustede stasjonære virvelsjiktet er utformet ringformig eller renneformig, via tilstrømningsbunnen i rennen innledes fluidiseringsgass i virvelsjiktet, prosessgassen ledes inn via den sentrale åpningen i virvelsjiktet, avkjølt faststoff flyter fra virvelsjiktet via den indre kanten av rennen i prosessgasstrømmen og medrives av denne i støvrommet over overflaten av virvelsjiktet, det i støvrommet fraskilte faststoffet faller tilbake i det ringformede virvelsjiktet, den avkjølte gassen som inneholder det resterende faststoffet ledes inn i en med kjøleflater utrustet gasskjøler, den fra den øvre delen av gasskjøleren uttredende gassen ledes inn i en støvfraskiller, og det fraskilte faststoffet tilbakeføres i det stasjonære virvelsjiktet.

30

Det stasjonære virvelsjiktet utmerker seg ved et tydelig tetthetssprang mellom tettere fase og derover tilstedeværende støvrom. Den ringformede utformingen av det stasjonære virvelsjiktet kan være så vel rund som også firkantet eller flerkantet. De i virvelsjiktet anordnede kjøleflatene anordnes hensiktsmessig utbyttbare. Kjøleflatene kan kobles som fordamper og/eller overoppvarmer. Kjøleflatene består

35

generelt av rørbunter. Veggene av rennen er utstyrt med kjølerør. Den indre veggen av rennen danner den sentrale åpningen av virvelsjiktet, hvorigjennom prosessgassen føres inn. Over kanten av den indre veggen av rennen flyter det 5 avkjølte faststoffet fra det stasjonære virvelsjiktet inn i den sentrale åpningen, blandes med prosessgasstrømmen og medrives som tett suspensjon i en sentral stråle i støvrommet over virvelsjiktet. Derved foregår en rask og sterk avkjøling av prosessgassen. Ved volumforstørrelse i støvrommet 10 fraskilles faststoffet hovedsakelig fra den sentrale strålen i støvrommet, faller tilbake i det stasjonære virvelsjiktet og avkjøles der ytterligere. Avkjølingen av prosessgassen til den i støvrommet ønskede temperaturen foregår ved tilsvarende avkjøling av faststoffet i det stasjonære virvelsjiktet og 15 ved innføring av en tilsvarende mengde faststoff i den sentrale åpningen. Veggen av støvrommet avkjøles ved hjelp av kjølerør. Gassblandingen inneholdende det resterende faststoffet fra prosessgass og fluidiseringsgass ledes inn i en gasskjøler og avkjøles der videre. Gasskjøleren er fortrinnsvis anordnet over støvrommet. Gasskjøleren er utstyrt 20 med veggavkjøling og kan i tillegg ha innhengte kjøleflater. En del av det i gassen fremdeles suspenderte faststoffet utskilles i gasskjøleren, faller inn i støvrommet og derfra i det stasjonære virvelsjiktet. Som kjølemedium anvendes 25 generelt vann og gasskjøleren kobles som fordamper. Den avkjølte gassen inneholder nå bare relativt lave faststoffmengder. Den føres inn i en støvfraskiller, som for eksempel sykklon, filter eller EGR, befris der i stor grad for støv og føres bort som avgass eller føres til en ytterligere gassrensing. Det i støvfraskilleren fraskilte faststoffet til- 30 bakeføres helt eller delvis i det stasjonære virvelsjiktet. Avhengig av sammensetningen av prosessgassen fjernes en del av faststoffet og erstattes med nytt faststoff. Derved forhindres at faststoffet anrikes for sterkt med fraskilte stoffer. Som fluidiseringsgass kan det anvendes en hvilken 35 som helst gass som ikke forstyrrer kjølingen henholdsvis de etterfølgende prosessene. I de tilfellene hvor luft er

nødvendig eller ikke forstyrrer for viderebearbeidelsen, som for eksempel ved gasser med høyt  $\text{SO}_2$ -innhold, kan luft anvendes som fluidiseringsgass. Forøvrig kan også en del av avgassen resirkuleres. Denne må på forhånd være rensset for stoffer som kan skade tilstrømningsflaten. For å holde fluidiseringsgassmengden lavest mulig er det hensiktsmessig å holde kornstørrelsen av faststoffet i virvelsjiktet mindre enn 1 mm med  $d_{50}$  under 0,5 mm.

En foretrukket utførelsesform består i at suspensjonstettheten i det stasjonære virvelsjiktet utgjør 300 til 1500  $\text{kg/m}^3$  reaktorrom, fortrinnsvis 500 til 1000  $\text{kg/m}^3$ . I disse områdene oppnås spesielt gode driftsbetingelser, idet det foreligger høye varmeovergangstall.

En foretrukket utførelsesform består i at prosessgasstrømmen tilføres 1 til 10  $\text{kg/Nm}^3$  faststoff, fortrinnsvis 2,5 til 6  $\text{kg/Nm}^3$ , fra det stasjonære virvelsjiktet. Disse områdene gir den ønskede raske avkjølingen av prosessgassen uten nødvendigheten av meget store kjøleflater.

En foretrukket utførelsesform består i at innholdet av den fra den øvre delen av gasskjøleren uttredende gassen utgjør 0,1 til 1 kg faststoff, fortrinnsvis 0,2 til 0,6 kg faststoff/ $\text{Nm}^3$ , derved oppnås et relativt lavt trykktap i gasskjøleren og en god avkjøling av gassen.

En foretrukket utførelsesform består i at volumet av den via tilstrømningsflatene i det stasjonære virvelsjiktet innførte fluidiseringsgassen utgjør 10 til 30%, fortrinnsvis 15 til 20%, av volumet av prosessgassen. Derved er energibehovet for fluidiseringsgassen relativt lavt, og ved tilbakeført avgass reduseres dessuten kostnadene for den nødvendige gassrensingen.

En foretrukket utførelsesform består i at det i støvfraskil-

leren fraskilte faststoffet på styrt måte tilbakeføres i det stasjonære virvelsjiktet. Den i støvfraskilleren pr. tidsenhet fraskilte mengden av faststoff er ikke konstant. Ved en direkte, ustyrt tilbakeføring kan den varierende mengden føre til dårligere resultater. Dette unngås ved den styrte, jevne tilbakeføringen. Mellom støvfraskilleren og tilbakeføringsledningen til virvelsjiktet anordnes en mellombeholder, som tjener som buffer og hvorfra faststoffet kan fjernes på styrt måte. Faststoffet i mellombeholderen fluidiseres hensiktsmessig lett.

En foretrukket utførelsesform består i at den sentrale åpningen av det stasjonære virvelsjiktet isoleres ved hjelp av ildfast kledning. Den sentrale åpningen består av en blikkmantel, som på utsiden er utstyrt med kjøleflater. På innersiden av blikkmantelen anbringes en ildfast kledning. Derved unngås dannelsen av avsetninger av størknede bestanddeler av prosessgassen. Smelteflytende bestanddeler som er tilstede i prosessgassen, som utskilles på kledningen, flyter tilbake i reaktoren igjen.

En foretrukket utførelsesform består i at det som virvelsjiktmaterialer anvendes faststoffer som muliggjør en viderebearbeidelse sammen med de fraskilte materialene.

Oppfinnelsen skal belyses nærmere ved hjelp av en figur og et eksempel.

Figuren viser skjematisk et kjølesystem for gjennomføring av fremgangsmåten i lengdesnitt.

I den ringformede rennen (1) blåses fluidiseringsluft gjennom tilstrømningsbunnen ved hjelp av ventilator (2). I rennen (1) er det anordnet kjøleelementer (3). Den indre vegg av rennen (1) danner en sentral tilføring (4) for prosessgassen. Fra det i rennen (1) tilstedeværende stasjonære virvelsjiktet (5) flyter faststoff over den indre kanten av rennen (1) inn

i tilførselsdelen (4) i prosessgasstrømmen (6) og blander seg med denne til en tett suspensjon, hvorved det samtidig foregår en rask og sterk avkjøling av prosessgassen. Denne suspensjonen blåses som sentral stråle inn i støvrommet (21), hvor på grunn av volumforstørrelse hoveddelen av faststoffet fraskilles og igjen faller tilbake i virvelsjiktet (5). Gassen som inneholder det resterende faststoffet strømmer inn i gasskjøleren (7) som er utstyrt med skjematisk angitt, gjennomgående veggkjøling (8) og innhengte kjøleflater (9). Via utløpet (10) strømmer den videre avkjølte gassen inn i syklonen (11). Det utskilte faststoffet faller inn i mellombeholderen (12) som tjener som buffer. Via utføringsorganet (13) og røret (14) tilbakeføres faststoff i regulert mengde i virvelsjiktet (5). Den for støv befridde gassen føres bort via rør (15). Via rør (16) fjernes en del av faststoffet fra virvelsjiktet. Fra bunkeren (17) kan nytt faststoff for tilføring og for utligning av sjikthøyden føres inn i virvelsjiktet (5). Gassen kan avkjøles ytterligere i kjøleren (18), hvorved for eksempel forbruksvann oppvarmes. Kjøleelementene for avkjøling av ytterveggen av rennen (1) og veggen av støvrommet (21) er bare angitt skjematisk ved de øvre rørene (19) og de nedre rørene (20).

#### Eksempel

En avgass fra utvinningen av blymalm avkjøles i en QSL-reaktor. Avgassen dannes med en temperatur på 1010 til 1050°C i en mengde på 21800 Nm<sup>3</sup>/t. Støvmengden utgjør 215g/Nm<sup>3</sup>. Sammensetningene er:

10,80% SO<sub>2</sub>  
15,67% CO<sub>2</sub>  
22,90% H<sub>2</sub>O  
7,83% O<sub>2</sub>  
39,80% N<sub>2</sub>.

Avgassen blåses inn gjennom tilførselen (4) som har en diameter på 100 cm. Gjennom tilstrømningsbunnen av rennen

(1) blåses det inn 5000 Nm<sup>3</sup>/t luft med en temperatur på 60°C og et trykk på 250 mbar i det stasjonære virvelsjiktet. I virvelsjiktet er det anordnet kjøleknipper (3) med en flate på 42 m<sup>2</sup>. Fra rennen (1) flyter avkjølt faststoff med en temperatur på ca. 480°C inn i tilførselen (4) i en slik mengde at faststoffmengden i avgassen utgjør ca. 5 kg/Nm<sup>3</sup>. Fra den med avgassen tilførte varmen på 5,27 MW bortføres ca. 3,78 MW til kjølebunten i virvelsjiktet. Den avkjølte avgassen trer med en temperatur på 600°C og en hastighet på 5,5 m/sek. inn i gasskjøleren (7) som er utrustet med 250 m<sup>2</sup> kjøleflater. Den videre avkjølte avgassen forlater gasskjøleren (7) via utløp (10) med en temperatur på 350°C, et støvinnhold på 0,5 kg/Nm<sup>3</sup> med en hastighet på 4 m/sek. Den via rør (15) fra syklonen (11) bortførte gassen har et støvinnhold på 5 til 10 g/Nm<sup>3</sup>. Fra mellombeholderen (12) tilbakeføres 13,4 t/t med en temperatur på 350°C i virvelsjiktet (5). Fra virvelsjiktet (5) fjernes 4,5 t/t faststoff via rør (16). Den oppnådde dampmengden utgjør 12,1 t/t ved 40 bar og 250°C. Som faststoff tilføres som start sand med en kornstørrelse under 1 mm i rennen (1).

Fordelen med oppfinnelsen består i at avkjølingen med prosessgassene foregår med relativt små varmevekslerflater og små ekstra gassmengder under unngåelse av dannelse av avsetninger og sulfatisering. Ved en stillstand av det forkoblede aggregatet og dermed forbundet utfall av prosess-gassen kan gjennomfallingen av faststoff fra virvelsjiktet i de forankoblede aggregatene forhindres ved reduksjon eller avkobling av fluidiseringsgassen.

P a t e n t k r a v

1.

5 Fremgangsmåte for avkjøling av varme prosessgasser, hvorved prosessgassene ledes inn i et med kjøleelementer utrustet stasjonært virvelsjikt, i et støvrom over virvelsjiktet fraskilles en del av de i gasstrømmen suspenderte faststoffene og faller tilbake i virvelsjiktet, og fra avgassen fraskilles faststoff i en støvfraskiller og ledes tilbake i 10 virvelsjiktet, k a r a k t e r i s e r t v e d at det med kjøleelementer utrustede stasjonære virvelsjiktet er utformet ringformig eller renneformig, via tilstrømningsbunnen i rennen innføres fluidiseringsgass i virvelsjiktet, prosessgassen ledes inn gjennom den sentrale åpningen i virvelsjiktet, avkjølt faststoff flyter fra virvelsjiktet via den indre 15 kanten av rennen inn i prosessgasstrømmen og medrives av denne i støvrommet over overflaten av virvelsjiktet, det i støvrommet fraskilte faststoffet faller tilbake i det ringformede virvelsjiktet, den avkjølte gassen som inneholder det resterende faststoffet føres inn i en med kjøleflater 20 utrustet gasskjøler, den fra den øvre delen av gasskjøleren uttredende gassen ledes inn i støvfraskiller, og det fraskilte faststoffet tilbakeføres i det stasjonære virvelsjiktet.

25

2.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at suspensjonstettheten i det stasjonære virvelsjiktet utgjør 300 til 1500 kg/m<sup>3</sup> reaktorum, fortrinnsvis 500 30 til 1000 kg/m<sup>3</sup>.

3.

Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at prosessgasstrømmen tilføres 1 til 10 35 kg/Nm<sup>3</sup> faststoff, fortrinnsvis 2,5 til 6 kg/Nm<sup>3</sup>, fra det stasjonære virvelsjiktet.

4.

Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1 til 3, k a r a k-  
t e r i s e r t v e d at den gjennomføres slik at innholdet  
av den fra den øvre delen av gasskjøleren uttredende gassen  
5 utgjør 0,1 til 1 kg faststoff, fortrinnsvis 0,2 til 0,6 kg  
faststoff/Nm<sup>3</sup>.

5.

Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1 til 4, k a r a k-  
10 t e r i s e r t v e d at den gjennomføres slik at volumet  
av den ved tilstrømningsbunnen i det stasjonære virvelsjiktet  
tilførte fluidiseringsgassen utgjør 10 til 30%, fortrinnsvis  
15 til 20% av volumet av prosessgassen.

15 6.

Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1 til 5, k a r a k-  
t e r i s e r t v e d at det i støvfraskilleren fraskilte  
faststoffet på styrt måte føres tilbake i det stasjonære  
virvelsjiktet.  
20

25

30

35

301131

