

(12) **PATENTSKRIFT**Patent- og
Varemærkestyrelsen

-
- (51) Int.Cl.[®]: **C 04 B 7/60 (2006.01)** **C 04 B 7/36 (2006.01)** **C 04 B 7/43 (2006.01)**
(21) Patentansøgning nr: **PA 2006 00657**
(22) Indleveringsdag: **2006-05-10**
(24) Løbedag: **2006-05-10**
(41) Alm. tilgængelig: **2007-11-11**
(45) Patentets meddelelse bkg. den: **2007-05-21**
- (73) Patenthaver: **FLSMIDTH A/S, Vigerslev Allé 77, 2500 Valby, Danmark**
(72) Opfinder: **Jens Peter Hansen, Vigerslev Allé 77, 2500 Valby, Danmark**
-

(54) Benævnelse: **Fremgangsmåde og anlæg til fremstilling af cementklinker**

(56) Fremdragne publikationer:
US 4126471
WO A 2005100247

(57) Sammendrag:

Der beskrives en fremgangsmåde såvel som et anlæg til fremstilling af cementklinker, hvor cementråmaterialer forvarmes i en forvarmer (1), kalcineres i suspension med varm gas i en kalcinator (2, 20), udskilles fra gassen i en cyklon (2a), brændes til cementklinker i en ovn (3) og efterfølgende køles i en køler (4), hvor en mængde kalcineret råmateriale med et højt indhold af CaO udtrækkes ved et kalcineringsstrin (2, 20) ved hjælp af en ekstra udskillecyklon (5a). Det særlige ved fremgangsmåden og anlægget ifølge opfindelsen er, at gassen, der bortledes fra den ekstra udskillecyklon (5a), afkøles til en temperatur på højst 850 °C ved hjælp af cementråmaterialer, der indføres i gassen.

Herved opnås, at mængden af materiale, der udtrækkes ved hjælp af den ekstra cyklon, kan reguleres ved hjælp af kendte indretninger på en mere pålidelig måde end hidtil, og at risikoen for tilstopning som følge af alkali reduceres væsentligt. Dette skyldes, at den lavere temperatur giver mulighed for at anvende almindelig kendte reguleringsindretninger, og at alkali i gassen kondenserer og sætter sig fast på partikler i gassen ved temperaturer, der er lavere end 850 °C.

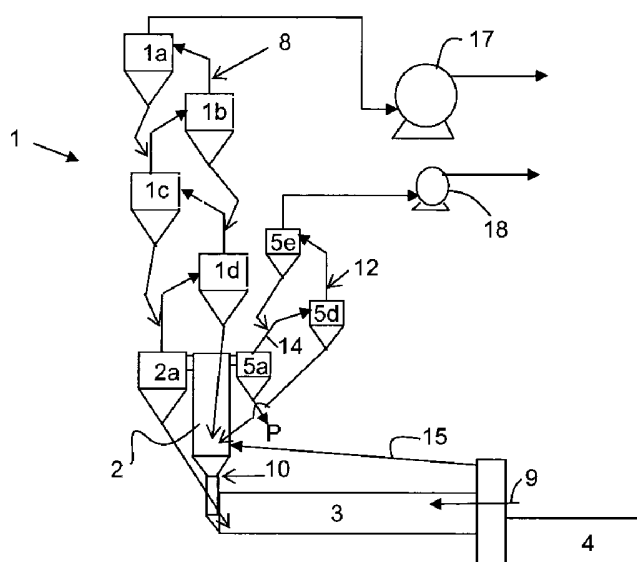


Fig. 1

Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde til fremstilling af cementklinker, ved hvilken fremgangsmåde cementråmaterialer forvarmes i en forvarmer, kalcineres i suspension med varm gas i en kalcinator, udskilles fra gassen i en cyklon, brændes til cementklinker i en ovn og efterfølgende køles i en køler, hvor en mængde kalcineret råmateriale med et højt indhold af CaO udtrækkes ved et kalcineringsstrin ved hjælp af en ekstra udskillecyklon. Det udtrukne kalcinerede råmateriale indeholdende CaO kan fordelagtigt anvendes til fremstilling af hydratiseret kalk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), som ifølge kendt teknologi benyttes til reduktion af SO_2 udledningen fra et ovnanlæg, såsom et ovnanlæg til fremstilling af cementklinker. Opfindelsen angår endvidere et apparat til udøvelse af fremgangsmåden.

En fremgangsmåde og et anlæg af ovenstående art er kendt fra f.eks. WO 2005/100247. Ved dette kendte anlæg udtrækkes en delmængde af det kalcinerede råmel ved hjælp af en lille ekstra cyklon, der er anbragt parallelt i forhold til kalcinatorens udskillecyklon. Ifølge skriftet kan mængden af materiale, der udtrækkes ved hjælp af den ekstra cyklon, reguleres ved hjælp af et spjæld, der er anbragt i afgangskanalen for gassen fra nævnte ekstra cyklon. Typisk vil temperaturen af gassen, der via afgangskanalen bortledes fra den ekstra cyklon, være på omkring 900 °C, og i praksis har det vist sig særdeles svært at tilvejebringe et spjæld, der kan fungere pålideligt ved en sådan temperatur. Desuden kan gassen indeholde en del alkali, der ved den høje temperatur er meget klistret, og som derfor vil være tilbøjeligt til at stoppe til ved og omkring spjældet, der derved risikerer at gro fast.

Det kendes f.eks. fra US4126471 at tilsætte et pulveriseret råmateriale i en cyklon for at nedsætte temperaturen i en alkali-indeholdende gas og dermed få alkali til at kondensere på råmaterialet og dermed undgå aflejringer.

En yderligere ulempe ved det i WO 2005/100247 viste anlæg er, at anlæggets produktionskapacitet er reduceret i forhold til et anlæg uden ekstra udskillecyklon, fordi gassen fra den ekstra udskillecyklon ledes tilbage i forvarmeren.

Formålet med den foreliggende opfindelse er at tilvejebringe såvel en fremgangsmåde som et anlæg, hvormed ovennævnte ulemper er elimineret.

Dette opnås ifølge opfindelsen ved en fremgangsmåde af den i indledningen angivne art, og som er kendetegnet ved, at gassen, der bortledes fra den ekstra udskillecyklon, afkøles til en temperatur på højst 850 °C ved hjælp af cementråmaterialer, der indføres i gassen, samt ved at gassen fra den ekstra udskillecyklon ledes bort via et separat system omfattende sin egen ventilator.

Herved opnås, at risikoen for tilstopning som følge af alkali reduceres væsentligt. Dette skyldes, at alkali i gassen kondenserer og sætter sig fast på partikler i gassen ved temperaturer, der er lavere end 850 °C. Desuden opnås, grundet det nævnte separate system, at anlæggets produktionskapacitet kan bevares uafhængigt af, hvor stor en mængde kalcineret råmateriale, der udtrækkes via den ekstra cyklon.

Det skal i denne forbindelse bemærkes, at kalcineret kalk, der afkøles til en temperatur på under ca. 870 °C under tilstedeværelsen af CO₂ indeholdende røggas, vil begynde at rekarbonisere og dermed miste sin reaktivitet med henblik på SO₂ reduktion. Det er derfor af væsentlig betydning, at det udtrukne kalcinerede råmateriale, der skal anvendes til fremstilling af hydratiseret kalk, separeres fra den CO₂-holdige gas, inden det nedkøles.

Det separate system kan passende omfatte mindst et cyklontrin, hvori gassen afkøles og separeres fra de for afkølingen anvendte cementråmaterialer, inden den trækkes videre gennem ventilatoren til et eventuelt filter. Cementråmaterialerne udskilt fra gassen i det nederste cyklontrin i det separate system ledes fortrinsvis ind i en kalcinator.

Som nævnt ovenfor tænkes det udtrukne kalcinerede råmateriale indeholdende CaO anvendt til fremstilling af hydratiseret kalk (Ca(OH)₂), som efterfølgende kan anvendes til reduktion af SO₂ indholdet i en gas, så som røggassen fra et ovnlæg til fremstilling af cementklinker. Ved denne proces kommer kun den ydre overflade af de hydratiserede kalkpartikler i kontakt med den SO₂-holdige gas, som skal renses, og det har vist sig, at der ikke opnås nogen nævneværdig bedre SO₂ reduktion ved, at partiklerne er hydratiseret helt ind til kernen i forhold til,

hvis de kun er hydratiseret i overfladen. Det har endvidere vist sig, at den første hydratisering af overfladen forløber forholdsvis hurtig, mens den efterfølgende hydratisering af kernen forløber langsomt, fordi vandet under hydratiseringen skal diffundere fra partikeloverfladen og ind til kernen gennem et lag af allerede hydratiseret kalk. I følge opfindelsen foretrækkes det derfor, at det råmateriale indeholdende CaO , der tænkes anvendt til fremstilling af hydratiseret kalk, kalcineres i en separat kalcinator. Herved kan dette råmateriale kalcineres i den for SO_2 reduktionen optimale grad og uafhængigt af det resterende råmateriale, der skal brændes til cementklinker. Det skal i denne forbindelse bemærkes, at kalcineringen af materialepartiklerne ligeledes sker fra partiklerne overflade og ind mod kernen.

Principielt kan denne ekstra, separate kalcinator forsynes med røggas fra ovnen, men det foretrækkes dog, at den forsynes med luft fra klinkerkøleren. Herved vil indholdet af alkali i det separate system være negligerbart, således at risikoen for tilstopninger er væsentligt reduceret.

Anlægget til udøvelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen omfatter en forvarmer til forvarmning af cementråmaterialer, en kalcinator til kalcinering af forvarmede cementråmaterialer i suspension med varm gas, en cyklon til udskilning af kalcinerede råmaterialer fra gassen, en ovn til brænding af cementklinker, en køler til efterfølgende køling af cementklinkerne, samt en ekstra udskillecyklon til udtrækning af en mængde kalcineret råmateriale med et højt indhold af CaO ved et kalcineringsstrin, og er kendetegnet ved, at det omfatter midler til indføring af cementråmaterialer i gassen, der bortledes fra den ekstra udskillecyklon, for afkøling af denne til en temperatur på højst 850°C .

Yderligere træk ved opfindelsen vil fremgå af den efterfølgende beskrivelse og patentkravene.

Opfindelsen skal i det følgende beskrives nærmere under henvisning til tegningen, der er skematisk og hvor

Fig. 1 viser et cementfremstillingsanlæg til udøvelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen, og

Fig. 2 viser en særlig foretrukket udførelsesform for anlægget til udøvelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen.

5

I Fig. 1 ses et cementfremstillingsanlæg, der omfatter en cyklonforvarmer 1 med fire cyklontrin 1a til 1d, en kalcinator 2 med udskillecyklon 2a, en roterovn 3 og en klinkerkøler 4. Anlægget fungerer på traditionel vis, hvor råmaterialerne indføres ved et indløb 8 i tilgangskanalen til cyklonforvarmerens første cyklontrin 1a og opvarmes, kalcineres og brændes til klinker ved at blive transporteret gennem
10 først forvarmeren 1, kalcinatoren 2, og derefter roterovnen 3 i modstrøm med varm røggas, der dannes ved henholdsvis en brænder 9 i roterovnen 3 og en brænder 10 i kalcinatoren 2, og som trækkes gennem anlægget ved hjælp af en ventilator 17. De brændte klinker afkøles efterfølgende i klinkerkøleren 4, hvorfra køleluft via en ledning 15 ledes til kalcinatoren 2. Anlægget omfatter endvidere en ekstra udskillecyklon 5a og et separat system omfattende sin egen ventilator 18.

Som det ses i Fig. 1 omfatter det separate system, ud over afgangskanalen 14, to cyklontrin 5d og 5e, hvor råmaterialet til afkøling af gassen indføres via indløbet 12, der er placeret i gaskanalen, som forbinder de to cyklontrin, hvori gassen afkøles og separeres fra de for afkølingen anvendte cementråmaterialer, inden den trækkes videre gennem ventilatoren 18 til et eventuelt filter, ikke vist. Cementråmaterialerne udskilt fra gassen i det nederste cyklontrin 5d ledes fortrinsvis ind i kalcinatoren 2, hvor det kalcineres sammen med det øvrige cementråmateriale, der tilføres kalcinatoren 2 fra cyklonen 1d.
25

Mængden af materiale P, der udtrækkes ved hjælp af cyklonen 5a i det i Fig. 1 viste anlæg, kan reguleres ved hjælp af ventilatoren 18, mens temperaturen af gassen, der via afgangskanalen 14 ledes gennem det separate system kan reguleres ved mængden og temperaturen af det råmateriale, der indføres via indløbet 12. Det udtrukne kalcinerede råmateriale P kan ledes til en hydratiseringsenhed, der ligger uden for rammerne af denne patentansøgning, og som derfor ikke be-
30

skrives nærmere, og derfra kan råmaterialet P ledes videre som hydratiseret kalk til indløbet 8.

I Fig. 2 ses et cementfremstillingsanlæg, der i vid udstrækning svarer til det vist i Fig. 1, og hvor der for tilsvarende elementer er anvendt samme henvisningsbetegnelser. I anlægget vist i Fig. 2 kalcineres det råmateriale indeholdende CaO, der tænkes anvendt til fremstilling af hydratiseret kalk, dog i en separat kalcinator 20. Herved kan dette råmateriale kalcineres i den for SO₂ reduktionen optimale grad og uafhængigt af det resterende råmateriale, der skal brændes til cementklinker. Det foretrækkes, at den separate kalcinator 20 forsynes med luft fra klinkerkøleren 4 og endvidere i det omfang det er nødvendigt med brændsel via en brænder 10a. Herved vil indholdet af alkali i det separate system være negligerbart, således at risikoen for tilstopninger er væsentligt reduceret. Cementråmaterialerne udskilt fra gassen i det nederste cyklontrin 5d i det separate system kan lede ind i den separate kalcinator 20. I denne udførselsform kan brændsel, der har anderledes fysiske egenskaber eller kemisk sammensætning end brændslet, der indføres via hovedbrænderen 10, indføres via en brænder 10a.

Opfindelsen er ikke begrænset til de i eksemplerne viste udførselsformer og mange andre udførselsformer, der ligger inden for rammerne af de vedføjede krav, kan tænkes. Således vil anlæg, der blot omfatter et stigrør i stedet for en decideret kalcinator, også være omfattet af patentet. Ligeledes kan gassen i afgangskanalen 14 ved alle de viste udførselsformer naturligvis køles til en lavere temperatur i tilfælde, hvor det kan være ønskeligt eller påkrævet. I visse situationer er det således tænkeligt, at gassen skal køles til en temperatur på højst 800, 700, 500 eller måske endda højst 300 °C eller endnu lavere. Kølingen af gassen kan i princippet udføres ved hjælp af cementråmaterialer, der udtages fra et hvilket som helst sted i processen forudsat naturligvis, at dets temperatur er lavere end den, der ønskes for den afkølede gas. Det foretrækkes dog, at råmaterialerne til afkølingen af gassen i afgangskanalen 14 primært udgøres af friske råmaterialer, som de der indføres ved indløbet 8. Endvidere kan det i visse situationer være fordelagtigt at anvende, især som supplement, filterstøv fra cementanlæggets filterinstallation, ikke vist. Cementråmaterialerne, der indføres i gassen, som

bortledes fra den ekstra udskillecyklon 5a, kan have anderledes fysiske egenskaber eller kemisk sammensætning end cementråmaterialerne, der indføres i forvarmeren 1 via et indløb 8. Det kan således også være fordelagtigt at føde råmaterialer med et højere eller lavere indhold af svovl eller organisk kulstof til den separate streng. Ligeledes kan det være en fordel at føde råmaterialer med et højere eller lavere vandindhold til den separate streng.

Patentkrav

1. Fremgangsmåde til fremstilling af cementklinker, ved hvilken fremgangsmåde cementråmaterialer forvarmes i en forvarmer (1), kalcineres i suspension med
5 varm gas i en kalcinator (2, 20), udskilles fra gassen i en cyklon (2a), brændes til cementklinker i en ovn (3) og efterfølgende køles i en køler (4), hvor en mængde kalcineret råmateriale med et højt indhold af CaO udtrækkes ved et kalcineringsstrin (2, 20) ved hjælp af en ekstra udskillecyklon (5a), samt at gassen, der bortledes fra den ekstra udskillecyklon (5a), afkøles til en temperatur på højst
10 850 °C ved hjælp af cementråmaterialer, der indføres i gassen, **kendetegnet ved**, at gassen fra den ekstra udskillecyklon (5a) ledes bort via et separat system omfattende sin egen ventilator 18.
2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, **kendetegnet ved**, at det separate system omfatter mindst et cyklontrin (5d, 5e), hvori gassen afkøles og separeres fra de for afkølingen anvendte cementråmaterialer, inden den trækkes videre gennem ventilatoren.
3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, **kendetegnet ved**, at cementråmaterialerne
20 udskilt fra gassen i det nederste cyklontrin (5d) i det separate system ledes ind i kalcinatoren (2).
4. Fremgangsmåde ifølge krav 1, **kendetegnet ved**, at det råmateriale indeholdende CaO, der tænkes anvendt til fremstilling af hydratiseret kalk, kalcineres i
25 en separat kalcinator (20).
5. Fremgangsmåde ifølge krav 4, **kendetegnet ved**, at denne ekstra, separate kalcinator (20) forsynes med luft fra klinkerkøleren (4).
6. Fremgangsmåde ifølge krav 5, **kendetegnet ved**, at cementråmaterialerne
30 udskilt fra gassen i det nederste cyklontrin (5d) i det separate system ledes ind i den separate kalcinator (20).

7. Fremgangsmåde ifølge krav 5, **kendetegnet ved**, at brændsel, der har anderledes fysiske egenskaber eller kemisk sammensætning end det brændsel, der indføres via en hovedbrænder 10, indføres via brænder 10a.
- 5 8. Fremgangsmåde ifølge krav 1, **kendetegnet ved**, at cementråmaterialerne, der indføres i gassen, som bortledes fra den ekstra udskillecyklon (5a) har anderledes fysiske egenskaber eller kemisk sammensætning end cementråmaterialerne, der indføres i forvarmeren (1) via et indløb (8).
- 10 9. Anlæg til udøvelse af fremgangsmåden ifølge de foregående krav omfattende en forvarmer (1) til forvarmning af cementråmaterialer, en kalcinator (2, 20) til kalcinering af forvarmede cementråmaterialer i suspension med varm gas, en cyklon (2a) til udskilning af kalcinerede råmaterialer fra gassen, en ovn (3) til brænding af cementklinker, en køler (4) til efterfølgende køling af cementklinkerne,
- 15 samt en ekstra udskillecyklon (5a) til udtrækning af en mængde kalcineret råmateriale med et højt indhold af CaO ved et kalcineringsstrin (2, 20), samt at det omfatter midler (12) til indføring af cementråmaterialer i gassen, der bortledes fra den ekstra udskillecyklon, for afkøling af denne til en temperatur på højst 850 °C, **kendetegnet ved**, at gassen fra den ekstra udskillecyklon (5a) ledes bort via et
- 20 separat system omfattende sin egen ventilator 18.

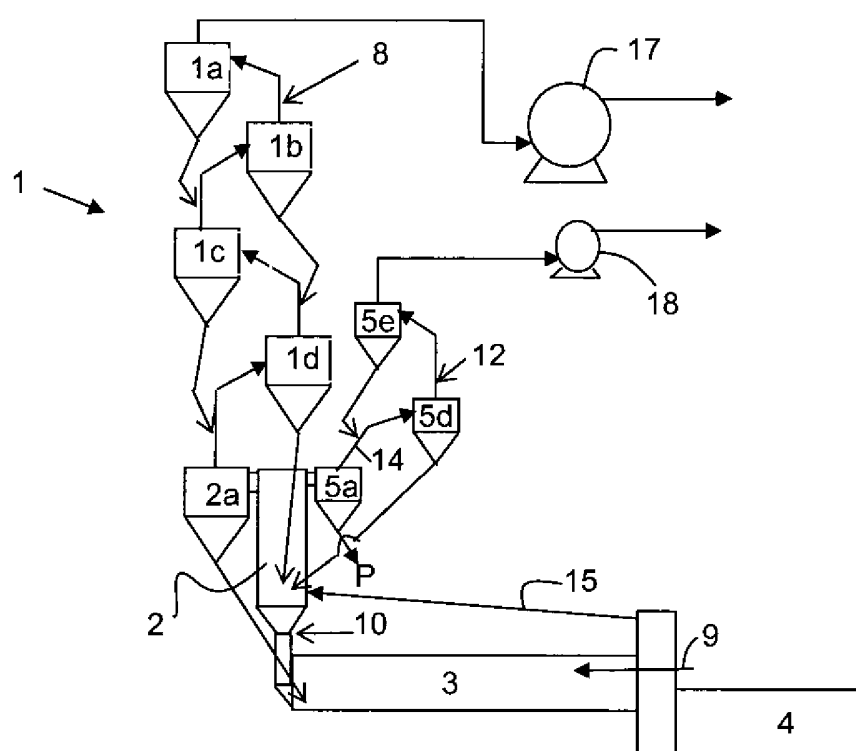


Fig. 1

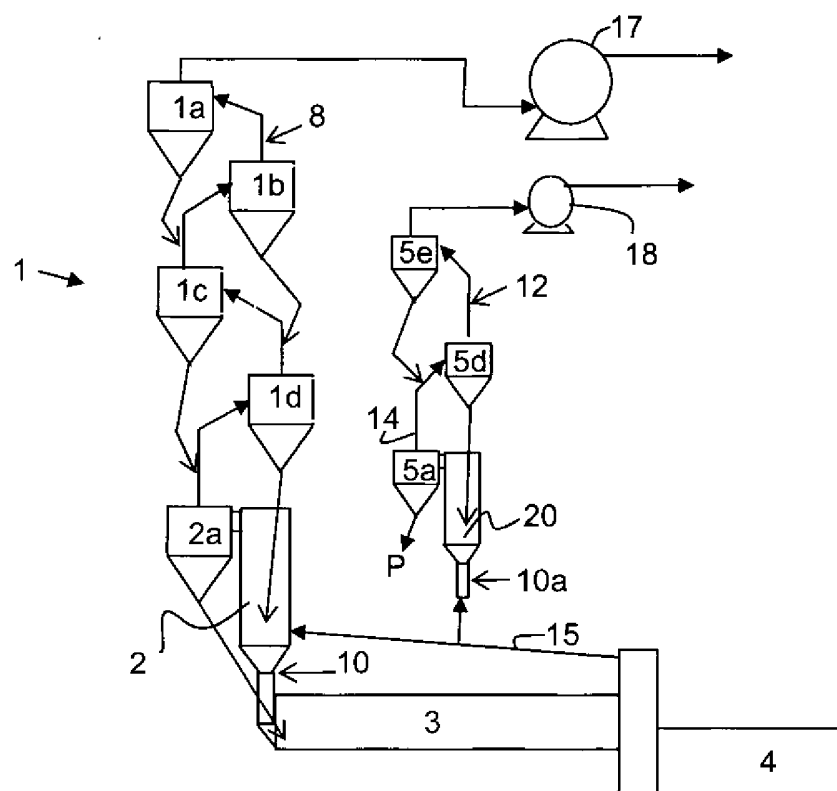


Fig. 2