

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 474 153**

A3

**DEMANDE  
DE CERTIFICAT D'UTILITÉ**

(21) **N° 81 01335**

(54) Procédé et appareillage pour calciner ou fritter des matières en grains fins.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). F 27 B 15/00; C 01 F 7/44.

(22) Date de dépôt..... 23 janvier 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Hongrie, 23 janvier 1980, n° 136/80-(0956).*

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 30 du 24-7-1981.

(71) Déposant : Société dite : MAGYAR ALUMINIUMIPARI TROSZT, résidant en Hongrie et  
Société dite : KRUPP POLYSIUS AG, résidant en RFA.

(72) Invention de : K. Wenzly, J. T. Tóth, J. Steiner, I. Kraxner, G. Butschko, P. Tiggesbaumker et  
W. Goldmann.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,  
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte à un procédé et un appareillage pour calciner ou fritter des matières en grains fins, en particulier l'alumine, dans lesquels la matière est soumise à un réchauffement préalable par les gaz résiduaires chauds d'une zone de calcination dans un réchauffeur à cyclones à plusieurs étages, calcinée complètement dans la zone de calcination et refroidie dans une zone de refroidissement, et dans lesquels une partie réglable de la matière, après passage dans la zone de calcination et séparation d'avec le courant gazeux, est réintroduite dans la zone de calcination.

Un procédé de ce type est décrit par exemple dans le brevet de la République Fédérale d'Allemagne n° 1.767.628. Selon ce procédé, la zone de calcination présente la forme d'un réacteur à lit tourbillonnaire duquel une partie de la matière est évacuée en continu vers le haut et, après séparation dans un cyclone, recyclée dans la région inférieure du réacteur à lit tourbillonnaire. Une autre partie de la matière est évacuée en continu de la région inférieure du réacteur à lit tourbillonnaire en tant que produit fini, et envoyée dans la zone de refroidissement. L'inconvénient principal de ce procédé connu réside dans la forte consommation d'énergie résultant de la forte pression des gaz.

On connaît également un procédé (brevet de la République Fédérale d'Allemagne n° 2.008.774) dans lequel la matière chauffée à la température finale de calcination dans la zone de calcination est maintenue pendant encore un certain temps, avant entrée dans le refroidisseur, dans une zone de relais consistant essentiellement en un récipient de relais en forme de puits, et un séparateur. Des brûleurs additionnels permettent de réchauffer dans la mesure nécessaire l'air du refroidisseur envoyé au récipient de relais. Les avantages de ce procédé résident en ce que l'on parvient à un traitement thermique uniforme de particules de matière à dimensions différentes et en ce que l'on peut adapter la durée de relais de manière optimale à la matière particulière traitée. Toutefois, pour certaines applications, il serait souhaitable de simplifier encore l'installation.

L'invention vise en conséquence à la mise au point  
d'un procédé pour calciner des matières en grains fins, en parti-  
culier de l'alumine, procédé qui conduirait à une plus faible  
consommation de chaleur et d'énergie et à une conception simple  
5 de l'installation et qui permettrait une adaptation idéale des  
conditions de calcination à la matière particulière mise en oeuvre.

D'autres buts et avantages de l'invention apparaîtront  
à la lecture de la description ci-après.

Ces buts et avantages ont été atteints conformément  
10 à l'invention dans un procédé et un appareillage du type décrit en  
introduction et qui se caractérise en ce que la matière calcinée,  
séparée du courant gazeux, est envoyée dans un récipient de relais  
à partir duquel une partie, de préférence réglable de cette matière,  
est envoyée dans la zone de calcination et le reste est envoyé  
15 dans la zone de refroidissement.

Dans ce récipient de relais, il y a échange de  
chaleur entre les particules individuelles de matière calcinée  
et une homogénéisation de la dimension du grain. Il se produit  
en outre dans ce récipient de relais diverses réactions chimiques  
20 et physiques et, dans le cas de la calcination de l'alumine, on  
peut agir exactement, dans des limites étendues, sur la formation  
de la modification  $\alpha$  qui est une fonction de la température et  
de la durée de relais. On peut ainsi obtenir des teneurs quelconques  
en  $\alpha$ -alumine.

25 Dans un mode de réalisation approprié de l'invention,  
la zone de calcination est constituée d'un conduit essentiellement  
vertical, traversé du bas vers le haut par les gaz, et dans la  
région inférieure duquel on a prévu une installation de brûleurs,  
avec un conduit de recyclage provenant du récipient de relais et  
30 qui débouche à un endroit un peu plus haut et, à un endroit situé  
encore au-dessus, un conduit de matière provenant du réchauffeur.

Avec une zone de calcination à cette forme, la  
calcination est effectuée sur la matière en suspension et on évite  
des formations gênantes d'agglomérats. On utilise avantageusement  
35 à cet effet des brûleurs de gazéification qui assurent une bonne  
calcination et donnent une faible concentration en matières solides

dans la zone de calcination proprement dite. En outre, à la calcination de l'alumine, les brûleurs à gazéification évitent un effet d'inhibition de l'alumine sur la combustion du carbone.

L'échelonnement en hauteur dans la zone de calcination de l'alimentation de la matière calcinée (recyclée), d'une part, et de l'alimentation de la matière préchauffée, d'autre part, permet de parvenir à ce que les gaz de combustion chauds entrent d'abord en contact avec la partie de la matière déjà calcinée et recyclée et réchauffent encore cette matière avant de céder leurs calories restantes à la matière préchauffée.

L'installation selon l'invention qui consiste essentiellement en cyclones de type connu et récipients de relais se distingue par une construction très simple, une faible consommation de chaleur (faibles pertes de chaleur par les parois) et surtout par une très basse pression des gaz et, par suite, une faible consommation d'énergie électrique. Contrairement au procédé connu en lit tourbillonnaire, le procédé selon l'invention opère à une pression totale qui est déterminée pratiquement uniquement par la perte de charge aux étages de cyclones et qu'un simple ventilateur radial permet d'entretenir. Une plus forte pression n'est nécessaire que pour la fluidisation du récipient de relais, mais ne s'applique qu'à une très faible quantité d'air. Ainsi, en particulier, la matière qui se trouve dans le récipient de relais de la zone de calcination est fluidisée à l'aide d'une petite quantité d'air, de préférence de 5 à 15 g d'air par kg de matière. Cet air peut être réchauffé au préalable par des chaleurs résiduaires (par exemple la chaleur des gaz résiduaires ou fumées). La fluidisation peut également être effectuée directement à l'aide des gaz résiduaires ou des fumées.

Conformément à l'invention, on peut encore relier un autre récipient de relais, fluidisé de préférence par l'air de refroidissement, à chacun des conduits de sortie de matière des cyclones du réchauffeur à cyclones. Ces récipients de relais, dans lesquels la matière se trouve agitée mais légèrement fluidisée seulement, assurent, par la matière en agitation, l'étanchéité du conduit de sortie de matière du cyclone disposé au-dessus, ce qui

évite des organes mécaniques particuliers (par exemple clapets à bascule ou analogues) pour la même destination.

On peut faire varier dans un intervalle étendu la durée de passage de la matière dans les récipients de relais individuels et l'adapter à des circonstances particulières conformément à l'invention par simple réglage de l'orifice de sortie. De préférence, le récipient de relais prévu pour recueillir la matière calcinée aura des dimensions permettant de régler pour le produit fini une durée de passage pouvant aller jusqu'à 1/2 h.

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront plus complètement de la description détaillée donnée ci-après en référence aux figures des dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement une installation pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention; et
- 15 - la figure 2 représente en coupe un récipient de relais dans un mode de réalisation particulier.

En référence à la figure 1, l'installation représentée, qui est utilisée de préférence pour calciner l'alumine, consiste essentiellement en un réchauffeur à cyclones à plusieurs étages 1, 20 une zone de calcination 2, un récipient de relais 3 et une zone de refroidissement 4.

Le réchauffeur à cyclones 1 consiste en deux sections disposées en parallèle à l'égard du trajet des gaz et de la matière; chacune de ces sections contient deux cyclones 5, 6 et 5a et 6a, 25 respectivement. Les cyclones 5, 5a de l'étage supérieur des cyclones sont reliés aux récipients de relais 7, 7a et les cyclones 6, 6a du second étage de cyclones sont reliés aux récipients de relais 8, 8a.

La zone de calcination 2 consistant également en deux sections contient deux conduits 9, 9a à trajet essentiellement vertical avec installation de brûleurs 10 et 10a respectivement dans leur partie la plus basse. Les deux conduits 9, 9a débouchent dans un séparateur commun 11 dont le conduit d'évacuation de matière s'engage dans le récipient de relais 3 déjà mentionné.

30 Du récipient de relais 3, deux conduits de matière 12, 12a mènent aux conduits 9 et 9a respectivement qui constituent la zone de calcination. Ces conduits de matière 12, 12a débouchent au-dessus

des installations de brûleurs 10 et 10a dans les conduits respectifs 9 et 9a. Des récipients de relais 8, 8a, les conduits de matière 13, 13a mènent aux conduits 9, 9a respectivement; ils débouchent au-dessus des conduits de matière 12 et 12a respectivement dans les conduits 9, 9a.

La zone de refroidissement 4 contient deux cyclones 14, 14a disposés en parallèle et un refroidisseur à lit tourbillonnaire 15. Les conduits de matière 16, 16a conduisent du récipient de relais 3 aux conduits d'air de refroidissement 17, 17a, qui 10 relient le refroidisseur à lit tourbillonnaire avec les cyclones 14, 14a.

Une petite quantité d'air de refroidissement servant d'air de fluidisation est envoyée aux récipients de relais 3, 7, 7a, 8, 8a dans la région inférieure, comme indiqué par les flèches 18. 15 Le fonctionnement de l'installation de la figure 1 est le suivant.

La matière à calciner est introduite par le conduit 19 dans les conduits de gaz menant aux cyclones 5, 5a de l'étage supérieur des cyclones. Après séparation dans ces cyclones, elle 20 atteint les récipients de relais respectifs 7 et 7a. Après une certaine durée de passage dans ces récipients, la matière sortant des récipients de relais 7, 7a est introduite dans les conduits de gaz 20 menant du séparateur 11 aux cyclones 6, 6a. Après un nouveau réchauffage par les gaz chauds et une séparation dans les cyclones 25 6, 6a, la matière atteint les récipients de relais 8, 8a. A partir de ces récipients, après une certaine durée de passage, elle est introduite dans les conduits 9, 9a qui constituent la zone de calcination proprement dite. La matière calcinée par les gaz chauds des installations de brûleurs 10 et 10a respectivement parvient, 30 après séparation dans le séparateur 11, au récipient de relais 3, dans lequel elle séjourne pendant un temps réglable, avec formation de la modification  $\alpha$ .

Une partie réglable de la matière passe alors du récipient de relais 3, par les conduits respectifs 12 et 12a, à 35 nouveau dans les conduits 9, 9a et traverse ainsi au moins encore une fois la zone de calcination.

Le reste de la matière passe des récipients de relais 3, par l'intermédiaire des conduits de matière 16, 16a, dans la zone de refroidissement 4 dans laquelle elle est refroidie, d'abord dans les cyclones respectifs 14 et 14a puis dans le 5 refroidisseur à lit tourbillonnaire 15.

Les gaz traversent l'installation à contre-courant de la matière : l'air du refroidisseur à lit tourbillonnaire 15 est envoyé aux cyclones 14 et 14a, respectivement. L'air sortant de ces cyclones traverse les conduits 9 et 9a respectivement qui constituent 10 la zone de calcination; ces deux courant se combinent dans le séparateur commun 11 et le courant, après une nouvelle division, traverse les cyclones 6, 6a et 5, 5a.

En référence maintenant à la figure 2 des dessins annexés, on décrira un récipient de relais dans un mode de réalisation particulier de l'appareillage selon l'invention. 15

Ce récipient de relais 21 comporte un conduit d'introduction de la matière 22 relié au séparateur placé au-dessus (mais non représenté), et qui pénètre dans la matière soumise à agitation 23. En outre, dans sa partie supérieure, le récipient de relais 21 20 comporte des orifices d'évacuation 24, 25 avec dispositifs de fermeture 26, 27 glissant verticalement. Dans sa région inférieure, le récipient de relais 21 a un fond 28 perméable à l'air et une tubulure de raccord 29 servant à amener l'air de fluidisation.

La fonction du récipient de relais 21 est facilement 25 compréhensible : la matière amenée par le conduit 22 séjourne dans le récipient 21 pendant un certain temps à l'état relativement dense, peu fluidisé, et quitte ensuite ce récipient par les orifices d'évacuation respectifs 24 et 25. Par réglage des organes de fermeture 26 et 27 respectivement, on peut régler à volonté le 30 débit de la matière évacuée par les orifices 24 et 25.

Le mode de réalisation représenté dans la figure 2 ne constitue qu'un exemple d'un mode de réalisation possible pour le récipient de relais. Ainsi, par exemple, les récipients de relais 7, 7a et 8, 8a de la figure 1 peuvent en principe comporter uniquement un orifice d'évacuation, alors que, inversement, le récipient de relais 3 peut comporter au total quatre orifices d'évacuation 35

(dont deux en retour sur la zone de calcination et les deux autres conduisant à la zone de refroidissement).

Dans le procédé selon l'invention, la circulation dans la zone de calcination est en général réglée de manière que 5 des quantités à peu près égales de la matière retournent du récipient de relais dans la zone de calcination et passent du récipient de relais dans la zone de refroidissement. Ainsi donc, on recycle une quantité de produit correspondant à peu près à la quantité produite finalement.

10 L'installation de brûleurs 10 ou 10a utilisée dans la zone de calcination contient avantageusement un ou plusieurs brûleurs de gazéification consistant en un étage de distillation servant à la production de gaz de distillation lente et un étage de combustion. Dans l'étage de distillation, on produit avec défaut 15 d'air un gaz de distillation présentant un indice de noir de fumée (selon Bacherach) d'environ 1, qui est brûlé dans l'étage subséquent de combustion. On évite ainsi un effet d'inhibition de l'alumine sur la combustion du carbone, on parvient à une combustion complète du combustible et on empêche les formations d'agglomérats à partir 20 de la matière solide.

L'exemple qui suit illustre l'invention sans toutefois en limiter la portée; dans cet exemple, les indications de parties et de pourcentages s'entendent en poids sauf mention contraire.

#### EXEMPLE

25 On alimente une installation de calcination, telle que représentée schématiquement dans la figure 1, d'une capacité de 50 t à l'heure, en continu, par le conduit 19, de 50 t/h d'alumine hydratée (hydroxyde d'aluminium) à environ 12% d'humidité adhérente et à une température d'environ 65°C. Les gaz et fumées ont dans ce 30 cas une température d'environ 450 à 480°C. L'hydrate séparé dans les cyclones 5, 5a est débarrassé de l'humidité superficielle et réchauffé à 130°C environ. Les gaz et fumées s'échappent à une température d'environ 130°C.

35 L'hydrate fluidisé dans les récipients de relais 7, 7a à une température d'environ 130°C passe dans le conduit des gaz 20

en contact avec les gaz résiduaires de la zone de calcination 2, qui sont à une température d'environ 1100°C. L'hydrate séparé dans les cyclones 6, 6a est alors porté à une température de 450 à 480°C.

5 , Par l'intermédiaire des récipients de relais 8, 8a, l'hydrate atteint les conduits 9, 9a de la zone de calcination 2 dans lesquels, ainsi que dans le séparateur 11, il est calciné en alumine, une partie réglable de la matière (par recyclage par les conduits de matière 12, 12a) traversant à plusieurs reprises la zone de calcination 2.

10 La chaleur nécessaire pour sécher, déshydrater et calciner finalement la matière est produite par combustion du combustible envoyé aux installations de brûleurs 10, 10a. L'air primaire est amené par l'intermédiaire des installations de brûleurs 15 10, 10a et l'air secondaire par les conduits d'air de refroidissement 17, 17a.

10 Pour parvenir à une consommation spécifique de combustible d'environ 750 kcal/kg de  $Al_2O_3$ , il faut recycler dans le système une proportion considérable de la chaleur sensible du courant d'alumine. Ce recyclage est possible par l'intermédiaire de l'air primaire et de l'air secondaire.

15 L'air primaire amené par l'intermédiaire des installations de brûleurs 10, 10a et l'air de fluidisation introduit comme indiqué par la flèche 18 sont réchauffés à une température d'environ 400 à 500°C dans le refroidisseur à lit tourbillonnaire 15. L'air secondaire est également envoyé dans le refroidisseur à lit tourbillonnaire 15 où il est porté à une température de 850 à 900°C; il atteint ensuite, par l'intermédiaire des conduits d'air de refroidissement 17, 17a, les cyclones 14, 14a.

20 30 Dans une variante du mode de réalisation représenté dans la figure 2 des dessins annexés, on peut également supprimer les organes de fermeture 26, 27 à glissement vertical. Le récipient de relais est alors conçu de manière qu'il y ait un rapport constant entre la quantité de matière évacuée par les conduits de matière 16, 16a et la quantité de matière recyclée dans la zone de calcination par les conduits 12, 12a.

## R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé pour calciner ou fritter des matières en grains fins, en particulier l'alumine, dans lequel la matière est réchauffée au préalable dans un réchauffeur à cyclones à plusieurs étages par 5 les gaz résiduaires chauds d'une zone de calcination, soumise à calcination finale dans la zone de calcination et refroidie dans une zone de refroidissement, une partie réglable de la matière étant recyclée dans la zone de calcination après l'avoir traversée et avoir été séparée du courant gazeux, caractérisé en ce que la 10 matière calcinée séparée du courant gazeux est envoyée dans un récipient de relais à partir duquel une partie, de préférence réglable de la matière, est recyclée dans la zone de calcination et le reste de la matière envoyé à la zone de refroidissement.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce 15 que les quantités de matière recyclée du récipient de relais dans la zone de calcination et envoyée dans la zone de refroidissement sont à peu près égales.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière qui se trouve dans le récipient de relais est 20 fluidisée à l'aide d'une petite quantité d'air de refroidissement ou de gaz résiduaire, de préférence avec 5 à 15 g d'air par kg de matière.
4. Appareillage pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la zone de calcination (2) 25 présente la forme d'un conduit (9, 9a) essentiellement vertical, traversé par les gaz du bas vers le haut, dans la région la plus basse duquel on a prévu une installation de brûleurs (10, 10a) et dans lequel débouche, à un endroit placé un peu plus haut, un conduit de recyclage (12, 12a) provenant du récipient de relais (3) et, à 30 un endroit placé encore au-dessus, un conduit de matière (13, 13a) provenant du réchauffeur (1).
5. Appareillage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le récipient de relais (par exemple 21) comporte un conduit 35 d'alimentation de matière (22) relié au séparateur et qui pénètre

dans la matière soumise à agitation (23), et comporte dans sa partie supérieure des orifices d'évacuation, de préférence réglables (24 et 25 respectivement) pour la matière à envoyer respectivement à la zone de calcination et à la zone de refroidissement.

5

6. Appareillage selon la revendication 5, caractérisé en ce que les orifices d'évacuation (24, 25) prévus respectivement pour la matière à envoyer à la zone de calcination et la matière à envoyer à la zone de refroidissement sont disposés à la même hauteur 10 et peuvent être réglés séparément au moyen d'organes de fermeture (26, 27) glissant verticalement.

10

7. Appareillage selon la revendication 5, caractérisé en ce que le récipient de relais (21) a un fond de fluidisation (28) de préférence alimenté en air de refroidissement.

15

8. Appareillage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les conduits de sortie de la matière des cyclones (5, 5a, 6, 6a) du réchauffeur à cyclones (1) sont reliés chacun à un autre récipient de relais (7, 7a, 8, 8a) fluidisé de préférence par l'air de refroidissement.

20

9. Appareillage selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'installation de brûleurs (10, 10a) contient au moins un brûleur à gazéification comportant un étage de distillation servant à la production de gaz de distillation lente et un étage subséquent de combustion.

25

10. Appareillage selon la revendication 1, caractérisé en ce que la zone de refroidissement (4) contient au moins un cyclone de refroidissement (14, 14a) et un refroidisseur à lit tourbillonnaire (15).

30

11. Appareillage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le réchauffeur (1) et la zone de calcination (2) comportent chacun deux sections disposées en parallèle relativement au trajet des gaz et de la matière et équipées d'un séparateur commun (11) et d'un récipient de relais commun (3).

FIG. 1

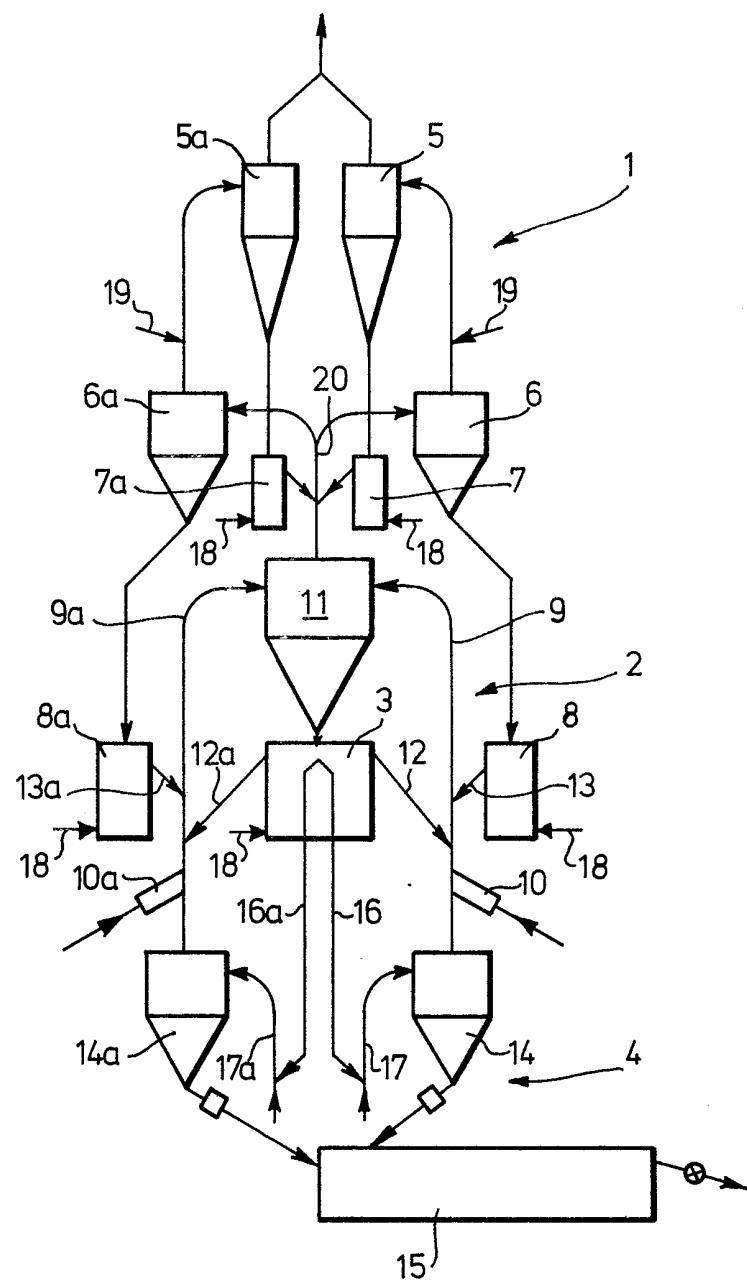


FIG.2

