

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11 Numéro de publication:

0 187 730
A2

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 86420003.5

51 Int. Cl.4: **B 03 B 4/00**
C 25 C 3/14

22 Date de dépôt: 06.01.86

30 Priorité: 08.01.85 FR 8500468

43 Date de publication de la demande:
16.07.86 Bulletin 86/29

84 Etats contractants désignés:
DE FR GB IT SE

71 Demandeur: **ALUMINIUM PECHINEY**
23, rue Balzac
F-75008 Paris(FR)

72 Inventeur: **Hanrot, Jean-Pascal**
7, La Clairnaude Pont de l'Arc
F-13100 Aix-en Provence(FR)

72 Inventeur: **Voelpeliere, Jacky**
Allée des Genêts Quartier Gassin Mimet
F-13120 Gardanne(FR)

72 Inventeur: **Pitour, André**
25, Lotissement Notre Dame
F-13120 Gardanne(FR)

74 Mandataire: **Pascaud, Claude et al.**
PECHINEY 28, rue de Bonnel
F-69433 Lyon Cedex 3(FR)

54 **Dispositif à lit fluidisé pour la séparation continue de deux phases solides mélangées.**

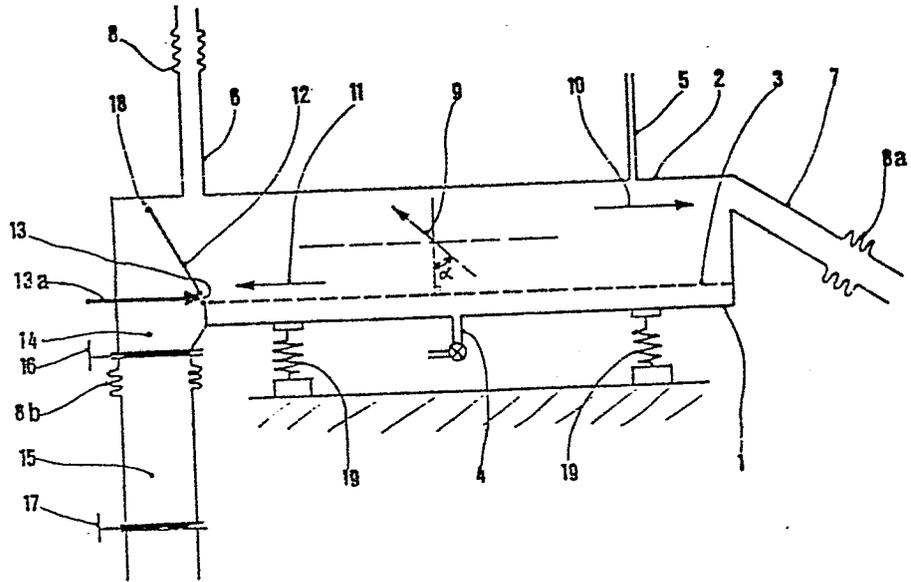
57 L'invention concerne un dispositif à lit fluidisé, pour la séparation de deux phases solides mélangées, dont l'une est formée d'un matériau pulvérulent fluidisable et l'autre est constituée d'un matériau non fluidisable dans les conditions de fluidisation de la première, ce dispositif comportant une enceinte suspendue par des moyens élastiques, constitué par un caisson inférieur (1) à circulation de gaz et un caisson supérieur (2) à circulation de matériaux pulvérulents fluidisés, entre lesquels est placée une paroi poreuse de fluidisation (3), au moins une tubulure (4) d'alimentation en gaz du caisson inférieur (1) et au moins une tubulure (5) d'évacuation du gaz de fluidisation du caisson supérieur (2).

Selon l'invention, le caisson supérieur (1) comporte:

- un moyen (6) d'introduction régulière du mélange des deux phases solides à séparer.
- une surverse (7) sur une face de l'enceinte pour évacuer la phase solide fluidisée
- un moyen d'évacuation de la phase solide décantée constitué par un orifice (13) situé au niveau de la paroi poreuse horizontale de fluidisation (3), dans la cloison (12) disposée vers l'extrémité du caisson supérieur (2) opposée à la surverse (7).
- un moyen de mise en vibration périodique (9) communiquant à la paroi poreuse une vibration ayant une composante orientée dans la direction opposée à la surverse.

EP 0 187 730 A2

FIG. 1



DISPOSITIF A LIT FLUIDISE POUR LA SEPARATION CONTINUE DE DEUX
PHASES SOLIDES MELANGEES

1. DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

5

L'invention concerne un dispositif de séparation, en lit fluidisé, de deux phases solides mélangées dont l'une est formée de matériaux pulvérulents fluidisables, tandis que l'autre est constituée de matériaux non fluidisables dans les conditions de fluidisation de la première.

10

Par "matériaux fluidisables", on entend tous les matériaux bien connus de l'homme de l'art, se présentant sous une forme pulvérulente et de granulométrie et de cohésion telles que la vitesse de passage de l'air insufflé provoque, à vitesse faible, la décohésion des particules entre elles et la réduction des forces de frottement interne. De tels matériaux sont, par exemple, l'alumine destinée à
15 l'électrolyse ignée, les ciments, plâtres, la chaux (vive ou éteinte), les cendres volantes, le fluorure de calcium, les charges d'apport pour caoutchouc; les féculés, les catalyseurs, les poussières de charbon, le sulfate de sodium, les phosphates, pyrophosphates, les matériaux plastiques sous la forme de poudre,
20 les produits alimentaires tels que le lait en poudre, les farines, etc...

2. ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Il est bien connu que de nombreuses technologies ont été étudiées et
25 développées pour le transport en lit fluidisé de matériaux pulvérulents depuis une zone de stockage jusqu'à au moins une zone de consommation à alimenter, éloignées l'une de l'autre, telle que par exemple, ensacheuse, mise en conteneur ou un ensemble de production comme presse extrudeuse.

30 Un exemple parmi bien d'autres est celui concernant l'alimentation en alumine des cellules d'électrolyse ignée pour la production de l'aluminium car le problème auquel se heurte le professionnel est celui du transport à longue distance d'un matériau pulvérulent, l'alumine. Emmagasiné dans un silo de très grande capacité, ce matériau est destiné à alimenter des ateliers de conditionnement se trouvant
35 éloignés de plusieurs centaines de mètres dudit silo; le problème fut résolu pendant longtemps par l'usage de conteneurs mobiles ou de transport pneumatique à haute pression ou de transports mécaniques.

Toutefois, des dispositifs de transports de l'alumine en lit fluidisé ont également été préconisés dans la littérature spécialisée. L'un d'entre eux, destiné à l'alimentation en alumine de cellules d'électrolyse en de multiples points est décrit, par exemple, dans le brevet US 4 016 053. Ce dispositif qui est proposé

5 pour transporter de l'alumine depuis une zone de stockage jusqu'à une zone de consommation comprend d'abord un convoyeur primaire à lit fluidisé, muni des moyens d'alimentation et d'évacuation du gaz utilisé pour fluidiser d'une manière permanente l'alumine et maintenir ledit convoyeur primaire essentiellement plein de matériaux fluidisés, puis comprend une pluralité de convoyeurs secondaires à

10 lit fluidisé, munis des mêmes moyens d'alimentation et d'évacuation du gaz de fluidisation, recevant et transportant des matériaux pulvérulents provenant du convoyeur primaire en les maintenant dans le même état de fluidisation permanente que dans le convoyeur primaire, enfin comprend des dispositifs d'alimentation discontinue en matériaux pulvérulents de chaque cuve

15 d'électrolyse.

3. PROBLEME A RESOUDRE - EXPOSE DU PROBLEME TECHNIQUE

Tout dispositif de transport en lit fluidisé d'un matériau pulvérulent, tel que

20 l'alumine, fonctionne d'une manière satisfaisante tant que ledit matériau est homogène, c'est-à-dire tant que le matériau pulvérulent à transporter constitue une seule phase fluidisable.

Mais, dès lors que les matériaux à transporter dans les convoyeurs à lit fluidisé

25 forment deux phases solides, en mélange, dont l'une décanse dans les conditions de fluidisation de l'autre, il se produit, dans les convoyeurs à lit fluidisé, des perturbations importantes et gênantes pour le fonctionnement, pouvant aboutir au blocage de la circulation des matériaux fluidisés, car, les matériaux décantés sur la paroi de fluidisation, entraînent la formation de veines gazeuses

30 préférentielles. De ce fait, le transport de l'alumine en convoyeurs fluidisés peut être perturbé par la présence d'une autre phase solide qui décanse dans les conditions de fluidisation de l'alumine.

Le problème se pose particulièrement lorsque l'on recycle, dans le système

35 d'alimentation des cuves d'électrolyse pour la production de l'aluminium, de l'alumine qui a été utilisée pour capter -grâce à ses propriétés d'adsorption- les

effluents fluorés émis par les cuves en fonctionnement. Cette alumine, chargée de produits de captage, tend à former des agglomérés compacts, appelés, en terme de métier "grattons" (scales), qui perturbent les dispositifs d'alimentation fluidisée.

5

4. OBJET DE L'INVENTION

L'objet de l'invention est donc un dispositif de séparation en lit fluidisé de deux phases solides mélangées dont l'une des phases est formée de matériaux pulvérulents fluidisables tandis que l'autre phase est constituée de matériaux non fluidisables dans les conditions de fluidisation de la première.

Le dispositif selon l'invention formant une enceinte à lit fluidisé suspendue par des moyens élastiques et qui comprend des moyens de fluidisation constitués par un caisson inférieur à circulation de gaz, un caisson supérieur à circulation des matériaux pulvérulents fluidisés entre lesquels est placée une paroi poreuse de fluidisation, au moins une tubulure d'alimentation en gaz du caisson inférieur, et au moins une tubulure d'évacuation du gaz de fluidisation du caisson supérieur, se caractérise en ce que le caisson supérieur à circulation des matériaux pulvérulents est muni :

- a) d'un moyen d'introduction à débit régulier du mélange des deux phases solides à séparer.
- b) d'une surverse sur l'une de ses faces verticales pour évacuer la phase solide fluidisée.
- c) d'un moyen vibratoire périodique communiquant au niveau de la paroi poreuse de fluidisation une vibration ayant une composante orientée dans le sens opposé à la face verticale munie de la surverse permettant de déplacer à contre-courant la phase solide ayant décanté.
- d) d'un moyen d'évacuation de la phase solide décantée.

Le moyen d'introduction à débit régulier du mélange des deux phases solides à séparer peut être placé en un point quelconque de la face supérieure du dispositif. Toutefois, il est souhaitable que ce moyen se situe du côté opposé à l'évacuation de la phase solide fluidisée.

35

La surverse permettant d'assurer par débordement l'évacuation de la phase solide fluidisée est munie d'un moyen flexible de raccordement au circuit aval fixe de transport. Ce peut être, par exemple, un manchon ondulé en caoutchouc.

5 Afin d'assurer l'évacuation de la phase solide décantée ainsi que sa répartition homogène sur la paroi poreuse de manière à ne pas perturber les conditions de formation du lit fluidisé, une vibration périodique est communiquée à la paroi poreuse de fluidisation. Cette vibration périodique peut être produite par toute source connue de l'homme de l'art telles que par exemple, mécanique, électromagnétique pneumatique, hydraulique ... , commandée par exemple par un
10 moyen de temporisation séquentiel et réglable permettant la mise en route de la source vibrante à intervalles réguliers et pour une durée déterminée. Ainsi, pour une vibration dont la fréquence est choisie entre 750 et 1500 cycles par minute et l'amplitude comprise entre 2 et 5 mm, valeurs correspondant à celles d'équipements industriels standards du type "tamis vibrant", la durée de
15 fonctionnement de la source vibrante est comprise entre 1 et 3 minutes à raison de 2 à 4 fois par heure. De plus, cette vibration doit être orientée dans le sens de l'évacuation de la phase solide décantée, c'est-à-dire en direction opposée à celle de la phase fluidisée; elle doit aussi avoir une composante verticale dirigée vers le haut donc une résultante inclinée par rapport au plan de la paroi
20 poreuse de fluidisation.

L'axe de vibration passe, de préférence, par le centre de gravité du dispositif, et a une inclinaison α par rapport à la verticale que l'on peut fixer de 0 à 70° sans toutefois que cette valeur constitue une limite absolue de l'invention, des
25 valeurs comprises entre 20 et 60° étant choisies, en pratique, avec une préférence pour une valeur de α proche de 45°.

La phase non fluidisée, ou phase décantée, sous l'effet de la vibration périodique et orientée progresse dans la direction opposée à celle de la phase
30 fluidisée, sur la paroi poreuse maintenue horizontale ou sensiblement horizontale. Cette horizontalité est en effet nécessaire pour ne pas modifier la répartition homogène de la phase décantée sur la paroi poreuse et par suite ne pas perturber les conditions de fluidisation. Toutefois, un écart de moins de 3 degrés par rapport à l'horizontale est acceptable.

La phase décantée, même si elle est peu importante, ne peut s'accumuler longtemps dans le caisson au terme de sa progression dans la direction opposée à celle de la phase fluidisée. Elle doit donc être périodiquement évacuée du caisson et récupérée par des moyens qui ne perturbent pas de façon sensible la fluidisation de l'autre phase, et qui seront décrits un peu plus loin. On peut
5 prévoir, en outre, une capacité de stockage de la phase décantée, vers l'extrémité du caisson.

Cette capacité de stockage de la phase solide décantée, qui est, par exemple, constituée par une colonne cylindrique ou polyédrique, peut être elle-même munie
10 d'un moyen de fluidisation, la paroi poreuse de fluidisation étant horizontale ou sensiblement horizontale.

La capacité de stockage de la phase solide décantée lorsqu'elle existe est également munie d'un moyen d'extraction périodique de ladite phase, permettant
15 d'isoler ladite capacité, mais également le lit fluidisé du dispositif de séparation, pendant que ce dispositif est en état de fonctionnement. Un tel moyen d'extraction peut être, par exemple, un sas, ou tout autre moyen équivalent connu de l'homme de l'art.

20 L'invention sera mieux comprise grâce à la description de la figure 1 illustrant un mode particulier de réalisation, en coupe verticale schématique.

Selon la figure, le dispositif à lit fluidisé de séparation des deux phases solides comporte un caisson inférieur (1) à circulation de gaz, un caisson supérieur (2) à
25 circulation des matériaux pulvérulents fluidisés, une paroi poreuse de fluidisation (3), une tubulure d'admission (4) du gaz de fluidisation et une tubulure d'évacuation (5) du gaz de fluidisation du caisson supérieur.

Le caisson supérieur (2) est également muni d'un moyen (non représenté)
30 d'introduction à débit régulier du mélange des deux phases solides à séparer, par la tubulure (6), associée à une manchette flexible (8).

A l'extrémité opposée au moyen d'introduction, se trouve une surverse (7) qui permet de conduire le matériau fluidisé hors du dispositif de séparation. La
35 surverse (7) est, de même, munie d'une manchette flexible (8a) permettant le raccordement du dispositif de séparation au circuit aval fixe de transport (non

représenté). Un moyen vibratoire orienté, représenté par la flèche (9) procure à la paroi poreuse de fluidisation une vibration orientée dans le sens opposé au déplacement du matériau fluidisé qui est représenté par la flèche (10). Cette vibration provoque la migration de la phase solide décantée dans le sens de la flèche (11).

5

Vers l'extrémité comportant le moyen d'introduction (6) du mélange des deux phases solides à séparer, se trouve une cloison (12) comportant, à sa base, au niveau de la paroi poreuse (3), une ouverture (13) de longueur sensiblement égale à la largeur de la paroi poreuse (3), et dont la hauteur doit être adaptée à la
10 taille des plus gros grains de la phase décantée. Cette ouverture (13) peut comporter un moyen d'obturation commandé, représenté symboliquement par le pointeau (13A).

Ce pointeau étant ouvert ou absent, la phase solide décantée, accompagnée inévitablement d'une certaine quantité de matériau pulvérulent fluidisé, vient
15 s'accumuler dans la capacité (14). La cloison (12) comporte, en outre, à sa partie supérieure, une ouverture (18) permettant l'évacuation de l'air de fluidisation vers le caisson supérieur (2).

La capacité (14) est munie, dans le cas de la figure, d'un sas (15) délimité par
20 les vannes (16) et (17), et d'un joint souple flexible (8b).

L'ouverture de la vanne (16) permet de placer dans le sas (15) la phase solide décantée à éliminer. Puis, la fermeture de la vanne (16) et l'ouverture de la vanne (17) assurent l'évacuation de ladite phase solide, sans que le
25 fonctionnement du dispositif de séparation en continu des deux phases solides soit perturbé.

Dans le cas où la capacité (14) est munie, à sa base, d'un moyen de fluidisation (non représenté), il peut être intéressant que la face oblique soit munie d'une
30 ouverture (18) permettant au gaz de fluidisation circulant de bas en haut dans la capacité (14) de s'échapper par le caisson supérieur (2).

En l'absence du sas (15), la phase solide décantée est évacuée par l'ouverture périodique de l'orifice (13) sous l'action du moyen de commande (13a), la phase
35 solie étant alors recueillie dans un récipient ou conteneur quelconque.

Enfin, le dispositif selon l'invention est suspendu par les moyens élastiques (19) le rendant ainsi asservi à la vibration (9).

5. EXEMPLE DE MISE EN OEUVRE DE L'INVENTION

5

Dans une installation industrielle d'alimentation en alumine de cuves d'électrolyse ignée de production d'aluminium selon le procédé Hall-Héroult, comportant le convoyage en lit fluidisé de l'alumine d'une zone de stockage à au moins une zone de consommation, on a effectué au moyen du dispositif selon l'invention, la
10 séparation en lit fluidisé de deux phases solides mélangées, l'une étant constituée de l'alumine, l'autre, de matériaux non fluidisables dans les conditions de fluidisation de la première, c'est-à-dire d'agglomérats d'alumine ("grattons").

Le dispositif selon l'invention a été implanté en amont du convoyeur d'alumine à
15 lit fluidisé de telle sorte que seule la phase solide fluidisée soit transférée par ledit convoyeur jusqu'aux cellules d'électrolyse, tandis que l'autre phase solide ayant décanté, était éliminée de l'installation de transport avant qu'elle ne perturbe le bon fonctionnement des convoyeurs à lit fluidisé.

20 Le dispositif selon l'invention avait une longueur de 3 mètres et une largeur de 60 cm. Le caisson inférieur (1) avait une hauteur de 10 cm tandis que le caisson supérieur (2) à circulation des matériaux pulvérulents fluidisés avait une hauteur de 45 cm.

La paroi poreuse de fluidisation (3) avait une surface de $1,4 \text{ m}^2$. La pression du
25 gaz de fluidisation dans le caisson étant de 600 mm de CE (5880 Pa), tandis que le débit cumulé dudit gaz était de $2 \text{ Nm}^3/\text{mn}$. Le dispositif selon l'invention était alimenté en un mélange de phases solides (alumine et agglomérats) d'une manière régulière à raison de 6 tonnes par heure.

30 La vibration orientée était produite par un vibreur à balourd, selon la flèche (9). L'angle de l'axe de l'émission de la vibration avec le plan horizontal était de 45 degrés. La fréquence de la vibration était de 1500 cycles par minute et son amplitude de 4 mm.

L'émission de la vibration était pratiquée pendant 2 minutes, à raison de 2 fois
35 par heure.

L'installation a fonctionné de façon continue pendant 6 mois. Pendant ce temps, on a traité dans le dispositif selon l'invention 26000 tonnes d'alumine, dont on a

pu éliminer par l'ouverture (13) 5100 kg de la phase solide décantée, soit à peu près en moyenne 0,2 kg de phase solide décantée et éliminée par tonne d'alumine.

- 5 Pendant toute cette période, le dispositif fluidisé d'alimentation des cuves d'électrolyse en alumine n'a subi aucune perturbation due aux "grattons" et autres agglomérés indésirables.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif à lit fluidisé, pour la séparation de deux phases solides mélangées, dont l'une est formée d'un matériau pulvérulent fluidisable et l'autre est constituée d'un matériau non fluidisable dans les conditions de fluidisation de la première, ce dispositif comportant une enceinte suspendue par des moyens
5 élastiques, constitué par un caisson inférieur (1) à circulation de gaz et un caisson supérieur (2) à circulation de matériaux pulvérulents fluidisés, entre lesquels est placée une paroi poreuse de fluidisation (3), au moins une tubulure (4) d'alimentation en gaz du caisson inférieur (1) et au moins une tubulure (5) d'évacuation du gaz de fluidisation du caisson supérieur (2), caractérisé en ce que
10. le caisson supérieur (1) comporte :

- un moyen (6) d'introduction régulière du mélange des deux phases solides à séparer,
- une surverse (7) sur une face de l'enceinte, pour évacuer la phase solide
15 fluidisée,
- un moyen d'évacuation de la phase solide décantée constitué par un orifice (13), situé au niveau de la paroi poreuse de fluidisation (3), dans la cloison (12) disposée vers l'extrémité du caisson supérieur (2) opposée à la surverse (7),
- un moyen de mise en vibration périodique (9) communiquant à la paroi poreuse
20 une vibration ayant une composante orientée dans la direction opposée à la surverse, avec une fréquence comprise entre 750 et 1500 cycles par minute et une amplitude comprise entre 2 et 5 mm.

2. Dispositif à lit fluidisé, selon revendication 1, caractérisé en ce que la
25 vibration (9) comporte, une composante verticale dirigée vers le haut, de façon que la résultante fasse, avec le plan de la paroi poreuse (3) un angle α compris entre 20 et 60°.

3. Dispositif à lit fluidisé, selon revendication 1, caractérisé en ce qu'il
30 comporte un moyen pour la mise en route périodique de la vibration pendant une durée de 1 à 3 minutes et à raison de 2 à 4 fois par heure.

4. Dispositif à lit fluidisé selon revendication 1, caractérisé en ce que la paroi poreuse de fluidisation (3) est sensiblement horizontale en formant un angle de
35 moins de 3 degrés avec l'horizontale.

5. Dispositif à lit fluidisé, selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le moyen d'extraction de la phase décantée est constitué par une capacité de stockage (14) reliée à un sas (15) isolé entre une vanne amont (16) et une vanne aval (17).
- 5
6. Dispositif à lit fluidisé, selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que la capacité (14) de stockage de la phase décantée comporte un moyen de fluidisation et un moyen (18) d'évacuation de l'air de fluidisation vers le caisson supérieur (2).
- 10
7. Dispositif à lit fluidisé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que le moyen d'évacuation de la phase solide décantée comporte un dispositif (13A) d'ouverture périodique de l'orifice (13).
- 15
8. Application du dispositif, selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, à l'alimentation en alumine des séries de cuves pour la production d'aluminium par électrolyse ignée, selon le procédé Hall-Héroult.

