

⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑲ Numéro de dépôt: **85401395.0**

⑤① Int. Cl.⁴: **B 02 C 17/16**

⑳ Date de dépôt: **09.07.85**

③① Priorité: **20.07.84 FR 8411539**

⑦① Demandeur: **Ferreri, Friedrich Werner, 2, Avenue du Général-de-Gaulle, F-94240 L'Hay-les-Roses (FR)**

④③ Date de publication de la demande: **22.01.86**
Bulletin 86/4

⑦② Inventeur: **Brenot, Jacques, 6-8 rue Firmin Gillot, F-75015 Paris (FR)**

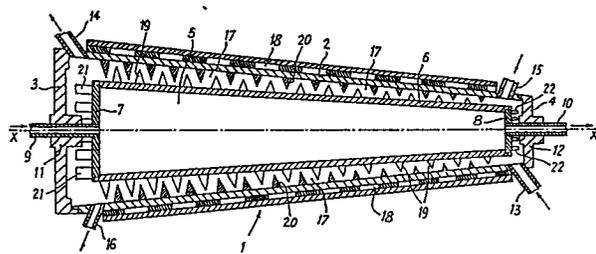
⑧④ Etats contractants désignés: **CH DE GB IT LI NL**

⑦④ Mandataire: **Bonnetat, Christian et al, Cabinet PROP Conseils 23 rue de Léningrad, F-75008 Paris (FR)**

⑤④ **Appareil de broyage en phase humide.**

⑤⑦ Appareil de broyage en phase humide comportant, d'une part, un récipient (1) contenant des éléments de broyage et traversé par un courant d'une bouillie du produit à broyer et, d'autre part, un agitateur (5) disposé à l'intérieur dudit récipient et destiné à mettre lesdits éléments de broyage en mouvement.

Selon l'invention, cet appareil de broyage est caractérisé en ce que ledit agitateur (5) présente la forme d'un corps de révolution dont la paroi extérieure (6) délimite avec la paroi intérieure (2) dudit récipient (1) une chambre de broyage annulaire périphérique (17) dont le volume croît dans le sens de l'écoulement de ladite bouillie.



Appareil de broyage en phase humide.

La présente invention concerne un appareil de broyage en phase humide comportant d'une part un récipient contenant des éléments de broyage, tels que des billes, et traversé par un courant d'une bouillie du produit à broyer et, d'autre part, un agitateur disposé à l'intérieur dudit récipient et destiné à mettre lesdits éléments de broyage en un mouvement.

On connaît déjà, par exemple par le brevet DE-A-2 125 888, un tel appareil de broyage en phase humide.

Cependant, cet appareil de broyage connu est complexe, onéreux et son rendement n'est pas optimal. Aussi, dans le brevet FR-A-2 347 981, il est proposé de remédier aux inconvénients de l'appareil antérieur en compartimentant l'espace entre le récipient et l'agitateur en une pluralité de zones de broyage, dont le volume de chacune va en croissant dans le sens de l'écoulement de la bouillie et en adaptant le diamètre des pales de l'agitateur au diamètre de chacune des zones de broyage.

La conception de l'appareil du brevet FR-A-2 347 981 est basée sur les observations suivantes :

- l'effet de broyage se produit lorsqu'une particule à broyer est écrasée entre deux billes qui se heurtent ;
- au fur et à mesure que se développe le processus de broyage, le nombre de particules à broyer, pour un volume donné, augmente alors que les dimensions desdites particules diminuent; le nombre de surfaces de contact entre billes et donc le nombre de billes, doit être proportionnel au nombre de particules à broyer et, par conséquent, proportionnel à l'augmentation du nombre de particules au fur et à mesure du déroulement du processus de broyage ;

- la durée de broyage dans la phase initiale du processus est plus courte que dans les phases suivantes et à plus forte raison, que dans les phases terminales ;
- 5 - la zone de broyage doit contenir le maximum possible de billes, pour augmenter la probabilité de chocs ;
- le nombre de billes devant être proportionnel à tout moment au nombre de particules à broyer, ceci implique que le volume de la zone de broyage augmente au fur et à mesure que la quantité de particules à broyer devient plus grande ;
- 10 - l'effet de broyage étant lié à l'énergie de choc de deux billes, et cette énergie liée elle-même à la somme de leurs énergies cinétiques, il importe qu'à une diminution du diamètre de ces billes corresponde une augmentation de leur vitesse, ce qui implique une augmentation du diamètre des
- 15 pales de l'agitateur au fur et à mesure de l'avancement du processus de broyage.

A volume utile équivalent, et pour des produits identiques, un appareil respectant les constatations précédentes a un rendement environ double de celui des appareils antérieurs.

- 20 Cependant, l'appareil conforme au document FR-A-2 347 981 présente encore de graves inconvénients, à savoir :

- complexité des pièces d'usure en mouvement (notamment de l'agitateur) ;
- prix de revient élevé ;

- et, surtout, difficultés de refroidissement, faute de surface d'échanges thermiques suffisante par rapport à la quantité de travail que l'on peut déployer. Ceci limite les dimensions, comme les performances, dudit appareil qui ne
5 peut donner toutes ses possibilités, l'échauffement inéluctable du produit en cours de broyage interdisant l'exploitation à pleine puissance de l'appareil broyant. Il en résulte de plus que les produits plastiques qui ne tolèrent pas des températures excédant 35 à 40°C, ne sont
10 pas susceptibles d'être efficacement traités par de tels appareils.

La présente invention a pour objet de définir un appareil palliant ces différents inconvénients, tout en permettant de respecter les lois résultant des observations mentionnées
15 ci-dessus.

Bien plus, les formes de sa chambre de travail, entièrement originales, traduisent encore bien plus rigoureusement dans leur architecture les lois citées plus haut et l'augmentation considérable pour un volume donné de la surface
20 d'échange thermique autorise notamment une forte augmentation dans un même temps du travail fourni, entraînant de ce fait un rendement supérieur et la possibilité de traiter tout produit, même de haute sensibilité à la chaleur.

Quant aux coûts de fabrication de l'appareil selon
25 l'invention, ils sont sensiblement abaissés, l'ensemble des pièces d'usure, par la simplicité de leurs formes, autorisant un très large recours à la fonderie.

A ces fins, selon l'invention, l'appareil de broyage en phase humide comportant, d'une part, un récipient contenant

des éléments de broyage et traversé par un courant d'une bouillie du produit à broyer, et, d'autre part, un agitateur disposé à l'intérieur dudit récipient et destiné à mettre lesdits éléments de broyage en mouvement, est remarquable en ce que ledit agitateur présente la forme d'un corps de révolution dont la paroi extérieure délimite avec la paroi intérieure dudit récipient une chambre de broyage annulaire périphérique dont le volume croit dans le sens de l'écoulement de ladite bouillie.

10 Ainsi, selon l'invention, l'agitateur est constitué d'un corps de révolution pouvant présenter une grande surface en regard du récipient, au lieu d'être un simple arbre pourvu d'ailettes ou de pales comme dans la technique antérieure. Par suite, dans l'appareil selon l'invention l'agitateur
15 présente une grande surface d'échange thermique permettant l'élimination de la chaleur engendrée pendant le broyage. Le rendement de l'appareil est donc amélioré.

Par ailleurs, du fait de la conception de l'agitateur en corps de révolution, il est de plus possible de prévoir un
20 système de refroidissement, associé audit agitateur, ce qui améliore encore les performances. En effet, l'agitateur peut être réalisé sous la forme d'un corps creux, qui est traversé par un courant de fluide de refroidissement passant à travers les arbres servant au montage dudit agitateur par
25 rapport audit récipient.

Afin d'être aussi efficace que possible, il est avantageux que ledit courant de fluide de refroidissement soit de sens opposé à celui de ladite bouillie ; ainsi, la partie la plus chaude de l'appareil est parcourue par un fluide de
30 refroidissement non encore réchauffé.

De préférence, on prévoit également un système de refroidissement pour ledit récipient.

Afin d'améliorer autant que possible la mise en mouvement des éléments de broyage, la périphérie de l'agitateur porte des éléments d'agitation faisant saillie dans ladite chambre de broyage. Il est avantageux que la périphérie du récipient porte alors des éléments de freinage du mouvement des éléments de broyage, faisant également saillie dans ladite chambre de broyage et disposés entre lesdits éléments d'agitation liés à l'agitateur.

Si l'on part de l'hypothèse minimale que chaque particule à broyer passant par un point de contact entre deux éléments de broyage donne naissance à deux particules, il est avantageux que l'accroissement du nombre de ces points de contact, dans le sens de l'écoulement de ladite bouillie, croisse au moins comme environ une progression géométrique de raison 2. Il faut donc que l'augmentation du volume de la chambre de broyage, dans le sens de l'écoulement de ladite bouillie, permette une telle augmentation du nombre des points de contact. Bien entendu, l'augmentation réelle du volume de ladite chambre de broyage sera fonction du fait que lesdites billes peuvent être toutes identiques ou bien être de plus en plus petites au fur et à mesure que le volume de la chambre de broyage s'accroît, compte tenu de ce que la totalité du volume de cette chambre de broyage est remplie de billes de broyage.

Dans un mode de réalisation particulièrement avantageux, la paroi intérieure du récipient et la paroi extérieure de l'agitateur sont des surfaces coniques coaxiales, convergeant dans le même sens.

La figure unique du dessin annexé fera bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur cette figure, on a représenté en coupe axiale schématique un mode de réalisation de l'appareil selon l'invention.

5 L'appareil selon l'invention, montré schématiquement sur cette figure unique comporte un stator 1 constitué par une enveloppe tronconique 2 d'axe X-X, obturée à ses extrémités par des flasques 3 et 4, respectivement.

10 A l'intérieur du stator 1 est disposé un rotor 5, constitué par une enveloppe tronconique 6, obturée à ses extrémités par des flasques 7 et 8, respectivement. Le rotor 5 est coaxial au stator 1 et est monté rotatif par rapport à celui-ci par l'intermédiaire d'arbres 9 et 10, par exemple solidaires de flasques 7 et 8 respectivement. Les arbres 9
15 et 10 traversent des garnitures de palier 11 et 12, étanches sous pression.

Le stator 1 comporte une entrée 13 et une sortie 14 pour la bouillie du produit à broyer, ainsi qu'une entrée 15 et une sortie 16 pour les billes de broyage (non représentées sur
20 le dessin à des fins de clarté).

Les enveloppes tronconiques 2 et 6 convergent dans le même sens et elles délimitent entre elles un volume 17 en forme de couronne tronconique constituant la chambre de broyage contenant les billes.

25 Les arbres 9 et 10 sont creux, de sorte qu'ils peuvent servir à faire circuler à l'intérieur de l'enveloppe 6 du rotor 5 un fluide de refroidissement, par exemple de l'eau

de l'arbre 9 vers l'arbre 10.

De même, l'enveloppe 2 du stator 1 est prévue à double paroi pourvue d'un réseau de canaux 18 pour la circulation d'un fluide de refroidissement.

- 5 On constate ainsi que, pour un volume donné, la surface d'échange thermique est optimale et que les parois de chacune des parois tronconiques 2 et 6, refroidies par une circulation d'eau, jouent au maximum leur rôle d'échangeur de chaleur.
- 10 Les angles au sommet de chacune des parois thermiques 2 et 6 sont choisies pour que la variation du volume de la couronne tronconique 17 constituant la chambre de travail croisse dans le sens de l'écoulement de la bouillie entre l'entrée 13 et la sortie 14. On peut bien entendu régler lesdits angles au
- 15 sommet pour que cette augmentation du volume de la couronne tronconique 17 suive toute loi désirée.

- La surface extérieure de l'enveloppe 6 du rotor 5 porte une vis d'archimède dont les spires 19 sont disposées de telle manière que chacune d'elles se trouve à chaque fois dans le
- 20 créneau défini par deux spires consécutives 20 de la paroi intérieure du stator 1 qui porte également une vis d'archimède de pas identique.

- Entre les spires 19 du rotor 5 et celles 20 du stator 1 existe, dans la chambre de broyage 17, un espace qui permet
- 25 sous l'action inverse des deux vis d'archimèdes un jeu adéquat des billes au sein du produit emplissant ladite chambre de broyage.

- Bien entendu, l'ensemble des spires 19 et 20 est sujet à de nombreuses variantes, permettant d'obtenir l'action de broyage recherchée pour lesdites billes. Par exemple, les éléments actifs pour l'agitation fournie par le rotor 5
- 5 peuvent se présenter sous forme de spires discontinues, de pas égal mais de sens contraire, alternées sur la surface externe du rotor. Dans ce cas et réciproquement, la surface interne du stator porte des spires de même pas, situées dans les espaces délimités par les spires du stator.
- 10 Pour éviter la création de zones mortes entre les flasques 3 et 7 d'une part et 4 et 8 d'autre part, les flasques 7 et 8 du rotor 5 portent des ailettes de brassage 21 et 22, respectivement.
- 15 A l'appareil représenté sur la figure sont associés un moteur pour l'entraînement du rotor 5, ainsi que des pompes pour la circulation de la bouillie de produit à broyer et des fluides de refroidissement. Le moteur et ces pompes ne sont pas représentés sur la figure.

REVENDEICATIONS

1.- Appareil de broyage en phase humide comportant, d'une part, un récipient (1) contenant des éléments de broyage et traversé par un courant d'une bouillie du produit à broyer et, d'autre part, un agitateur (5) disposé à l'intérieur dudit récipient et destiné à mettre lesdits éléments de broyage en mouvement, ledit agitateur (5) présentant la forme d'un corps de révolution dont la paroi extérieure (6) délimite avec la paroi intérieure (2) dudit récipient (1) une chambre de broyage annulaire périphérique (17),
10 caractérisé en ce que le volume de ladite chambre de broyage annulaire périphérique (7) croît dans le sens de l'écoulement de ladite bouillie et en ce que ledit agitateur (5) est creux et est traversé par un courant de fluide de refroidissement passant à travers les arbres (11,12) servant au montage dudit agitateur (5) par rapport audit récipient (1).

2.- Appareil de broyage selon la revendication 1, dans lequel la totalité de la chambre de broyage (17) est em-
20 plie d'éléments de broyage en forme de billes, caractérisé en ce que l'accroissement du volume de la chambre (17) est tel que le nombre des points de contact entre billes croît, dans le sens de l'écoulement de ladite bouillie, au moins comme environ une progression géométrique de raison 2.

3.- Appareil de broyage selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel la paroi intérieure (2) du récipient (1) et la paroi extérieure (6) de l'agitateur (5) sont des surfaces coniques coaxiales, conver-
30 geant dans le même sens, caractérisé en ce que lesdites surfaces coniques ont des angles au sommet différents.

- 4.- Appareil de broyage selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit courant de fluide de refroidissement est de sens opposé à celui de ladite bouillie.
- 5
- 5.- Appareil de broyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'un système de refroidissement est associé audit récipient (1).
- 10
- 6.- Appareil de broyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la périphérie du récipient (1) porte, outre des éléments d'agitation (19) faisant saillie dans ladite chambre de broyage (17), des éléments de freinage (20) faisant saillie dans ladite chambre de broyage (17) et disposés entre les éléments d'agitation (19) liés à l'agitateur.
- 15
- 7.- Appareil de broyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que des éléments de brassage (21,22) sont portés par les extrémités de l'agitateur (5) en regard des extrémités dudit récipient (1).
- 20

0169140

