

(19)



(11)

**EP 2 785 461 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:

**03.02.2016 Bulletin 2016/05**

(51) Int Cl.:

**B02C 15/06 (2006.01)**

(86) Numéro de dépôt international:

**PCT/FR2012/052768**

(21) Numéro de dépôt: **12816691.5**

(22) Date de dépôt: **30.11.2012**

(87) Numéro de publication internationale:

**WO 2013/079883 (06.06.2013 Gazette 2013/23)**

(54) **BROYEUR PAR COMPRESSION DE LIT DE MATIÈRES**

**GUTBETTWALZENMÜHLE**

**BED ROLLER MILL**

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **02.12.2011 FR 1103689**

(43) Date de publication de la demande:

**08.10.2014 Bulletin 2014/41**

(73) Titulaire: **Fives FCB**

**59650 Villeneuve d'Ascq (FR)**

(72) Inventeurs:

- **CORDONNIER, Alain**  
**F-59650 Villeneuve d'Ascq (FR)**
- **DEVROE, Sébastien**  
**F-59650 Villeneuve d'Ascq (FR)**

(74) Mandataire: **Bureau Duthoit Legros Associés**

**96/98 Boulevard Carnot**  
**59027 Lille Cedex (FR)**

(56) Documents cités:

**EP-A1- 0 829 303 WO-A1-97/39829**  
**DE-C- 463 922 NL-C- 101 034**

**EP 2 785 461 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** L'invention concerne un broyeur par compression de lit de matières, usuellement dénommé broyeur horizontal à galet, ainsi qu'un procédé de broyage mettant en oeuvre un tel broyeur.

**[0002]** Un tel broyeur trouve une application particulière pour le broyage de matières minérales, en particulier en voie sèche, non limitativement, pour la fabrication de clinker de ciment.

**[0003]** Les documents EP-0.486.371 et EP-0.934.120 décrivent un tel type de broyeur qui comprend un cylindre tournant suivant un axe horizontal, et dont la paroi intérieure constitue une piste de roulement pour un rouleau de broyage, d'axe de rotation parallèle à l'axe du cylindre, appliqué sous forte pression sur la piste de roulement. La matière est alimentée à l'une des extrémités du cylindre et ressort à l'autre extrémité.

**[0004]** Sous l'effet de la rotation du cylindre, la matière passe plusieurs fois entre la piste de roulement et le rouleau de broyage, et il est connu de contrôler le nombre de passages grâce à des dispositifs d'avance de matières, tels que ceux décrits dans les documents mentionnés plus haut.

**[0005]** Dans un tel broyeur, la matière avance d'une extrémité à l'autre du cylindre en subissant les actions de broyage successif. Ainsi la granulométrie de la matière est plus grossière dans la partie du broyeur située près de l'extrémité de l'entrée, que dans la partie du broyeur située près de l'extrémité de la sortie.

**[0006]** Classiquement la matière alimentée dans le broyeur possède une granulométrie grossière, avec une taille maximale de grain pouvant atteindre 120 mm. Par l'effet du fonctionnement des systèmes de manutention, le débit des matières est sujet à des fluctuations, et la répartition granulométrique est hétérogène. Ceci induit des variations de la constitution et de l'épaisseur du lit de matières et, de ce fait, des variations de la réaction des forces exercées par le rouleau de broyage qui se traduisent par des vibrations du broyeur.

**[0007]** Ces vibrations créent des sollicitations mécaniques qui participent à la réduction de la durée de vie des constituants de la machine, voire des éléments voisins dans l'atelier de broyage.

**[0008]** On connaît également du document WO97/39829 un procédé de broyage en voie humide mis en oeuvre dans un broyeur comportant une piste circulaire et un rouleau de broyage, apte à rouler sur la piste et pressé élastiquement sur celle-ci.

**[0009]** Dans cette antériorité, la surface du lit de matière est uniformisée par l'ajout d'eau ou d'un autre liquide projeté sous pression par des buses, ce qui permet d'améliorer la répartition des matières en une couche d'épaisseur uniforme sur la piste.

**[0010]** Selon une variante de cette antériorité, le broyeur comprend un rouleau de pré-compression, placé en amont du rouleau de broyage. Ce rouleau de pré-compression est, tout comme le rouleau de broyage,

pressé élastiquement sur la piste circulaire. Le rouleau de pré-compression a pour fonction d'assurer l'essorage de la couche de matière, et éviter que l'eau refoulée par essorage au dessus de la couche de matières n'atteigne le rouleau de broyage. Le broyeur du document WO97/39829 ne conviendrait pas pour le broyage de matières en voie sèche. Sans aspersion de liquide afin d'uniformiser la surface du lit de matière, le rouleau de pré-compression de cette antériorité, qui n'est pas maintenu à distance de la piste, ne permettrait pas d'uniformiser le lit de matière à la manière du rouleau égalisateur du broyeur conforme à l'invention. Le but de la présente invention est de proposer un broyeur à cylindre horizontal qui pallie les inconvénients précités, dont la durée de vie est augmentée par rapport aux broyeurs à cylindre horizontal connus de l'état de la technique.

**[0011]** Un autre but de la présente invention est de proposer un procédé de broyage mis en oeuvre par un broyeur conforme à l'invention.

**[0012]** D'autres buts et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre qui n'est donnée qu'à titre indicatif et qui n'a pas pour but de la limiter.

**[0013]** Aussi l'invention est relative à un broyeur par compression de lit de matières, comprenant :

- un cylindre à axe horizontal dont la paroi intérieure comporte une piste de roulement pour un rouleau de broyage, disposé intérieur audit cylindre,
- des moyens pour entraîner en rotation le cylindre autour de son axe,
- ledit rouleau de broyage, d'axe parallèle à celui de l'axe du cylindre,
- des moyens pour appliquer ledit rouleau de broyage contre la piste de roulement dudit cylindre,
- une entrée pour l'alimentation de matière à broyer située à l'une des extrémités dudit cylindre et une sortie pour la matière broyée à l'autre extrémité dudit cylindre.

**[0014]** Selon l'invention, ledit broyeur comprend :

- un rouleau égalisateur, disposé en amont dudit rouleau de broyage suivant le sens de rotation dudit cylindre, destiné à égaliser la surface du lit de matières,
- des moyens de maintien du rouleau égalisateur, à proximité et à distance de la piste de roulement dudit cylindre, interdisant tout contact entre ledit rouleau égalisateur et la piste de roulement.

**[0015]** Selon l'invention, lesdits moyens de maintien du rouleau égalisateur à proximité et à distance de la piste de roulement dudit cylindre, d'une part, et lesdits moyens pour appliquer ledit rouleau de broyage contre la piste de roulement dudit cylindre, d'autre part, sont tels que ledit rouleau égalisateur est apte à exercer sur le lit de matières une pression qui égalise sa surface, infé-

rieure à la pression exercée par ledit rouleau de broyage sur ledit lit de matières.

**[0016]** Un tel broyeur permet la mise en oeuvre d'un procédé de broyage par compression de lit de matières dans lequel, lors de chaque tour de cylindre, la matière passe successivement sous le rouleau égalisateur puis sous le rouleau de broyage, ledit rouleau égalisateur exerçant sur le lit de matières une pression qui égalise sa surface, inférieure à la pression exercée par ledit rouleau de broyage sur ledit lit de matières.

**[0017]** Selon un mode de réalisation du procédé de broyage lesdits moyens de maintien du rouleau égalisateur garantissent une distance minimale entre la piste de roulement et la surface dudit rouleau égalisateur, et dans lequel on alimente le broyeur d'une taille maximale de grain déterminée comprise entre 1 mm et 120 mm et on détermine ladite distance minimale supérieure ou égale à 0.5 fois la taille de grain maximale déterminée.

**[0018]** Selon des caractéristiques optionnelles de l'invention, prises seules ou en combinaison :

- le rouleau égalisateur est libre de rotation, apte à être entraîné en rotation autour de son axe grâce aux frottements avec le lit de matières ;
- le broyeur présente des moyens moteur pour entraîner en rotation le rouleau égalisateur de telle sorte que sa vitesse périphérique soit égale à la vitesse moyenne du lit de matières sur lequel ledit rouleau égalisateur est destiné à s'appliquer ;
- le broyeur est destiné à traiter des grains de taille maximale comprise entre 1 mm et 120 mm et dans lequel le diamètre du rouleau égalisateur est compris entre 100 mm et 660 mm ;
- lesdits moyens de maintien du rouleau égalisateur comprennent des moyens d'articulation, aptes à autoriser le déplacement dudit rouleau égalisateur selon une direction sensiblement radiale vers l'axe dudit cylindre et des moyens élastiques contraignant ledit rouleau égalisateur dans le sens opposé, vers la piste de roulement ;
- lesdits moyens de maintien dudit rouleau égalisateur assurent le maintien dudit rouleau égalisateur par ses deux extrémités, lesdits moyens de maintien comportant deux bras, chacun articulé, d'une part, à l'une des extrémités dudit bras audit rouleau égalisateur, suivant l'axe dudit rouleau égalisateur et, d'autre part, à l'autre extrémité dudit bras à un bâti dudit broyeur, suivant un axe de rotation parallèle à l'axe dudit cylindre ;
- la longueur dudit rouleau égalisateur est supérieure ou égale à la longueur dudit rouleau de broyage, ledit rouleau égalisateur étant disposé en correspondance dudit rouleau de broyage suivant la longueur du cylindre ;
- le broyeur présente des moyens pour contrôler le déplacement de la matière sur la longueur dudit cylindre de sorte que ladite matière ne parcourt qu'une fraction de longueur du cylindre à chaque tour de

cylindre et passe plusieurs fois entre le cylindre et le rouleau de broyage, depuis ladite entrée d'alimentation de matières à broyer jusqu'à ladite sortie de matières broyées et dans lequel la distance entre la surface dudit rouleau égalisateur et la piste de roulement est variable suivant la longueur dudit cylindre, décroissante de ladite entrée vers ladite sortie ;

- lesdits moyens pour appliquer ledit rouleau de broyage contre la piste de roulement dudit cylindre sont tels que le rouleau de broyage exerce sur le lit de matières une pression moyenne entre 10 MPa et 40 MPa et lesdits moyens de maintien du rouleau égalisateur sont tels que le rouleau égalisateur exerce sur le lit de matières une pression inférieure à 10 MPa, de préférence inférieure à 1 MPa ;
- l'axe de rotation du rouleau égalisateur est parallèle à l'axe dudit cylindre.

**[0019]** Selon un mode de réalisation du procédé de broyage, on alimente ledit broyeur en une matière d'une taille maximale de grain déterminé et on choisit le diamètre dudit rouleau égalisateur de la manière suivante :

- compris entre 2 fois et 6 fois ladite taille maximale des grains à broyer si, sous cette condition, le diamètre de rouleau égalisateur est supérieur ou égale à 0,15 fois le diamètre du rouleau de broyage et, autrement,
- au moins égale à 0,15 fois le diamètre du rouleau de broyage.

**[0020]** L'invention concerne également un procédé de broyage par compression de lit de matières mis en oeuvre au moyen d'un broyeur conforme à l'invention, dont les moyens de maintien comportent lesdits moyens d'articulation et dans lequel on alimente ledit broyeur en une matière d'une taille maximale de grain déterminé et on ajuste la course de déplacement dudit rouleau égalisateur de telle sorte à maintenir la surface du rouleau égalisateur à une distance de la piste de roulement comprise entre 0,5 fois et 3 fois la taille maximale des grains à broyer.

**[0021]** Le procédé de broyage et le broyeur conformes à l'invention trouvent une application particulière pour le broyage de matières en voie sèche.

**[0022]** L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante accompagnée des dessins en annexe parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un broyeur conforme à l'invention, selon une coupe verticale, illustrant le cylindre et le rouleau de broyage (rouleau égalisateur non visible).
- la figure 2 est une vue schématique de côté du broyeur selon la figure 1.
- la figure 3 est une vue schématique du broyeur selon la figure 2, illustrant plus particulièrement lesdits moyens de maintien dudit rouleau égalisateur, selon

un mode de réalisation non limitatif.

- la figure 4 est une vue de coupe d'un broyeur conforme à l'invention selon un second mode de réalisation, illustrant le cylindre et le rouleau égalisateur (rouleau de broyage non visible).

**[0023]** Aussi l'invention concerne un broyeur 1 par compression de lit de matières 5, comprenant :

- un cylindre 2 à axe A horizontal dont la paroi intérieure comporte une piste de roulement 20 pour un rouleau de broyage 3, disposé intérieur audit cylindre 2,
- des moyens pour entraîner en rotation le cylindre autour de son axe A,
- ledit rouleau de broyage 3, d'axe parallèle à celui de l'axe A du cylindre 2,
- des moyens pour appliquer ledit rouleau de broyage 3 contre la piste de roulement 20 dudit cylindre 2,
- une entrée 7 pour l'alimentation de matière à broyer située à l'une des extrémités dudit cylindre 2 et une sortie 8 pour la matière broyée à l'autre extrémité dudit cylindre 2.

**[0024]** Lesdits moyens pour entraîner en rotation le cylindre 2 peuvent comprendre un motoréducteur dont l'axe de sortie présente un pignon couplé à une couronne dentée, solidaire de la paroi extérieure du cylindre 2.

**[0025]** Lesdits moyens pour appliquer ledit rouleau de broyage 3 contre la piste de roulement 20 peuvent comprendre des glissières guidant les extrémités du rouleau de broyage 3, ainsi que des vérins ou des ressorts aptes à exercer sur les extrémités du rouleau de broyage 3 des efforts qui sont transmis au rouleau de broyage 3.

**[0026]** Selon un mode de réalisation, lesdits moyens pour appliquer ledit rouleau de broyage 3 contre la piste de roulement 20 dudit cylindre 2 sont tels que le rouleau de broyage 3 exerce sur le lit de matières 5 une pression moyenne entre 10 MPa et 40 MPa.

**[0027]** L'alimentation des matières à l'entrée 7 et/ou l'évacuation des matières à la sortie 8 peuvent être obtenues au moyen de système de manutention pneumatique.

**[0028]** De préférence, le broyeur présente des moyens (non illustrés) pour contrôler le déplacement de la matière sur la longueur dudit cylindre 2 de sorte que ladite matière ne parcourt qu'une fraction de longueur du cylindre 2 à chaque tour de cylindre 2 et passe plusieurs fois entre le cylindre 2 et le rouleau de broyage 3 depuis ladite entrée 7 d'alimentation de matière à broyer jusqu'à ladite sortie 8 de matière broyée.

**[0029]** Ces moyens peuvent comprendre un dispositif destiné à assurer l'avance de la matière, d'une extrémité à l'autre du cylindre 2 tel que notamment décrit dans le document EP-0.486.371 ou encore EP-0.934.120. Un tel dispositif comprend un racleur (ou couteau) placé à l'intérieur du cylindre, dans la partie supérieure descendant

te, de façon à détacher la matière de la piste de roulement et une, ou de préférence, plusieurs plaques déflectrices disposées sous le racleur de façon à intercepter la matière détachée par ce dernier et la dévier vers la sortie du broyeur.

**[0030]** Selon l'invention, le broyeur comprend :

- un rouleau égalisateur 4 disposé en amont dudit rouleau de broyage 3 suivant le sens de rotation R dudit cylindre 2,
- des moyens de maintien 6 du rouleau égalisateur 4 à proximité et à distance de la piste de roulement dudit cylindre 2.

**[0031]** Les moyens 4, 6 sont tels que, lors de chaque tour de cylindre 2, la matière passe successivement sous le rouleau égalisateur 4 puis sous le rouleau de broyage 3, ledit rouleau égalisateur 4 exerçant sur le lit de matières 5 une pression qui égalise sa surface, inférieure à la pression P exercée par ledit rouleau de broyage 3 sur ledit lit de matières 5.

**[0032]** De préférence, en fonctionnement la pression du rouleau égalisateur sur le lit de matières 5 est inférieure à la pression nécessaire à broyer les particules de matière. A cet effet, lesdits moyens de maintien 6 du rouleau égalisateur 4 sont tels que le rouleau égalisateur 4 exerce sur le lit de matières 5 une pression inférieure à 10 MPa, de préférence inférieure à 1 MPa.

**[0033]** De préférence, la longueur dudit rouleau égalisateur 4 peut être supérieure ou égale à la longueur dudit rouleau de broyage 3, ledit rouleau égalisateur 4 étant disposé en correspondance dudit rouleau de broyage 3 suivant la longueur du cylindre 2.

**[0034]** Selon l'invention, lesdits moyens de maintien 6 du rouleau égalisateur 4 garantissent une distance minimale entre la piste de roulement 20 et la surface dudit rouleau égalisateur 4, interdisant tout contact entre ledit rouleau égalisateur 4 et la piste de roulement 20.

**[0035]** Cette distance minimale permet de s'assurer que les matières granuleuses du lit de matières puissent être chassées latéralement, suivant l'axe du rouleau, sous l'action dudit rouleau égalisateur 4, et ainsi d'obtenir un lit de matières d'épaisseur constante sur la longueur du rouleau égalisateur 4. Cette distance minimale peut être déterminée en fonction de la taille de grain maximale alimentant le broyeur qui peut être comprise entre 1 mm et 120 mm. Selon un mode de réalisation, la distance minimale est supérieure ou égale à 0.5 fois la taille de grain maximale déterminée.

**[0036]** Selon un mode de réalisation, le rouleau égalisateur 4 est libre de rotation, apte à être entraîné en rotation autour de son axe grâce aux frottements avec le lit de matières 5.

**[0037]** Alternativement, le broyeur peut présenter des moyens moteur pour entraîner en rotation le rouleau égalisateur 4 de telle sorte que sa vitesse périphérique soit égale à la vitesse moyenne du lit de matières 5 sur lequel ledit rouleau égalisateur 4 est destiné à s'appliquer.

**[0038]** Selon un mode réalisation, le broyeur 1 est destiné à broyer des grains de taille maximale comprise entre 1 mm et 120 mm, le diamètre du rouleau égalisateur 4 étant alors compris entre 100 mm et 660 mm.

**[0039]** De préférence, on alimente ledit broyeur 1 en une matière d'une taille maximale de grain déterminé et on choisit le diamètre dudit rouleau égalisateur 4 de la manière suivante :

- compris entre 2 fois et 6 fois ladite taille maximale des grains à broyer si, sous cette dernière condition, le diamètre de rouleau égalisateur est supérieur ou égal à 0,15 fois le diamètre du rouleau de broyage 3 et, autrement,
- au moins égal à 0,15 fois le diamètre du rouleau de broyage 3, notamment inférieur à 0,5 fois le diamètre du rouleau de broyage 3.

**[0040]** Lesdits moyens de maintien 6 du rouleau égalisateur 4 peuvent comprendre des moyens d'articulation, aptes à autoriser le déplacement dudit rouleau égalisateur 4 selon une direction sensiblement radiale vers l'axe A dudit cylindre 2 et des moyens élastiques (non illustrés) contraignant ledit rouleau égalisateur 4 dans le sens opposé, vers la piste de roulement (20).

**[0041]** Selon un mode de réalisation, lesdits moyens de maintien 6 dudit rouleau égalisateur 4 assurent le maintien dudit rouleau égalisateur 4 par ses deux extrémités, lesdits moyens d'articulation desdits moyens de maintien 6 comportant deux bras 60, chacun articulé, d'une part, à l'une des extrémités dudit bras 60 audit rouleau égalisateur 4, suivant l'axe dudit rouleau égalisateur 4 et, d'autre part, à l'autre extrémité dudit bras 60 à un bâti dudit broyeur 1, suivant un axe de rotation B, notamment parallèle à l'axe A dudit cylindre 2.

**[0042]** De préférence, la course de déplacement du rouleau égalisateur 4 est limitée par lesdits moyens de maintien 6.

**[0043]** Avantagusement, on alimente ledit broyeur 1 en une matière d'une taille maximale de grain déterminé et on ajuste la course de déplacement dudit rouleau égalisateur 4 de telle sorte à maintenir la surface du rouleau égalisateur 4 à une distance de la piste de roulement 20 comprise entre 0,5 fois et 3 fois la taille maximale des grains à broyer. La course de déplacement du rouleau égalisateur 4 peut être telle que le rouleau égalisateur 4 balaie toute cette plage de valeur.

**[0044]** Selon un mode de réalisation, le broyeur 1 présente lesdits moyens pour contrôler le déplacement de la matière sur la longueur dudit cylindre 2 de sorte que ladite matière ne parcourt qu'une fraction de longueur du cylindre 2 à chaque tour de cylindre 2 et passe plusieurs fois entre le cylindre 2 et le rouleau de broyage 3 depuis ladite entrée 7 d'alimentation de matière à broyer jusqu'à ladite sortie 8 de matière broyée.

**[0045]** Avantagusement, selon ce dernier mode de réalisation, la distance « d » entre la surface dudit rouleau égalisateur 4 et la piste de roulement 20 peut être

variable suivant la longueur dudit cylindre 2, décroissante de ladite entrée 7 vers ladite sortie 8. A cet effet et selon l'exemple illustré à la figure 4, l'axe du rouleau égalisateur 4 peut être incliné par rapport à l'axe du cylindre 2.

**[0046]** Cette disposition permet de prendre en compte le fait que la granulométrie de la matière est plus grossière dans la partie du broyeur située près de l'extrémité de l'entrée 7 que dans la partie du broyeur située près de l'extrémité de la sortie 8.

**[0047]** Ainsi la distance entre la surface du rouleau égalisateur 4 et la piste de roulement 20 à l'extrémité du rouleau du côté de l'entrée 7 est supérieure à la distance entre la surface du rouleau égalisateur 4 et la piste de roulement 20 à l'extrémité du rouleau du côté de la sortie 8. Le rapport entre les deux distances peut être compris entre 1 et 2.

**[0048]** Alternativement l'axe de rotation du rouleau égalisateur 4 est parallèle à l'axe A dudit cylindre 2.

**[0049]** Le broyeur et les procédés de broyage conformes à l'invention trouveront une application particulière pour le broyage de matières minérales et/ou le broyage de matières dans la fabrication de clinker de ciment, en particulier en voie sèche.

**[0050]** Naturellement, d'autres modes de réalisation auraient pu être envisagés par l'homme du métier sans pour autant sortir du cadre de l'invention telle que définie par les revendications ci-après.

## NOMENCLATURE

### [0051]

1. Broyeur,
2. Cylindre,
3. Rouleau de broyage,
4. Rouleau égalisateur,
5. Lit de matières,
6. Moyen de maintien (rouleau égalisateur),
7. Entrée,
8. Sortie,
20. Piste de roulement,
60. Bras (Moyens d'articulation),
- A. Axe horizontal,
- B. Axe de rotation,
- P. Pression,
- R. Sens de rotation.

## Revendications

1. Procédé de broyage par compression de lit de matières mis en oeuvre au moyen d'un broyeur (1) par compression de lit de matières (5), comprenant :

- un cylindre (2) à axe (A) horizontal dont la paroi intérieure comporte une piste de roulement (20) pour un rouleau de broyage (3), disposé intérieur audit cylindre (2),

- des moyens pour entraîner en rotation le cylindre autour de son axe (A),
  - ledit rouleau de broyage (3), d'axe parallèle à celui de l'axe (A) du cylindre (2),
  - des moyens pour appliquer ledit rouleau de broyage (3) contre la piste de roulement (20) dudit cylindre (2),
  - une entrée (7) pour l'alimentation de matière à broyer située à l'une des extrémités dudit cylindre (2) et une sortie (8) pour la matière broyée à l'autre extrémité dudit cylindre (2),
  - un rouleau égalisateur (4) disposé en amont dudit rouleau de broyage (3) suivant le sens de rotation (R) dudit cylindre (2),
  - des moyens de maintien (6) du rouleau égalisateur (4) à proximité et à distance de la piste de roulement dudit cylindre (2), interdisant tout contact entre ledit rouleau égalisateur (4) et la piste de roulement (20), procédé dans lequel, lors de chaque tour de cylindre (2), la matière passe successivement sous le rouleau égalisateur (4) puis sous le rouleau de broyage (3), ledit rouleau égalisateur (4) exerçant sur le lit de matières (5) une pression qui égalise sa surface, inférieure à la pression (P) exercée par ledit rouleau de broyage (3) sur ledit lit de matières (5).
2. Procédé de broyage selon la revendication 1, dans lequel lesdits moyens de maintien (6) du rouleau égalisateur (4) garantissent une distance minimale entre la piste de roulement (20) et la surface dudit rouleau égalisateur (4), et dans lequel on alimente le broyeur d'une taille maximale de grain déterminée comprise entre 1 mm et 120 mm et on détermine ladite distance minimale supérieure ou égale à 0.5 fois la taille de grain maximale déterminée.
  3. Procédé de broyage selon la revendication 2, dans lequel le rouleau égalisateur (4) est libre de rotation, entraîné en rotation autour de son axe grâce aux frottements avec le lit de matières (5).
  4. Procédé de broyage selon la revendication 2, présentant des moyens moteur pour entraîner en rotation le rouleau égalisateur (4) de telle sorte que sa vitesse périphérique soit égale à la vitesse moyenne du lit de matières (5) sur lequel ledit rouleau égalisateur (4) s'applique.
  5. Procédé de broyage selon l'une des revendications 1 à 4 dans lequel on traite des grains de taille maximale comprise entre 1 mm et 120 mm et dans lequel on choisit le diamètre du rouleau égalisateur (4) compris entre 100 mm et 660 mm.
  6. Procédé de broyage selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel lesdits moyens de maintien (6) du rouleau égalisateur (4) comprennent des moyens d'articulation, aptes à autoriser le déplacement dudit rouleau égalisateur (4) selon une direction sensiblement radiale vers l'axe (A) dudit cylindre (2) et des moyens élastiques contraignant ledit rouleau égalisateur (4) dans le sens opposé, vers la piste de roulement (20).
  7. Procédé de broyage selon la revendication 6, dans lequel lesdits moyens de maintien (6) dudit rouleau égalisateur (4) assurent le maintien dudit rouleau égalisateur (4) par ses deux extrémités, lesdits moyens d'articulation desdits moyens de maintien (6) comportant deux bras (60), chacun articulé, d'une part, à l'une des extrémités dudit bras (60) audit rouleau égalisateur (4), suivant l'axe dudit rouleau égalisateur (4) et, d'autre part, à l'autre extrémité dudit bras (60) à un bâti dudit broyeur (1), suivant un axe de rotation (B) parallèle à l'axe (A) dudit cylindre (2).
  8. Procédé de broyage selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel la longueur dudit rouleau égalisateur (4) est supérieure ou égale à la longueur dudit rouleau de broyage (3), ledit rouleau égalisateur (4) étant disposé en correspondance dudit rouleau de broyage (3) suivant la longueur du cylindre (2).
  9. Procédé de broyage selon l'une des revendications 1 à 8, présentant des moyens pour contrôler le déplacement de la matière sur la longueur dudit cylindre (2) de sorte que ladite matière ne parcourt qu'une fraction de longueur du cylindre (2) à chaque tour de cylindre (2) et passe plusieurs fois entre le cylindre (2) et le rouleau de broyage (3) depuis ladite entrée (7) d'alimentation de matière à broyer jusqu'à ladite sortie (8) de matière broyée et lequel la distance (d) entre la surface dudit rouleau égalisateur (4) et la piste de roulement (20) est variable suivant la longueur dudit cylindre (2), décroissante de ladite entrée (7) vers ladite sortie (8).
  10. Procédé de broyage selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel l'axe de rotation du rouleau égalisateur (4) est parallèle à l'axe (A) dudit cylindre (2).
  11. Procédé de broyage selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel lesdits moyens pour appliquer ledit rouleau de broyage contre la piste de roulement dudit cylindre sont tels que le rouleau de broyage (3) exerce sur le lit de matières une pression moyenne entre 10 MPa et 40 MPa et lesdits moyens de maintien (6) du rouleau égalisateur sont tels que le rouleau égalisateur (4) exerce sur le lit de matières (5) une pression inférieure à 10 MPa, de préférence inférieure à 1 MPa.
  12. Procédé de broyage selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel on alimente ledit broyeur (1) en une matière d'une taille maximale de grain déterminé

et on choisit le diamètre dudit rouleau égalisateur (4) de la manière suivante :

- compris entre 2 fois et 6 fois ladite taille maximale des grains à broyer si, sous cette dernière condition, le diamètre de rouleau égalisateur est supérieur ou égal à 0,15 fois le diamètre du rouleau de broyage (3) et, autrement,
- au moins égal à 0,15 fois le diamètre du rouleau de broyage (3).

13. Procédé de broyage selon la revendication 6, dans lequel on alimente ledit broyeur (1) en une matière d'une taille maximale de grain déterminé et on ajuste la course de déplacement dudit rouleau égalisateur (4) de telle sorte à maintenir la surface du rouleau égalisateur (4) à une distance de la piste de roulement (20) comprise entre 0,5 fois et 3 fois la taille maximale des grains à broyer.

14. Procédé de broyage selon l'une des revendications 1 à 13 dans lequel on broie les matières dans ledit broyeur (1) en voie sèche.

15. Broyeur (1) par compression de lit de matières (5), comprenant :

- un cylindre (2) à axe (A) horizontal dont la paroi intérieure comporte une piste de roulement (20) pour un rouleau de broyage (3), disposé intérieur audit cylindre (2),
- des moyens pour entraîner en rotation le cylindre autour de son axe (A),
- ledit rouleau de broyage (3), d'axe parallèle à celui de l'axe (A) du cylindre (2),
- des moyens pour appliquer ledit rouleau de broyage (3) contre la piste de roulement (20) dudit cylindre (2),
- une entrée (7) pour l'alimentation de matières à broyer située à l'une des extrémités dudit cylindre (2) et une sortie (8) pour la matière broyée à l'autre extrémité dudit cylindre (2),

caractérisé en ce qu'il comprend :

- un rouleau égalisateur (4) disposé en amont dudit rouleau de broyage (3) suivant le sens de rotation (R) dudit cylindre (2), destiné à égaliser la surface du lit de matières,
- des moyens de maintien (6) du rouleau égalisateur (4) à proximité et à distance de la piste de roulement dudit cylindre (2), interdisant tout contact entre ledit rouleau égalisateur (4) et la piste de roulement (20),

et dans lequel lesdits moyens de maintien (6) du rouleau égalisateur (4) à proximité et à distance de la piste de roulement dudit cylindre (2), d'une part,

et lesdits moyens pour appliquer ledit rouleau de broyage (3) contre la piste de roulement (20) dudit cylindre (2), d'autre part, sont tels que ledit rouleau égalisateur (4) est apte à exercer sur le lit de matières (5) une pression qui égalise sa surface, inférieure à la pression (P) exercée par ledit rouleau de broyage (3) sur ledit lit de matières (5).

16. Utilisation du procédé de broyage selon l'une des revendications 1 à 14 ou du broyeur (1), selon la revendication 15 pour le broyage de matières minérales et/ou le broyage de matières dans la fabrication de clinker de ciment.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Zerkleinern durch Kompression eines Materialbettes, das mittels eines Brechers (1) durch Kompression des Materialbettes (5) durchgeführt wird, umfassend:

- einen Zylinder (2) mit horizontaler Achse (A), dessen Innenwand eine Laufbahn (20) für eine Zerkleinerungswalze (3) aufweist, die im Inneren des Zylinders (2) angeordnet ist,
- Mittel zum Rotieren des Zylinders um seine Achse (A),
- die Zerkleinerungswalze (3), deren Achse parallel zu derjenigen Achse (A) des Zylinders (2) verläuft,
- Mittel zum Anlegen der Zerkleinerungswalze (3) gegen die Laufbahn (20) des Zylinders (2),
- einen, an einem der Enden des Zylinders (2) angeordneten, Einlass (7) für das Zuführen des zu zerkleinernden Materials, und einen Auslass (R) für das zerkleinerte Material an dem anderen Ende des Zylinders (2),
- eine Egalisierwalze (4), die der Zerkleinerungswalze (3) in der Drehrichtung (R) des Zylinders (2) vorgelagert angeordnet ist,
- Mittel zum Halten (6) der Egalisierwalze (4) in der Nähe und beabstandet von der Laufbahn des Zylinders (2), die jeglichen Kontakt zwischen der Egalisierwalze (4) und der Laufbahn (20) verhindern,

wobei bei dem Verfahren während jeder Umdrehung des Zylinders (2) das Material nacheinander unter der Egalisierwalze (4) und dann unter der Zerkleinerungswalze (3) durchläuft, wobei die Egalisierwalze (4) auf das Materialbett (5) einen Druck ausübt, der seine Oberfläche ebnet, der niedriger als der Druck (P) ist, der durch die Zerkleinerungswalze (3) auf das Materialbett (5) ausgeübt wird.

2. Verfahren zum Zerkleinern nach Anspruch 1, wobei die Mittel zum Halten (6) der Egalisierwalze (4) einen

- Mindestabstand zwischen der Laufbahn (20) und der Oberfläche der Egalisierwalze (4) garantieren, und wobei der Brecher mit einer bestimmten maximalen Korngröße beschickt wird, die zwischen 1 mm und 120 mm liegt, und der Mindestabstand festgelegt wird, der größer als oder gleich dem 0,5-fachen der ermittelten maximalen Korngröße ist.
3. Verfahren zum Zerkleinern nach Anspruch 2, wobei die Egalisierwalze (4) frei drehbar ist, in Rotation um ihre Achse versetzt aufgrund der Reibung mit dem Materialbett (5).
  4. Verfahren zum Zerkleinern nach Anspruch 2, das Motormittel aufweist, um die Egalisierwalze (4) derart in Drehung zu versetzen, dass ihre Umfangsgeschwindigkeit gleich der Durchschnittsgeschwindigkeit des Materialbettes (5) ist, auf das die Egalisierwalze (4) angewandt wird.
  5. Verfahren zum Zerkleinern nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei Körner von maximaler Größe zwischen 1 mm und 120 mm verarbeitet werden und wobei der Durchmesser der Egalisierwalze (4) zwischen 100 mm und 660 mm gewählt wird.
  6. Verfahren zum Zerkleinern nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Mittel zum Halten (6) der Egalisierwalze (4) Gelenkmittel, die geeignet sind, die Verschiebung der Egalisierwalze (4) in einer im Wesentlichen radialen Richtung zur Achse (A) des Zylinders (2) zu gestatten, und elastische Mittel aufweisen, die die Egalisierwalze (4) in die entgegengesetzte Richtung zu der Laufbahn (20) zwingen.
  7. Verfahren zum Zerkleinern nach Anspruch 6, wobei die Mittel zum Halten (6) der Egalisierwalze (4) das Halten der Egalisierwalze (4) an ihren beiden Enden gewährleisten, wobei die Gelenkmittel der Mittel zum Halten (6) zwei Arme (60) aufweisen, die jeweils einerseits an einem der Enden des Arms (60) an die Egalisierwalze (4) entlang der Achse der Egalisierwalze (4) und andererseits an dem anderen Ende des Arms (60) an einen Rahmen des Brechers (1) entlang einer Rotationsachse (B) parallel zur Achse (A) des Zylinders (2) angelenkt sind.
  8. Verfahren zum Zerkleinern nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Länge der Egalisierwalze (4) größer als oder gleich der Länge der Zerkleinerungswalze (3) ist, wobei die Egalisierwalze (4) in Übereinstimmung mit der Zerkleinerungswalze (3) entlang der Länge des Zylinders (2) angeordnet ist.
  9. Verfahren zum Zerkleinern nach einem der Ansprüche 1 bis 8, das Mitteln zum Steuern der Verschiebung des Materials entlang der Länge des Zylinders (2) aufweist, so dass das Material nur einen Bruchteil der Länge des Zylinderabschnitts (2) bei jeder Umdrehung des Zylinders (2) durchläuft und mehrmals zwischen dem Zylinder (2) und der Zerkleinerungswalze (3) von dem Einlass (7) für das Zuführen des zu zerkleinernden Materials zu dem Auslass (8) für das zerkleinerte Material durchläuft, und wobei der Abstand (d) zwischen der Oberfläche der Egalisierwalze (4) und der Laufbahn (20) entlang der Länge des Zylinders (2) von dem Einlass (7) zu dem Auslass (8) abnehmend variabel ist.
  10. Verfahren zum Zerkleinern nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Rotationsachse der Egalisierwalze (4) parallel zur Achse (A) des Zylinders (2) ist.
  11. Verfahren zum Zerkleinern nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Mittel zum Anlegen der Zerkleinerungswalze gegen die Laufbahn des Zylinders derart sind, dass die Zerkleinerungswalze (3) einen durchschnittlichen Druck zwischen 10 MPa und 40 MPa auf das Materialbett ausübt und die Mittel zum Halten (6) der Egalisierwalze (4) derart sind, dass die Egalisierwalze (4) einen Druck von weniger als 10 MPa, vorzugsweise weniger als 1 MPa auf das Materialbett (5) ausübt.
  12. Verfahren zum Zerkleinern nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der Brecher (1) mit einem Material mit einer bestimmten maximalen Korngröße beschickt wird und der Durchmesser der Egalisierwalze (4) wie folgt ausgewählt wird:
    - zwischen dem 2- und 6-fachen der maximalen Größe der zu zerkleinernden Körner, wenn, unter dieser letzten Bedingung der Durchmesser der Egalisierwalze größer als oder gleich dem 0,15-fachen des Durchmessers der Zerkleinerungswalze (3) ist, und anderenfalls
    - mindestens gleich dem 0,15-fachen des Durchmessers der Zerkleinerungswalze (3).
  13. Verfahren zum Zerkleinern nach Anspruch 6, wobei der Brecher (1) mit einem Material mit einer bestimmten maximalen Korngröße beschickt wird und der Verschiebeweg der Egalisierwalze (4) derart angepasst wird, dass die Oberfläche der Egalisierwalze (4) in einem Abstand von der Laufbahn (20) gehalten wird, der zwischen dem 0,5-fachen und dem 3-fachen der maximalen Größe der zu zerkleinernden Körner liegt.
  14. Verfahren zum Zerkleinern nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei das Material in dem Brecher (1) im Trockenverfahren zerkleinert wird.
  15. Brecher (1) durch Kompression eines Materialbettes (5), umfassend:



- einen Zylinder (2) mit horizontaler Achse (A), dessen Innenwand eine Laufbahn (20) für eine Zerkleinerungswalze (3) aufweist, die im Inneren des Zylinders angeordnet ist (2),
- Mittel zur Rotation des Zylinders um seine Achse (A),
- die Zerkleinerungswalze (3), deren Achse parallel zu derjenigen der Achse (A) des Zylinders (2) verläuft,
- Mittel zum Anlegen der Zerkleinerungswalze (3) gegen die Laufbahn (20) des Zylinders (2),
- einen Einlass (7) für das Zuführen des zu zerkleinernden Materials, der an einem der Enden des Zylinders (2) angeordnet ist, und einen Auslass (8) für das zerkleinerte Material an dem anderen Ende des Zylinders (2),

**dadurch gekennzeichnet, dass** es Folgendes aufweist:

- eine Egalisierwalze (4), die der Zerkleinerungswalze (3) in der Drehrichtung (R) des Zylinders (2) vorgelagert angeordnet ist, dazu bestimmt, die Oberfläche des Materialbettes zu ebnet,
- Mittel zum Halten (6) der Egalisierwalze (4) in der Nähe und beabstandet von der Laufbahn des Zylinders (2), die jeglichen Kontakt zwischen der Egalisierwalze (4) und der Laufbahn (20) verhindern,

und wobei die Mittel zum Halten (6) der Egalisierwalze (4) in der Nähe und beabstandet von der Laufbahn des Zylinders (2) einerseits und die Mittel zum Anlegen der Zerkleinerungswalze (3) gegen die Laufbahn (20) des Zylinders (2) andererseits derart sind, dass die Egalisierwalze (4) geeignet ist, auf das Materialbett (5) einen Druck auszuüben, der seine Oberfläche ebnet, der niedriger als der Druck (P) ist, der durch die Zerkleinerungswalze (3) auf das Materialbett (5) ausgeübt wird.

16. Verwendung des Verfahrens zum Zerkleinern nach einem der Ansprüche 1 bis 14 oder des Brechers (1) nach Anspruch 15 zum Zerkleinern von Mineralstoffen und/oder zum Zerkleinern von Stoffen bei der Herstellung von Zementklinker.

## Claims

1. Method of grinding by compressing a bed of materials implemented by means of a compressive grinder (1) for a bed of materials (5), comprising:

- a cylinder (2) with a horizontal axis (A) of which the inner wall comprises a raceway (20) for a grinding roller (3), arranged inside said cylinder

- (2),
- means for rotating the cylinder about its axis (A),
- said grinding roller (3), with an axis parallel to that of the axis (A) of the cylinder (2),
- means for urging said grinding roller (3) against the raceway (20) of said cylinder (2),
- an inlet (7) for supplying material to be ground located at one of the ends of said cylinder (2) and an outlet (8) for the ground material at the other end of said cylinder (2),
- a smoothing roller (4) arranged upstream of said grinding roller (3) in the direction of rotation (R) of said cylinder (2),
- means for keeping (6) the smoothing roller (4) adjacent to and separated from the raceway of said cylinder (2), prohibiting any contact between said smoothing roller (4) and the raceway (20), method wherein, at each turn of the cylinder (2), the material consecutively passes under the smoothing roller (4) then under the grinding roller (3), said smoothing roller (4) exerting on the bed of materials (5) a pressure that smoothes its surface, said pressure being lower than the pressure (P) exerted by said grinding roller (3) on said bed of materials (5).

2. Method for grinding according to claim 1, wherein said means of keeping (6) the smoothing roller (4) guarantee a minimum distance between the raceway (20) and the surface of said smoothing roller (4), and wherein the grinder is supplied with a determined maximum grain size between 1 mm and 120 mm and said minimum distance greater than or equal to 0.5 times the determined maximum grain size is determined.
3. Method for grinding according to claim 2, wherein the smoothing roller (4) can freely rotate, driven in rotation about its axis thanks to the friction with the bed of materials (5).
4. Method for grinding according to claim 2, having motor means for driving in rotation the smoothing roller (4) in such a way that its peripheral speed is equal to the average speed of the bed of materials (5) wherein said smoothing roller (4) is applied.
5. Method for grinding according to one of claims 1 to 4 wherein grains of a maximum size between 1 mm and 120 mm are processed and wherein the diameter of the smoothing roller (4) is chosen between 100 mm and 660 mm.
6. Method for grinding according to one of claims 1 to 5, wherein said means for keeping (6) the smoothing roller (4) comprises means of articulation, able to authorise the displacement of said smoothing roller

- (4) according to a substantially radial direction towards the axis (A) of said cylinder (2) and elastic means forcing said smoothing roller (4) in the opposite direction, towards the raceway (20).
7. Method for grinding according to claim 6, wherein said means for keeping (6) said smoothing roller (4) provide for the maintaining of said smoothing roller (4) by its two ends, said means of articulation of said means of keeping (6) comprising two arms (60), each one articulated, on the one hand, at one of the ends of said arm (60) to said smoothing roller (4), according to the axis of said smoothing roller (4) and, on the other hand, at the other end of said arm (60) to a frame of said grinder (1), according to an axis of rotation (B) parallel to the axis (A) of said cylinder (2).
8. Method for grinding according to one of claims 1 to 7, wherein the length of said smoothing roller (4) is greater than or equal to the length of said grinding roller (3), said smoothing roller (4) being arranged in correspondence with said grinding roller (3) according to the length of the cylinder (2).
9. Method for grinding according to one of claims 1 to 8, having means for controlling the displacement of the material over the length of said cylinder (2) in such a way that said material travels only a fraction of the length of the cylinder (2) at each turn of the cylinder (2) and passes several times between the cylinder (2) and the grinding roller (3) from said inlet (7) for supplying material to be ground to said outlet (8) of ground material and wherein the distance (d) between the surface of said smoothing roller (4) and the raceway (20) varies according to the length of said cylinder (2), decreasing from said inlet (7) to said outlet (8).
10. Method for grinding according to one of claims 1 to 8, wherein the axis of rotation of the smoothing roller (4) is parallel to the axis (A) of the cylinder (2).
11. Method for grinding according to one of claims 1 to 10, wherein said means for urging said grinding roller against the raceway of said cylinder are such that the grinding roller (3) exerts on the bed of materials an average pressure between 10 MPa and 40 MPa and said means for keeping (6) the smoothing roller are such that the smoothing roller (4) exerts on the bed of materials (5) a pressure lower than 10 MPa, more preferably lower than 1 MPa.
12. Method for grinding according to one of claims 1 to 11, wherein said grinder (1) is supplied with a material of a determined maximum grain size and the diameter of said smoothing roller (4) is chosen in the following way:
- between 2 times and 6 times said maximum size of the grains to be ground if, in this condition, the diameter of the smoothing roller is greater than or equal to 0.15 times the diameter of the grinding roller (3) and, otherwise,
  - at least equal to 0.15 times the diameter of the grinding roller (3).
13. Method for grinding according to claim 6, wherein said grinder (1) is supplied with a material of a determined maximum grain size and the course of displacement of said smoothing roller (4) is adjusted in such a way as to keep the surface of the smoothing roller (4) separated from the raceway (20) between 0.5 times and 3 times the maximum size of the grains to be ground.
14. Method for grinding according to one of claims 1 to 13 wherein the materials are ground in said grinder (1) in a dry process.
15. Compressive grinder (1) for a bed of materials (5), comprising:
- a cylinder (2) with a horizontal axis (A) of which the inner wall comprises a raceway (20) for a grinding roller (3), arranged inside said cylinder (2),
  - means for rotating the cylinder about its axis (A),
  - said grinding roller (3), with an axis parallel to that of the axis (A) of the cylinder (2),
  - means for urging said grinding roller (3) against the raceway (20) of said cylinder (2),
  - an inlet (7) for supplying material to be ground located at one of the ends of said cylinder (2) and an outlet (8) for the ground material at the other end of said cylinder (2),
- characterised in that** it comprises:
- a smoothing roller (4) arranged upstream of said grinding roller (3) in the direction of rotation (R) of said cylinder (2), intended to smooth the surface of the bed of materials,
  - means for keeping (6) the smoothing roller (4) adjacent to and separated from the raceway of said cylinder (2), prohibiting any contact between said smoothing roller (4) and the raceway (20),
- and wherein said means for keeping (6) the smoothing roller (4) adjacent to and separated from the raceway of said cylinder (2), on the one hand, and said means for urging said grinding roller (3) against the raceway (20) of the cylinder (2), on the other hand, are such that said smoothing roller (4) is able to exert on the bed of materials (5) a pressure that smoothes

its surface, said pressure being lower than the pressure (P) exerted by said grinding roller (3) on said bed of materials (5).

16. Use of the method for grinding according to one of claims 1 to 14 or of the grinder (1), according to claim 15 for the grinding of mineral materials and/or the grinding of materials in the manufacture of cement clinker.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

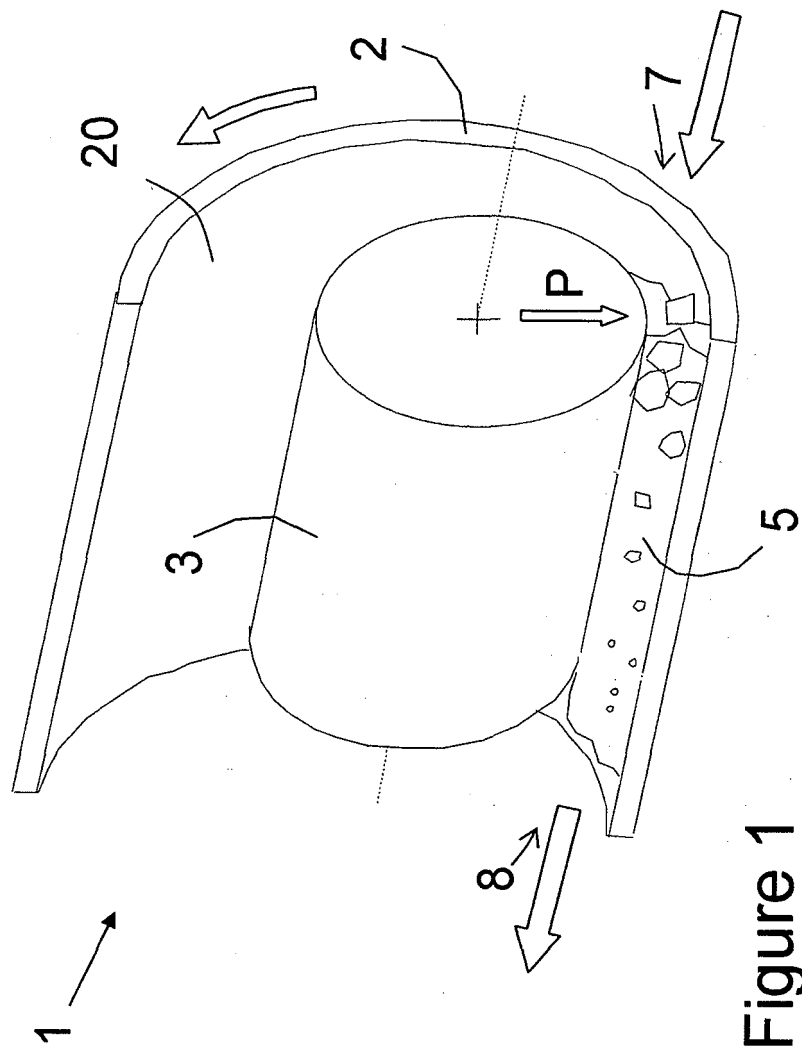


Figure 1

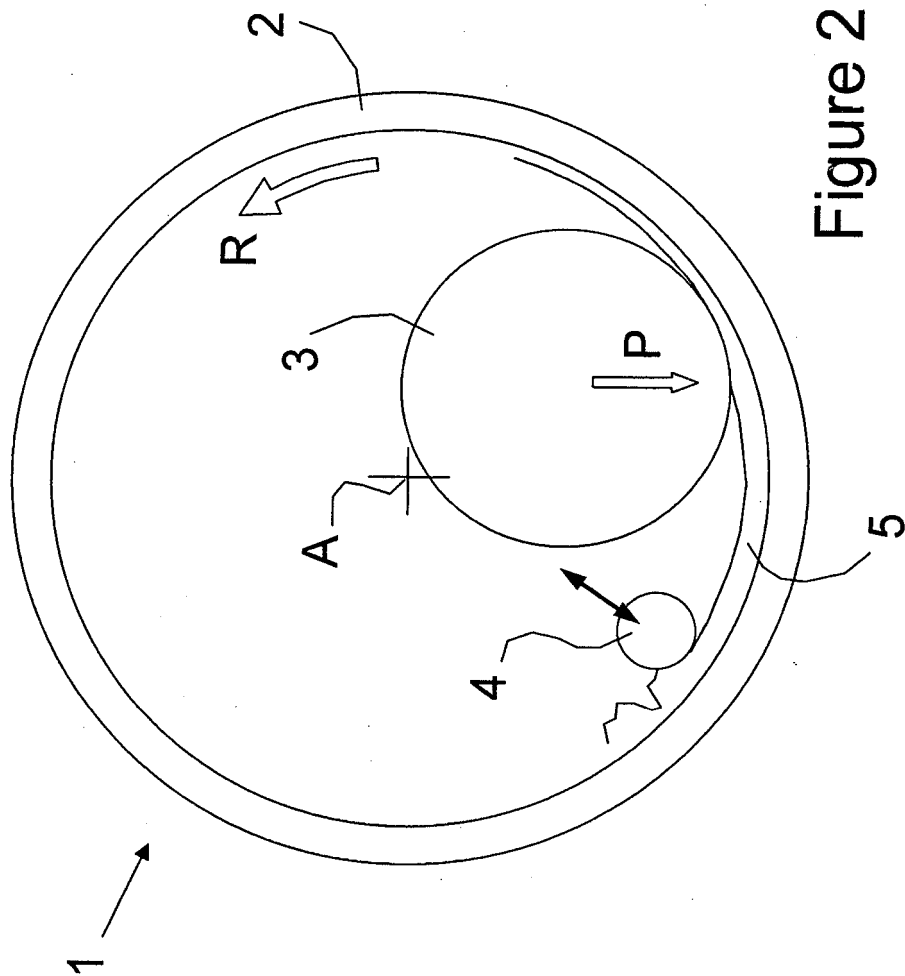


Figure 2

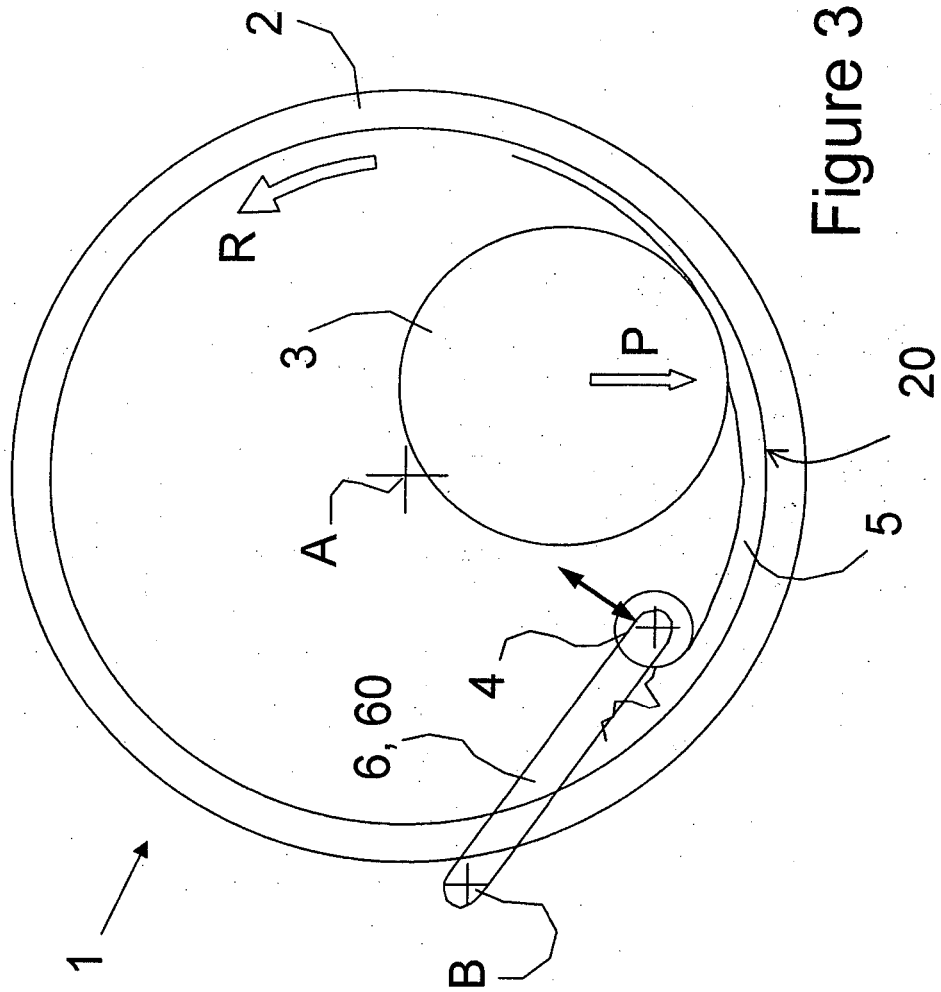
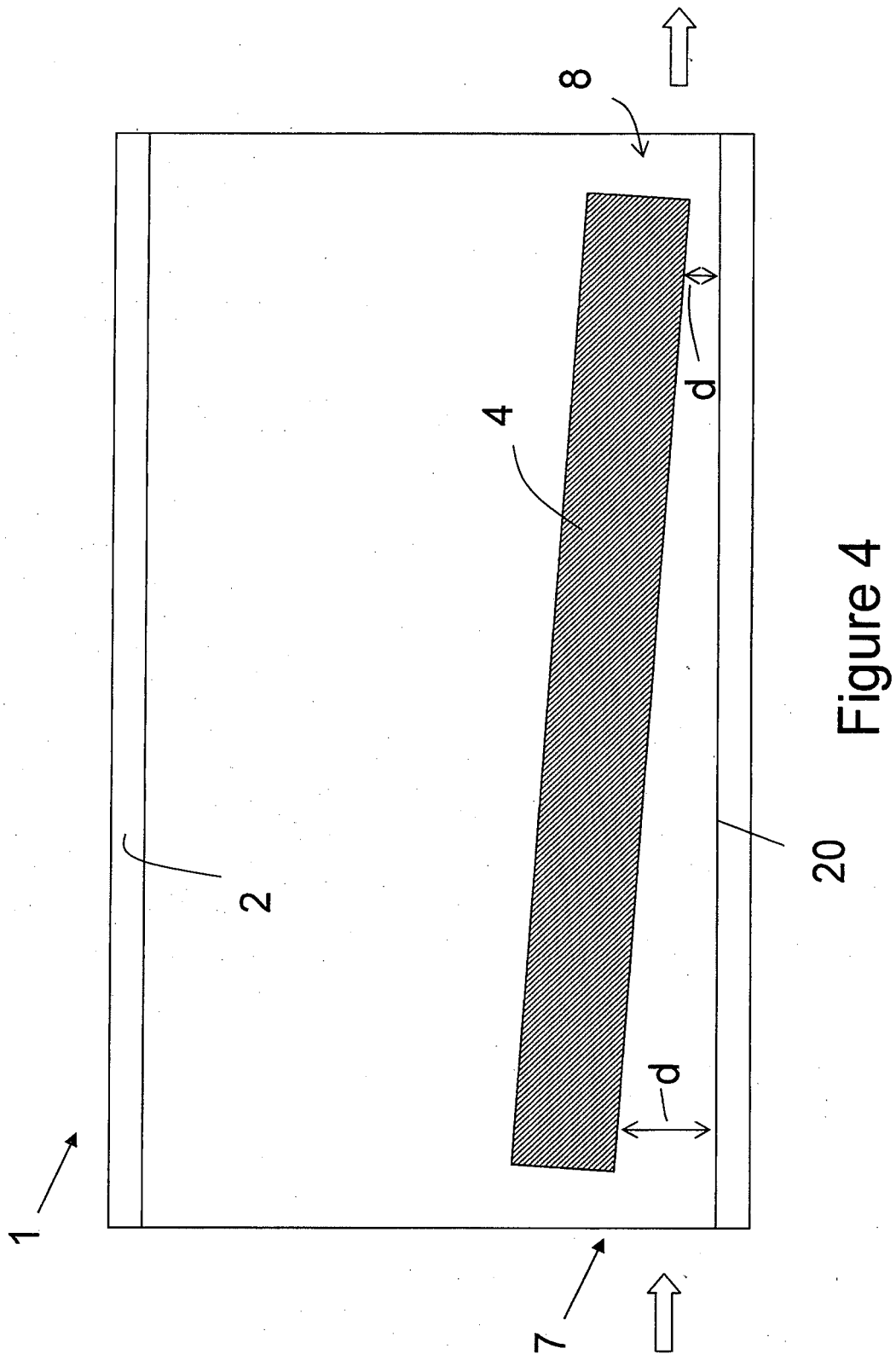


Figure 3



**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- EP 0486371 A [0003] [0029]
- EP 0934120 A [0003] [0029]
- WO 9739829 A [0008] [0010]